

การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการสูญเสียดิน
ในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสมการ
การสูญเสียดินสากล(USLE) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS)

ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON SOIL LOSS IN
LAM PHRA PHLOENG WATERSHED USING USLE MODEL AND GIS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-EN-M-093-127

การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการสูญเสียดิน
ในลุ่มน้ำลำพระเพลิงโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสมการ
การสูญเสียดินสากล(USLE) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS)

ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON SOIL LOSS IN
LAM PHRA PHLOENG WATERSHED USING USLE MODEL AND GIS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-EN-M-093-127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALYSIS OF CLIMATE CHANGE IMPACT ON SOIL LOSS IN
LAM PHRA PHLOENG WATERSHED USING USLE MODEL AND GIS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-EN-M-093-127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

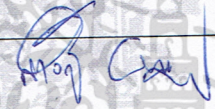




FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการสูญเสียดินในลุ่มน้ำ
ลำพระเพลิง
Thesis Title Analysis of Climate Change Impact on Soil Loss in Lam Phra Phloeng
Watershed Using USLE Model and GIS
นักศึกษา นายจตุวัฒน์ วัฒนเศรษฐพงศ์
รหัสประจำตัว 59601202
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อุมา สืบญะเรือง
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2018-EN-M-093-127

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สายสุนีย์	พุทธาคุณเจริญ	
รศ.สุวัฒน์	ถิระเศรษฐ์	
ดร.ศลิษา	ไชยพุทธ	
ดร.ชดชนก	อัทฒพงศ์	
รศ.ดร.อุมา	สืบญะเรือง	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 เวลา 10.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้อง HM-401 อาคารเฉลิมพระเกียรติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ฉบับนี้ คณะวิศวกรรมศาสตร์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
วันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อ การสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิงโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง สมการการสูญเสียดินสากล(USLE) และระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์(GIS)

นักศึกษา

นายจตุวัฒน์ วัฒนเศรษฐพงศ์

รหัสประจำตัว

59601202

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมโยธา

พ.ศ.

2561

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.อุมา สืบบุญเรือง

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการสูญเสียดินเนื่องจากการกัดเซาะผิวดินเป็นปัญหาระดับโลก ไม่ว่าจะ เป็นประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศที่กำลังพัฒนาก็ตาม ตะกอนบางส่วนที่เกิดขึ้นจากการชะล้างของดิน จะถูกพัดพาไปยังแม่น้ำ และไหลลงสู่ก้นเขื่อน ทำให้อายุการใช้งานของเขื่อนสั้นลง ทางผู้วิจัย เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล,ระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และระบบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อทำการประเมินค่าเฉลี่ยการชะล้างของ ดินในระยะยาวทั้งในปัจจุบันและอนาคตในลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยระบบโครงข่ายประสาทเทียม นั้น เป็นระบบที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้เพื่อลดขนาดของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกให้อยู่ในระดับ เดียวกับพื้นที่ศึกษา ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก IPSL-CM5A-MR ซึ่งได้รับการ ยอมรับจาก CMIP5 และใช้การคำนวณแบ่งออกเป็น 3 Scenarios ได้แก่ RCP2.6 RCP4.5 และ RCP8.5 จะถูกประยุกต์ใช้ในระบบโครงข่ายประสาทเทียมในโปรแกรม Matlab เพื่อหาปริมาณฝน เฉลี่ยในอนาคต และนำปริมาณฝนเฉลี่ยในอนาคตนี้ไปประยุกต์ใช้กับสมการการสูญเสียดินสากลเพื่อ ทำนายปริมาณการสูญเสียดินในอนาคต โดยค่าเฉลี่ยการสูญเสียดินในอดีตอยู่ที่ 59.93 ตันต่อ เฮกเตอร์ต่อปี สำหรับscenario rcp 2.6 มีแนวโน้มลดลงจนเหลือค่าเฉลี่ยที่ 55.24 ตันต่อเฮกเตอร์ต่อปี ส่วนscenario rcp 4.5 และ 8.5 นั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 63.88 , 69.98 ตันต่อ เฮกเตอร์ต่อปี ตามลำดับ

Thesis	Analysis of Climate Change Impact on Soil Loss in Lam Phra Phloeng Watershed Using USLE Model and GIS
Student	Mr.Jatuwat Wattanasetpong
Student ID.	59601202
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2018
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Uma Seeboonruang

ABSTRACT

Soil loss due to surface erosion has been a global problem not just for developing countries but also for developed countries. Some sediments caused by soil erosion has entered to the river channels. These sediments delivered in to the bottom of reservoirs and decrease lifetime of reservoirs. The purpose of this study is to estimate the long-term average annual soil erosion and predict soil erosion in the future in Lam Phra Phloeng watershed, Nakhon Ratchasima, Thailand by using the Universal Soil Loss Equation(USLE), GIS and Artificial Neural Network(ANN). The method of Artificial Neural Network (ANN) is applied in this study to downscale the Global Climate Models to our local scales and use surface variables from the Global Climate Models in CMIP5. In this study use IPSL-CM5A-MR model from CMIP5 and three scenarios e.g. RCP2.6 RCP4.5 and RCP8.5. The Artificial Neural Network was applied in MatLab to predict annual rain in the future. All simulated data from different scenarios are compared together and use this annual rain data from ANN to predict R factor of USLE in the future. Average soil erosion in the past is 59.93 ton/ha/year. In the future in scenario rcp 2.6 average soil erosion will decrease to 55.24 ton/ha/year but in scenario rcp 4.5, 8.5 will increase to 63.88 , 69.98 ton/ha/year

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือของคณะผู้วิจัย และคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้ และขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดิน กรมชลประทานที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกล่าวขอบคุณ รศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง, อาจารย์อุษะ ศิริแก้ว, คณะนักศึกษาปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการลงพื้นที่สำรวจพื้นที่ และจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการในลุ่มน้ำลำพระเพลิง และศาสตราจารย์ Walter Chen จาก National Taipei University of Technology ที่ให้ความร่วมมือวิจัย และแบ่งปันข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย อันส่งผลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จตุวัฒน์ วิวัฒนเศรษฐพงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.3.1 ขอบเขตการศึกษาด้านพื้นที่.....	2
1.3.2 ขอบเขตการศึกษาด้านข้อมูล.....	3
1.3.3 ขอบเขตด้านการวิจัย.....	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.6 ส่วนประกอบของงานวิจัย.....	4
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....	5
2.1 ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา.....	5
2.1.1 พื้นที่ศึกษา.....	5
2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ.....	7
2.1.3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา.....	7
2.1.4 ลักษณะของชุดดินในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	8
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวข้อง.....	9
2.2.1 สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE).....	9
2.2.2 ผลของการตกตะกอน.....	19
2.2.3 การประเมินผลผลิตตะกอน.....	20

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.4 แบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Models).....	22
2.2.5 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network).....	25
2.3 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	29
3.1 กล่าวนำ	29
3.2 วิธีการประเมินค่าการสูญเสียดินด้วยแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล.....	29
3.3 การคำนวณปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในอนาคต เพื่อประยุกต์ใช้ต่อสมการ USLE.....	33
3.4 การประเมินปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ	40
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	42
4.1 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน.....	42
4.1.1 สถานีวัดน้ำฝน M.145	42
4.1.2 สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง.....	43
4.1.3 สถานีวัดน้ำฝนท่าน้ำซับ.....	44
4.1.4 สถานีวัดน้ำฝนบ้านซับไทรทอง.....	45
4.1.5 สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม	46
4.1.6 สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก.....	47
4.1.7 สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้	48
4.1.8 สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก	49
4.1.9 สถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้.....	50
4.2 แผนที่การสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง	51
4.2.1 แผนที่การสูญเสียดินในอดีต	51
4.2.2 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้	52
4.2.3 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลาง	55
4.2.4 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล	58
4.3 การเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินจากแบบจำลองในช่วงเวลาต่างๆ.....	61
4.4 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ.....	62

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา.....	68
5.1 การเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินจากแบบจำลองกับพื้นที่จริง.....	68
5.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในภาคบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	71
5.3 อิทธิพลของแต่ละตัวแปรในแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล.....	72
5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอน ในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	76
5.5 การเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการชะล้างของดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	82
5.6 ข้อเสนอแนะ.....	84
เอกสารอ้างอิง.....	85
ภาคผนวก ก ข้อมูลผลการทดลอง.....	88
ภาคผนวก ข บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	116
ประวัติผู้เขียน.....	117

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 จำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	7
2.2 เนื้อที่ของกลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	8
2.3 ค่า K ของดินในภูมิภาคต่างๆ.....	13
2.4 ค่า K ตามกลุ่มชุดดินในภูมิภาคต่างๆ.....	14
2.5 ค่าความยาวของความลาดเท.....	16
2.6 ค่าปัจจัยการจัดการพืช และค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ตามชนิดของการใช้ที่ดิน.....	18
4.1 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอดีต.....	51
4.2 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตใกล้ Scenario 2.6.....	52
4.3 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตใกล้ Scenario 4.5.....	53
4.4 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตใกล้ Scenario 8.5.....	54
4.5 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตกลาง Scenario 2.6 ...	55
4.6 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตกลาง Scenario 4.5 ...	56
4.7 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตกลาง Scenario 8.5 ...	57
4.8 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตไกล Scenario 2.6.....	58
4.9 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตไกล Scenario 4.5.....	59
4.10 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตไกล Scenario 8.5 ...	60
4.11 ตารางเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างช่วงเวลาในอดีตกับช่วงเวลาอนาคต Scenario 2.6. 61	
4.12 ตารางเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างช่วงเวลาในอดีตกับช่วงเวลาอนาคต Scenario 4.5. 61	
4.13 ตารางเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างช่วงเวลาในอดีตกับช่วงเวลาอนาคต Scenario 8.5. 62	
5.1 ปริมาณการชะล้างของดินเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาเทียบกับสภาพภูมิประเทศในGoogle Earth.....	71
5.2 ระดับของผลกระทบของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลง.....	72
5.3 ผลกระทบของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่กลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	72
5.4 ตารางเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรในสมการการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	76
5.5 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Renfro กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	77
5.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Boyce กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	78

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Vanoni กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง	79
5.8 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Manner กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง	80
5.9 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Williams&Berndt กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง .	81



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	5
2.2 โครงสร้างวงจร Neural Network.....	26
3.1 DEM ของพื้นที่ศึกษา.....	29
3.2 การสร้างพื้นที่ศึกษา.....	30
3.3 แผนที่การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง	30
3.4 แผนที่จุดดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง	31
3.5 แผนที่ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง	31
3.6 ชุดแผนภูมิคำสั่งที่ใช้ในแบบจำลองสมการUSLE	32
3.7 แผนที่การสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	32
3.8 การเลือกข้อมูลแบบจำลอง.....	33
3.9 การเลือกข้อมูลเหตุการณ์จำลอง.....	33
3.10 การเลือกข้อมูลเหตุการณ์จำลอง.....	34
3.11 ตัวอย่างข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลในแต่ละปี	34
3.12 การจัดเรียงข้อมูลที่มีผลต่อแบบจำลอง.....	35
3.13 การนำข้อมูลจาก KNMI Climate Explorer เข้าโปรแกรม MatLab.....	35
3.14 การนำข้อมูลจากกรมชลประทานเข้าโปรแกรม MatLab.....	36
3.15 การนำข้อมูลจาก KNMI Climate Explorer เข้าโปรแกรม MatLab.....	36
3.16 การใช้คำสั่ง nntool.....	37
3.17 การตั้งค่าคำสั่ง nntool.....	37
3.18 การตั้งค่าลักษณะการคำนวณ.....	38
3.19 ค่าความแม่นยำของข้อมูล	38
3.20 แผนที่ปริมาณน้ำฝนในอนาคตของลุ่มน้ำลำพระเพลิง	39
4.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานี M.145	42
4.2 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านคลองปลากั้ง.....	43
4.3 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีท่าน้ำซับ.....	44
4.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านซับไทรทอง.....	45
4.5 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านดินอุดม.....	46
4.6 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านบุตะโก.....	47

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านหนองไทรใต้	48
4.8 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านหนองจอก	49
4.9 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีห้วยโกรกเต้.....	50
4.10 แผนที่การสูญเสียดินในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017	51
4.11 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้ ปี ค.ศ. 2018 – 2040 Scenario 2.6.....	52
4.12 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้ ปี ค.ศ. 2018 – 2040 Scenario 4.5.....	53
4.13 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้ ปี ค.ศ. 2018 – 2040 Scenario 8.5.....	54
4.14 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลาง ปี ค.ศ. 2041 – 2070 Scenario 2.6.....	55
4.15 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลาง ปี ค.ศ. 2041 – 2070 Scenario 4.5.....	56
4.16 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลาง ปี ค.ศ. 2041 – 2070 Scenario 8.5.....	57
4.17 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล ปี ค.ศ. 2071 – 2100 Scenario 2.6.....	58
4.18 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล ปี ค.ศ. 2071 – 2100 Scenario 4.5.....	59
4.19 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล ปี ค.ศ. 2071 – 2100 Scenario 8.5.....	60
4.20 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของVanoni	63
4.21 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของRenfro.....	64
4.22 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของBoyce.....	65
4.23 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของManner.....	66
4.24 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของWilliams&Berndt.....	67
5.1 พื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูง	68
5.2 พื้นที่ที่มีเพาะปลูกใกล้บริเวณเนินเขา	69
5.3 พื้นที่ที่มีอัตราการชะล้างของดินอยู่ในเกณฑ์สูงมาก	69
5.4 พื้นที่ที่มีการไถพรวนดินเตรียมปลูกพืชในฤดูกาลใหม่	70
5.5 พื้นที่ที่มีการไถพรวนดินเตรียมปลูกพืชในฤดูกาลใหม่	70
5.6 แผนที่ความยาวลาดเทของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง	73
5.7 แผนที่ค่าปัจจัยความชันของความลาดเท	73
5.8 แผนที่ค่าปัจจัยการจัดการพืช.....	74
5.9 แผนที่ค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย	74
5.10 แผนที่ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.11 แผนที่ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน.....	75
5.12 นำเสนอปัญหา และแนวทางแก้ไขการชะล้างของดิน ณ โรงเรียนบ้านบุหัวช้าง.....	82
5.13 กิจกรรมให้ความรู้แก่ประชาชนในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	83
5.14 กิจกรรมให้ความรู้แก่ประชาชนในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....	83



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ในปัจจุบันโลกของเรานั้นเกิดปัญหาและวิกฤตการณ์มากมายที่เกิดขึ้นจากสภาวะโลกร้อนและการกระทำของมนุษย์ด้วยกันเอง ปัญหาการชะล้างของดินก็เป็นหนึ่งในนั้น เช่นการเกิดปัญหาการสูญเสียดินในสหภาพยุโรปมีมากถึง 970 ล้านตันต่อปี Panagos, P (2015) ซึ่งปัญหานี้เป็นภัยคุกคามต่อระบบนิเวศ ผลิตผลจากพืช และน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค การชะล้างของดินคือ ปัญหาการชะล้างของดินและการสูญเสียหน้าดินโดยธรรมชาติ เช่น การชะล้าง การกัดเซาะของน้ำและลม เป็นต้น และที่สำคัญคือ ปัญหาจากการกระทำของมนุษย์เช่น การทำลายป่า เผาป่า การเพาะปลูกผิดวิธี เป็นต้น อัตราการชะล้างของหน้าดินนั้นเกิดขึ้นในทุกบริเวณของโลก ที่ถูกปกคลุมไปด้วยดิน แต่อัตราการชะล้างของดินในปริมาณมากนั้น โดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณที่มีความชันสูง เช่นภูเขา หรือ การเพาะปลูกพืชแบบผิดวิธีของมนุษย์ และการขยายตัวของเมืองก็ส่งผลให้เกิดอัตราการชะล้างของดินในระดับสูงเช่นกัน เมื่อเกิดการชะล้างของหน้าดิน จะทำให้ตะกอนบางส่วนถูกพัดพาไปยังแม่น้ำ และไหลลงสู่บริเวณกันเขื่อน เมื่อปริมาณตะกอนที่บริเวณกันเขื่อนสูงขึ้น จะทำให้ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักมีปริมาณน้อยลง จึงส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของเขื่อนให้สั้นลง ในช่วงสามสิบปีที่ผ่านมา ในประเทศไทยได้มีการเพิ่มจำนวนประชากรขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่นการตัดไม้ทำลายป่า การทำเกษตรกรรม ฯลฯ ในประเทศไทยนั้นมีการพัฒนาที่ดินเล็งเห็นถึงปัญหาของการชะล้างของดิน จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการชะล้างของดินในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน (2543) และได้จัดทำข้อมูลสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับการชะล้างของดินเพื่อประยุกต์ใช้ในสมการ Universal Soil Loss Equation (USLE) Wischmeier และ Smith (1978)

เขื่อนลำพระเพลิงเป็นอ่างเก็บน้ำที่ใช้สำหรับการชลประทาน สร้างขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 โดยกั้นน้ำที่ภูเขาโซ่ และภูเขาหลวงที่ประชิดกันบริเวณบ้านบุหัวช้าง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ในการเกษตรกรรม และป้องกันอุทกภัย เขื่อนนี้เปิดใช้เมื่อปี พ.ศ. 2510 อยู่ในความดูแลของกรมชลประทาน เขื่อนลำพระเพลิงเป็นเขื่อนที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาตะกอนในเขื่อน ซึ่งเกิดจากการชะล้างของดินเช่นกัน Phetprayoon, T (2009) โดยที่บริเวณต้นน้ำของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงโดยส่วนใหญ่ใช้ในการประกอบเกษตรกรรม เช่น อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น และเมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวบริเวณพื้นที่เพาะปลูกมีความเสี่ยงที่จะเกิดการชะล้างของดินแบบแผ่น Polpanich, O (2010) ด้วยพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำนี้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่สูงชันบริเวณภูเขาใกล้กับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในด้านเหนือ น้ำ และใกล้กับบริเวณเขื่อนลำพระเพลิงในด้านท้ายน้ำ ด้วยเหตุนี้กลุ่มน้ำลำพระเพลิงจึงเกิดปัญหาการชะล้างของดินขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นเกี่ยวกับกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลของทางกรมที่ได้เผยแพร่ออกมา ไม่ได้ได้รับการปรับปรุงมาเป็นระยะเวลาานาน และข้อมูลที่เผยแพร่ เป็นข้อมูลระดับภูมิภาค ทางผู้วิจัย จึงเล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงเลือกกลุ่มแม่น้ำลำพระเพลิงเป็นพื้นที่ศึกษาเกี่ยวกับการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่กันเขื่อนในครั้งนี้ โดยวิธีการที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลคือ สมการ การสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE) โดยสมการนี้เป็นสมการที่ใช้ประเมิน ค่าการสูญเสียดินในระยะยาว จากแนวคิดการจัดการพื้นที่ลาดชันและการใช้ที่ดินที่เฉพาะเจาะจง โดยขึ้นอยู่กับ ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (rainfall and runoff erosivity factor : Rm), ค่าปัจจัย ความคงทนของดิน (soil erodibility factor : Km), ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (slope length factor : L), ค่าปัจจัยความลาดชัน (slope steepness factor : S) , ค่าปัจจัยการจัดการพืช (crop management factor : C) , ค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้าง (conservation practice : P) โดยแบบจำลองนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อนำไป ศึกษาและพัฒนางานวิจัยการสูญเสียดินในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการชะล้างของดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง
2. เพื่อทำนายและวิเคราะห์ปริมาณฝนในขนาดของพื้นที่กลุ่มน้ำลำพระเพลิงที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการชะล้างของดินในพื้นที่ศึกษาในอนาคต
3. เพื่อทำนายค่าการสูญเสียดินในอนาคตของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง
4. เพื่อวิเคราะห์และประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ
5. เพื่อวิเคราะห์และเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการชะล้างของดินในพื้นที่กลุ่มน้ำลำพระเพลิง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการแบ่งขอบเขตออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ขอบเขตด้านพื้นที่ ขอบเขตด้านข้อมูล และขอบเขตด้านการทำวิจัย สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.3.1 ขอบเขตการศึกษาด้านพื้นที่

ในการศึกษานี้ทำการศึกษาการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างพิกัด $14^{\circ}18'30'' - 14^{\circ}38'30''N, 101^{\circ}30'00'' - 101^{\circ}54'00''E$ ในระบบ WGS 84 Coordinate โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 815.2 ตารางกิโลเมตร แม่น้ำลำพระเพลิงเป็นลำน้ำสาขาที่สำคัญทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำมูลสายแรก ทางด้านเหนือน้ำ อยู่ติดกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และบริเวณปลายน้ำเป็นที่อยู่อาศัยของประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเขื่อนเป็นเขื่อนดิน ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก 155 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณฝนเฉลี่ย 1,135.80 มิลลิเมตรต่อปี

1.3.2 ขอบเขตการศึกษาด้านข้อมูล

ในการคำนวณค่าการสูญเสียดินของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง ได้นำข้อมูลแผนที่แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) Aster 2011 จากองค์การ USGS , ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี.ศ. 1993 -2017 จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานทั้ง 9 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำฝน M145, บ้านคลองปลากั้ง, ทำน้ำซับ, บ้านซับไทรทอง, บ้านดินอุดม, บ้านบุตะโก, บ้านหนองไทรใต้, บ้านหนองจอก และห้วยโกรกใต้ ข้อมูลชุดดิน มาตราส่วน 1:25000 และข้อมูลการใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:25000 จากกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลจากKNMI Climate Explorer ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนในอนาคต ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย, ปริมาณฝนรายปี, ความชื้นในอากาศ, ความดันที่พื้นผิว, อัตราการระเหย

1.3.3 ขอบเขตด้านการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้นำข้อมูลที่ได้อ้างมาในข้อ1.3.2 มารวบรวมและวิเคราะห์ปริมาณในในอนาคต โดยแบ่งการวิเคราะห์โดยใช้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมเป็น 3 scenario ได้แก่ rcp2.6 rcp4.5 และrcp8.5 ข้อมูลฝนที่ผ่านการวิเคราะห์จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงอนาคตใกล้ปี.ศ. 2018 – 2040 อนาคตกลางปี.ศ.2041 – 2070 และอนาคตไกลปี.ศ. 2071 – 2100 เพื่อนำปริมาณน้ำฝนในอนาคตที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาวรรณกรรมและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากล, แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และโครงข่ายประสาทเทียม
2. ทำการรวบรวมข้อมูลการใช้ที่ดิน ข้อมูลชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากกรมชลประทาน ข้อมูลแผนที่ดิจิทัลจาก USGS และข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกจาก KNMI Climate Explorer
3. ทำการคำนวณสมการการสูญเสียดินสากล โดยใช้เป็นแบบจำลองในArcGIS
4. วิเคราะห์ผลที่ได้รับจากสมการการสูญเสียดินสากลในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง และเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่บริเวณกลุ่มน้ำลำพระเพลิง
5. ทำการทำนายปริมาณฝนในอนาคตโดยใช้ข้อมูลจากกรมชลประทาน ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม พร้อมเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทำนายกับข้อมูลจากกรมชลประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการคำนวณสมการการสูญเสียดินสากล โดยใช้เป็นแบบจำลองในArcGIS โดยใช้ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและระบบโครงข่ายประสาทเทียม
7. ทำการประเมินผลผลิตตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง
- 8.สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงของการชะล้างของดินในพื้นที่ที่ต้องการจะทำการศึกษาได้
2. ได้รับความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ทางสถิติ
3. ได้รับความรู้ความเข้าใจในการใช้งานโปรแกรมโครงข่ายประสาทเทียม
4. สามารถนำฐานข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ ศึกษาต่อในสาขาที่เกี่ยวข้องได้
5. สามารถทำนายปริมาณฝน ได้แม่นยำมากขึ้น
6. สามารถวิเคราะห์ปริมาณการชะล้างของดินที่เกิดขึ้นในอนาคต
7. สามารถวิเคราะห์ปริมาณตะกอนที่ไหลลงเขื่อนที่เกิดขึ้นในอนาคต

1.6 ส่วนประกอบของงานวิจัย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึง ความสำคัญและที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากล แบบจำลองภูมิอากาศโลก โครงข่ายประสาทเทียม รวมไปถึง งานวิจัยในอดีตที่มีความเกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากล แบบจำลองภูมิอากาศโลก และการใช้งานโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง จะกล่าวถึงวิธีและลำดับขั้นในการทดลอง

บทที่ 4 ผลการศึกษา จะกล่าวถึงผลลัพธ์ของการศึกษาของการดำเนินงานในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง

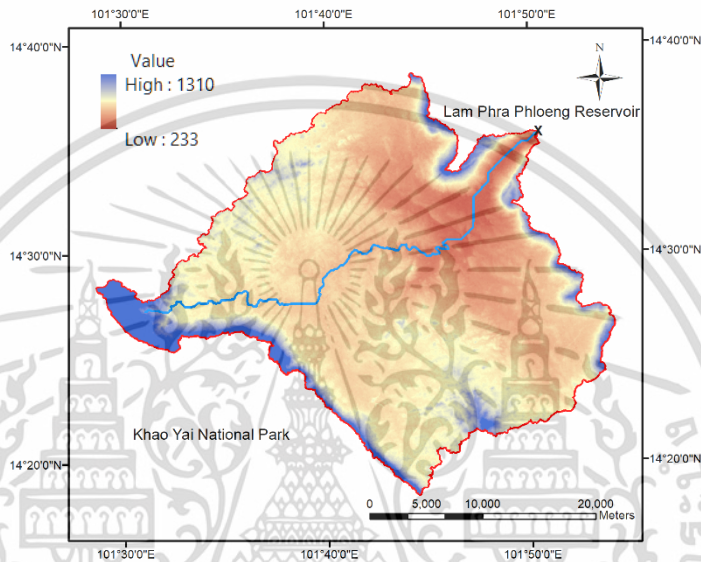
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาจะกล่าวถึง การประเมินค่าการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำลำพระเพลิง ปริมาณตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงทั้งในอดีตและอนาคต

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

2.1.1 พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2.1 พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตั้งอยู่ในเขตอำเภอวังน้ำเขียว อำเภอปากช่อง และอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งเขื่อน 807 ตารางกิโลเมตร เป็นลุ่มน้ำขนาดกลางประกอบด้วยลุ่มน้ำหลัก 4 สาย คือ แม่น้ำลำพระเพลิง คลองกิ คลองไทรและห้วยจอกไหลมา จนถึงเขตชลประทานที่บ้านโคกสำราญ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา มีความยาวจากต้นน้ำถึงคันดินเขื่อนลำพระเพลิงประมาณ 60 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำเป็นพื้นที่เกษตรกรรมของเกษตรกร จะใช้เพาะปลูกพืชตามฤดูกาล เช่น ข้าวโพด อ้อยและไม่ยืนต้น ในลุ่มน้ำลำพระเพลิงนี้มีโครงการเขื่อนลำพระเพลิงที่ทำคลองส่งน้ำเพื่อประโยชน์การชลประทาน เกษตรกรรม

เนื่องจากในลุ่มน้ำนี้มีฝนน้อย การเพาะปลูกโดยทั่วไปจึงขาดแคลนน้ำแต่ในเวลาหน้านองก็ท่วมต้นข้าวที่ยังเล็กอยู่เสียหาย ทำให้ประชาชนได้รับความเดือดร้อนเรื่องน้ำเป็นอย่างมาก เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น กรมชลประทานจึงได้ก่อสร้างเขื่อนลำพระเพลิงและระบบส่งน้ำ เมื่อ พ.ศ. 2506 ก่อสร้างแล้วเสร็จ ในปี พ.ศ. 2510 และเริ่มเก็บกักน้ำในปีเดียวกัน อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง สามารถส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤดูฝน จำนวน 67,760 ไร่ ฤดูแล้ง จำนวน 40,000 ไร่ และส่งน้ำเพื่อการประปาอำเภอ ปักธงชัยและอำเภอโชคชัย โดยลุ่มน้ำลำพระเพลิงตั้งอยู่ระหว่างพิกัด $14^{\circ}18'30'' - 14^{\circ}38'30''N$, $101^{\circ}30'00'' - 101^{\circ}54'00''E$ ในระบบ WGS 84 Coordinate โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำ ทั้งหมด 815.2 ตารางกิโลเมตร

- ทิศเหนือ ติดกับตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
- ทิศใต้ ติดกับตำบลสะพานหิน อำเภอनाดี จังหวัดปราจีนบุรี
- ทิศตะวันออก ติดกับตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
- ทิศตะวันตก ติดกับตำบลหมูสี อำเภอปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา

1) ลักษณะทางอุทกวิทยา

พื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งเขื่อน	807	ตารางกิโลเมตร
พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกัก	11.30	ตารางกิโลเมตร
พื้นที่ผิวน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	15.69	ตารางกิโลเมตร
ปริมาณฝนเฉลี่ย	1,135.80	มิลลิเมตรต่อปี

2) คุณสมบัติของอ่างเก็บน้ำ

ระดับเก็บกัก	+ 267.00 ม. (รทก.)	
ระดับน้ำสูงสุด	+ 273.00 ม. (รทก.)	
ระดับธรณีทอส่งน้ำ	+ 240.00 ม. (รทก.)	
ระดับท้องลำนน้ำ (จุดที่ตั้งทำนบ)	+ 226.00 ม. (รทก.)	
ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก	155.00	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่ระดับน้ำสูงสุด	242.00	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำที่ระดับธรณีทอส่งน้ำ	0.72	ล้านลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ เฉลี่ย	172.05	ล้านลูกบาศก์เมตร

3) เขื่อนดิน

ระดับสันเขื่อน	+ 275.00 ม. (รทก.)	
ความสูงที่จุดลึกสุด	49.00	เมตร
สันเขื่อนกว้าง	8.00	เมตร
สันเขื่อนยาว	575.00	เมตร
ฐานเขื่อนตอนที่กว้างที่สุด	320.00	เมตร
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง (2561)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยทั่วไปจัดอยู่ในเขตร้อนชื้นสลับกับแห้งแล้ง ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในฤดูหนาว ยังได้รับอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน โดยจะมีฝนตกหนักระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงตุลาคมของทุกปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ 1,174 มิลลิเมตร ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารทรัพยากรน้ำ (2549)

ภูมิอากาศในจังหวัดนครราชสีมาแบ่งออกเป็น 3 ช่วงฤดูกาล ดังนี้

- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ระยะเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจากประเทศจีน
- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

2.1.3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาและจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินมาตราส่วน 1:25000 ในจังหวัดนครราชสีมาของกรมพัฒนาที่ดิน (2558) พบว่าโดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง เป็นพื้นที่ป่าไม้ 579,619 ไร่ และพื้นที่เกษตรกรรม 268,665 ไร่ ซึ่งมีรายละเอียดปลีกย่อย ดังตารางที่ 2.1 จำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ตารางที่ 2.1 จำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

การใช้ที่ดิน	LULC Code	พื้นที่ (km ²)
เกษตรผสมผสาน	A0	1.9136
พื้นที่นา	A1	2.3072
พืชไร่	A2	336.944
ไม้ยืนต้น	A3	22.328
ไม้ผล	A4	51.8752
พืชสวน	A5	3.7104
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	A7	9.1856
ป่าไม่ผลัดใบ	F1	812.5968
ป่าผลัดใบ	F2	49.3008
ป่าปลูก	F5	63.8928
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M	52.8784
เขตเมือง	U	42.928

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะของชุดดินในบริเวณพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาและจัดทำแผนที่ชุดดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ. 2545 มาตรฐาน 1:25000 ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่าในพื้นที่ศึกษามีชุดดินที่ 47 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งชุดดินชนิดนี้ พบบริเวณพื้นที่ดอน ที่มีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดจนถึงเนินเขา เป็นดินต้น มีการระบายน้ำดี เนื้อดินเป็นพวกดินเหนียวหรือดินร่วนที่มีเศษหินปะปนมาก มักพบชั้นหินพื้นต้นกว่า 50 เซนติเมตร สีดินเป็นสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึงปานกลาง ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ เป็นดินต้น มีเศษหินปะปนอยู่ในเนื้อดินเป็นปริมาณมาก มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ บางแห่งมีความลาดชันสูง ดินจะมีปัญหาเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายอย่างรุนแรง ชุดดินที่พบได้แก่ ชุดดินหินซ็อน(Hs) ชุดดินโคกเคียน(Kok) ชุดดินลี(Li) และชุดดินมวกเหล็ก(MI) เป็นต้น กรมพัฒนาที่ดิน (2550) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่ของกลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

กลุ่มชุดดิน/พื้นที่เบ็ดเตล็ด	ชุดดิน	พื้นที่ (km ²)
22	Kkn-s1A, Kss-s1A, Sda-s1A, St-s1A	2.56
29B	Bg-cB, Ct-cB, Kbr-cB, Nm-cB, Pc-cB	22.89
29C	Bg-cC, Kbr-cC, Nm-cC, Pc-cC	21.61
31B	Lo-cB, Nsu-cB, Ppm-cB, Wi-cB	11.14
31C	Lo-cC, Wi-cC	46.51
35B	Ds-s1B, Kt-s1B, Mb-s1B, Suk-s1B, Wn-s1B	14.89
35C	Ds-s1C	2.58
40C	Cpg-s1C, Mki-s1C, Ptc-s1C	8.35
44C	Cu-lsC, DK-lsC, Ng-lsC	3.41
47B	Hs-clB, Kok-clB, Li-gclB, ML-gclB	13.36
47C	Hs-clC, Kok-clC, Li-gclC, Li/ML-gclC, ML-gclC	147.88
47D	Hs-clD, Li-gclD, Li/ML-gclD, ML-gclD	136.83
47E	Hs-clE, Li-gclE, Li/ML-gclE, ML-gclE	41.71
48B	Wk-s1B	2.56
48C	Wk-s1C	15.49
48D	Wk-s1D	16.63
48E	Wk-s1E	6.28
52B	Tk-cB	6.72
55B	Ct-clB, Tpr-clB, Ws-clB	12.65
55C	Ct-clC, Ws-clC	23.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) เนื้อที่ของกลุ่มชุดดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

กลุ่มชุดดิน/พื้นที่เบ็ดเตล็ด	ชุดดิน	พื้นที่ (km ²)
55D	Ct-clD, Ws-clD	8.21
56D	Bo-slD, Png-slD	2.18
ES	หน้าผาชัน	39.21
F	พื้นที่บ่อลูกรัง	98
ML	ที่ดินดัดแปลง เช่น โรงพยาบาล, โรงงานอุตสาหกรรม, บ้านจัดสรร, สนามกอล์ฟ	0.57
RL	พื้นที่เต็มไปด้วยก้อนหิน	4.63

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวข้อง

2.2.1 สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE)

สมการการสูญเสียดินสากลได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยกรมการเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S.Department of Agriculture : USDA) ในปีค.ศ.1961 และในปีค.ศ.1978 Wisheier and Smith ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$A = RKLSCP \quad (2.1)$$

A เป็นค่าการสูญเสียดินต่อพื้นที่ ซึ่งได้จากการคำนวณโดยการคูณค่าปัจจัยต่างๆ 6 ปัจจัยค่านี้เป็นการประเมินค่าเฉลี่ยรายปีของการชะล้างพังทลายของช่องว่างระหว่างร่องรื้อ (Inter rill) กับ ร่องรื้อ (rill) จากพายุฝนสำหรับพื้นที่ตอน โดยทั่วไปค่านี้ไม่รวมการชะล้างพังทลายจากร่องลึก (gully erosion) หรือการพังทลายจากลม แต่ค่านี้จะรวมตะกอนดินที่ถูกพัดพามาก่อนที่จะถึงตอนล่างของน้ำ (down slope stream) หรือในอ่างเก็บน้ำ (reservoir)

R เป็นค่าปัจจัยของน้ำฝนและน้ำท่า (rainfall and runoff erosivity factor) ซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง ตามปกติค่านี้จะเป็นค่าแสดงความหมายถึงค่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยดัชนีการชะล้างพังทลาย (erosion index units)

K เป็นค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (soil erodibility factor) เป็นค่าเฉพาะแต่ละชั้นของดิน (soil horizon) ค่า K เป็นค่าที่แสดงความหมายถึงการสูญเสียดินต่อหน่วยของพื้นที่ต่อหน่วยแปลงทดลองของ R (หน่วยแปลงทดลอง คือแปลงทดลองมีขนาดความยาว 72.6 ฟุต ซึ่งมีความลาดเทสม่ำเสมอ 9% ปล่อยดินไว้ว่างเปล่าตลอดเวลา และมีการไถพรวนดินเท่าที่จำเป็น) การเลือกขนาดของแปลงยาว 72.6 ฟุต กว้าง 6 ฟุต เนื่องจากจากตอนเริ่มการศึกษานั้นการชะล้างพังทลายของดินทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสหรัฐอเมริกา มีขนาดของแปลงยาว 72.6 ฟุต กว้าง 6 ฟุต และมีความลาดเทใกล้เคียง 9% โดยการที่ปล่อยดินไว้ว่างเปล่า เพราะต้องการประเมินค่าการสูญเสียดิน จากสภาวะใดสภาวะหนึ่งของแปลงทดลองที่ใช้ในพื้นที่การเกษตร โดยไม่มีอิทธิพลจากพืชเข้ามาเกี่ยวข้อง

L เป็นค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (slope length factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย (เป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ความยาวของความลาดเทที่แท้จริง) L เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดิน เนื่องจากความยาวของความลาดเทที่แท้จริง กับความยาว 72.6 ฟุต ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกัน

S ปัจจัยความชันของความลาดเท (slope steepness factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย (เป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ความยาวของความลาดเทที่แท้จริง) S เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากความลาดชันที่แท้จริงกับความชัน 9 % ซึ่งอยู่ภายใต้สภาวะเงื่อนไขเดียวกัน

C เป็นค่าปัจจัยการจัดการพืช (crop management factor) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย C เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมกับพื้นที่ที่ปราศจากพืชคลุมดิน ซึ่งใช้ในการหาค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน

P เป็นค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย (conservation practice) เป็นค่าที่ไม่มีขนาดหรือหน่วย P เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์แบบต่างๆ เช่น ทำแนวคันดิน (contouring) หรือการปลูกพืชแบบขั้นบันได (terracing) กับการเพาะปลูกขั้นลงตามความลาดเท

สมการการสูญเสียดินสากลได้เริ่มใช้กันอย่างแพร่หลายมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1965 โดยได้มีการปรับปรุงแก้ไขกันอยู่ตลอดเวลาจน ปีค.ศ.1978 ได้มีการปรับปรุง ประเมินค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์จากสมการนี้ได้กว้างขวางมากขึ้น สามารถนำไปใช้ในการทำนายการเกิดการพังทลายของดินในบริเวณอื่นนอกจากพื้นที่เพาะปลูก เช่น บริเวณก่อสร้าง ทุ่งหญ้า สวนป่า เป็นต้น (สมเจตน์ 2526)

ความถูกต้องในการใช้สมการเพื่อคาดคะเนการสูญเสียดินได้ดีก็ต่อเมื่อเป็นดินที่มีเนื้อดินปานกลาง (medium texture soil) อยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 3-18 % มีความยาวของความลาดเทไม่เกิน 400 ฟุต ตลอดจนมีการปลูกพืชและมีการจัดการคล้ายกับแปลงทดลองการสูญเสียดิน อีกประการหนึ่งสมการนี้เป็นการคาดคะเนการสูญเสียดินเฉลี่ยระยะยาวมากกว่าเป็นค่าของปีใดปีหนึ่งเฉพาะ สมการการสูญเสียดินสากลได้ถูกใช้กันอย่างกว้างขวางมากในการวางแผนการอนุรักษ์ดินที่ใช้ชนิดของพืชช่วยในการปรับปรุงและบำรุงดิน ซึ่งสมการดังกล่าวสามารถใช้ประมาณการชะล้างพังทลายของดินรายปีได้ดีจนเป็นที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การประเมินค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor, R)

ฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอ ทำให้ความรุนแรงของฝนที่ตกลงมาในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ มีความแตกต่างกันไป เป็นผลให้ปริมาณการถูกชะล้างพังทลายของดินแตกต่างกันไป ค่า R เป็นค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดิน กับปริมาณความหนาแน่นของฝน (Rainfall Intensity) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่ง Wischmeier และ Smith ได้สร้างสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นในปี ค.ศ.1958 คือ

$$E = 11.9 + 8.73 \log_{10} I \quad (2.2)$$

เมื่อ E เป็นพลังงานจลน์ของฝนต่อหนึ่งหน่วย (จูล์น/ตารางเมตร/มิลลิเมตร)

I เป็นความหนาแน่นของฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

ในปี ค.ศ.1959 Wischmeier พบว่าปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างจากแปลงทดลองว่างเปล่า (ไม่ปลูกพืช) มีความสัมพันธ์สูงมากกับค่าสะสมของพลังงานจลน์ฝนสูงสุด คือช่วงความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที จึงเรียกพลังงานจลน์ของฝนว่า E_{30} และนำมาสร้างเป็นสมการหาค่าตัวแปร R แต่มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้คิดค่าพลังงานจลน์ของฝนออกไปเป็นช่วงเวลาต่างๆ ที่มากกว่า 30 นาที เช่น $KE > 1$ ของ Hudson จึงทำให้รูปแบบของสมการหาค่าตัวแปร R เปลี่ยนตามไปด้วย

สำหรับประเทศไทย [3] ได้สร้างสมการเพื่อประเมินค่าตัวแปร R นี้ขึ้นจากสมการ E_{30} และ $KE > 1$ แต่ที่นำมาใช้คือ E_{30} เนื่องจากเป็นค่าที่เหมาะสมกับปริมาณฝนของประเทศไทยในปัจจุบัน คือ

$$R = 0.4669X - 12.145 \quad (2.3)$$

เมื่อ R เป็นค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (ตัน/เฮกเตอร์/ปี)

X ค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร/ปี)

2. การประเมินค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor : K)

จากการศึกษาของ Wishmeier และ Smith (1978) ได้อธิบายว่า ปริมาณการสูญเสียดินจะมากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ ความรุนแรงของฝน ปริมาณการปกคลุมดินของพืช และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่มากกว่าคุณสมบัติของดินเอง อย่างไรก็ตามสามารถพบได้ว่า ภายใต้สภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน ดินชนิดหนึ่งถูกชะล้างพังทลายได้ง่ายกว่าดินอีกชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากสมบัติเฉพาะตัวของดินเอง เป็นสำคัญ สมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility) การวัดค่าความคงทนของดิน หรือปัจจัย K เพื่อใช้ในสมการสูญเสียดินสากล เป็นผลที่ได้จากการศึกษาดินชนิดหนึ่งๆ ในแปลงทดลองขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 6 ฟุต ยาว 72.6 ฟุต บนความลาดเท 9% ในสภาพที่มีการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดชัน และปล่อยดินไว้ว่างเปล่าตลอดเวลาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี แปลงทดลองในลักษณะนี้ ค่าของตัวแปร L,S,C,P ต่างมีค่าเท่ากับ 1 และค่า K จะคำนวณได้จาก $K = A/EI$ เมื่อ A คือตัวเลขปริมาณการสูญเสียดินที่ตรวจวัดได้จากแปลงทดลอง และ EI คือ ค่าตัวเลขปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน ค่า K ที่คำนวณได้สำหรับดินชนิดหนึ่ง คือตัวเลขแสดงอัตราส่วนการสูญเสียดินต่อหน่วยปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน

กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ศึกษาการประเมินค่าตัวแปร K ของดินในประเทศไทยจากแผนภาพ Nomograph โดยอาศัยคุณสมบัติ 5 ประการ ของตัวแทนชุดดิน (soil series) ที่มีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ ผลจากการศึกษาแนะนำให้ใช้สำหรับประเมินค่าตัวแปร K อย่างง่ายโดยพิจารณาจากเนื้อดินบนสภาพพื้นที่กำเนิดดิน และภูมิภาคที่พบ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.3 ค่า K ของดินในภูมิภาคต่างๆ

เนื้อดิน	ค่า K									
	บริเวณที่สูง					บริเวณที่ลุ่มต่ำ				
	ตอ/น.	เหนือ	กลาง	ตต.	ใต้	ตอ/น.	เหนือ	กลาง	ตต.	ใต้
Sand	-	-	-	0.05	0.04	-	-	-	0.05	0.04
Loamy Sand	0.04	0.05	0.08	0.07	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
Sandy loam	0.29	0.27	0.30	0.19	0.20	0.26	0.30	0.26	0.34	0.30
Loam	0.29	0.33	0.33	0.30	0.33	0.35	0.35	0.43	0.33	0.34
Silt Loam	0.37	0.49	0.56	0.21	0.40	0.34	0.34	0.47	0.44	0.39
Silt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.57
Sandy Clay loam	0.24	0.21	0.20	0.25	0.19	0.20	0.22	0.21	0.23	0.21
Clay loam	0.25	0.24	0.28	0.30	0.29	0.36	0.27	0.19	0.25	0.31
Silty Clay loam	0.46	0.35	0.38	0.37	0.31	0.43	0.42	0.29	0.38	0.21
Sandy Clay	-	-	0.15	-	-	-	0.17	0.17	0.18	0.18
Silty Clay	0.23	0.21	0.26	0.19	0.22	0.27	0.27	0.23	0.29	0.29
Clay	0.13	0.15	0.14	0.12	0.11	0.15	0.18	0.18	0.14	0.14

การจัดทำแผนที่แสดงการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยครั้งนี้ ประเมินค่า K โดยยึดถือผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (2526) ข้างต้น ทำการประเมินโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ราบ และพื้นที่สูง ซึ่งพื้นที่แต่ละส่วนมีรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจดินที่แตกต่างกันคือ

1) พื้นที่ราบ มีความหมายรวมถึง ที่ราบลุ่มน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา มีความลาดชันน้อยกว่า 35% พื้นที่ส่วนนี้ประเมินค่า K ของกลุ่มชุดดินโดยใช้แผนที่กลุ่มชุดดิน ระดับจังหวัด มาตรฐาน 1:50000 ของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นฐานข้อมูลในการจำแนกค่า K ของพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

2) พื้นที่สูง ครอบคลุมถึงพื้นที่หุบเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจำแนกเป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตรฐาน 1:50000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่ส่วนนี้ใช้แผนที่ธรณีวิทยา ระดับภาคมาตรฐาน 1:500000 ของกรมทรัพยากรธรณี เป็นข้อมูลฐานในการจำแนกค่า K ของพื้นที่ เมื่อทราบหน่วยธรณีวิทยา จะทำให้ทราบถึงชนิดของดินและเนื้อดิน โดยอ้างอิงตามผลการสำรวจดินโครงการพัฒนาพื้นที่สูง ของกรมพัฒนาที่ดิน (2534)

ตารางที่ 2.4 ค่า K ตามกลุ่มชุดดินในภูมิภาคต่างๆ

กลุ่มชุดดิน	ภาคใต้	ภาคเหนือ	ตอ.เฉียงเหนือ	ตะวันออก	กลาง/ตะวันตก
1-5	0.14	0.18	0.15	0.14	0.18
6-7	0.31	0.27	0.36	0.35	0.29
8	0.14	0.18	0.15	0.14	0.18
9	0.21	0.27	0.21	0.14	0.29
10-14	0.14	0.18	0.15	0.14	0.18
15	0.31	0.27	0.36	0.35	0.29
16	0.34	0.34	0.34	0.44	0.47
17-20	0.30	0.30	0.26	0.34	0.26
21	0.34	0.35	0.35	0.33	0.43
22	0.04	0.06	0.05	0.08	0.07
23	0.04	0.06	0.16	0.05	0.07
24	0.04	0.06	0.05	0.08	0.07
25	0.30	0.30	0.26	0.34	0.26
26	0.33	0.30	0.18	0.25	0.29
27	0.22	0.18	0.18	0.27	0.18
28	0.11	0.15	0.13	0.12	0.14
29-31	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
32	0.33	0.30	0.26	0.30	0.36
33	0.40	0.49	0.37	0.44	0.56
34	0.20	0.19	0.26	0.19	0.21
35-40	0.20	0.27	0.24	0.19	0.34
41	0.04	0.05	0.04	0.07	0.08
42	0.04	0.05	0.14	0.05	0.04
43	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
44	0.07	0.05	0.04	0.05	0.08
45	0.33	0.30	0.18	0.30	0.30
46	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
47	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
48-49	0.20	0.27	0.24	0.34	0.34
50	0.20	0.19	0.26	0.19	0.23
51	0.20	0.15	0.26	0.19	0.25
52	0.29	0.24	0.25	0.30	0.28
53	0.33	0.30	0.18	0.30	0.30
54-55	0.29	0.24	0.25	0.14	0.28
56	0.20	0.27	0.24	0.34	0.34
57-58	0.35	0.35	0.30	0.35	0.35
59	0.34	0.35	0.35	0.33	0.43
60	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33
61	0.33	0.33	0.29	0.30	0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การประเมินค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ (Slope Length and Slope Steepness factors , LS)

สภาพพื้นที่มีบทบาทสำคัญต่อการชะล้างพังทลายของดินใน 2 ทาง คือ ความยาวของความลาดเท (Slope Length) และความชัน(Slope Gradient) Wismeier และคณะ (1978) กล่าวว่าการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองกับการสูญเสียดินในแปลงทดลอง ที่กระทำอย่างต่อเนื่องในสภาพแวดล้อมหลากหลายเป็นระยะเวลาานาน ทำให้สามารถพัฒนาสมการคณิตศาสตร์เพื่อใช้คำนวณค่าของปัจจัย LS สำหรับในการใช้ USLE ได้ จากสมการแรกที่แนะนำโดย Wismeier และ Smith (1978) ในปีค.ศ.1957 มีการนำไปใช้ และปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในหลายประเทศ

การศึกษาค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L) และค่าปัจจัยความชัน (S) มีความสำคัญต่อการคาดคะเนการสูญเสียดินตามสมการการสูญเสียดินสากล ทั้งนี้เพราะเป็นที่กล่าวถึงกันมากกว่า ค่าการสูญเสียดินที่คำนวณได้มักมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริง และค่าตัวแปร L และ S มักมีค่าสูงและส่งผลกระทบต่อการคำนวณค่าการสูญเสียดินมากกว่าปัจจัยอื่น กรมพัฒนาที่ดินจึงจัดทำการศึกษาเปรียบเทียบการคำนวณค่าตัวแปร L และ S จากสมการต่างๆ จากที่ใช้ในหลายๆประเทศและนำมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย เพื่อกำหนดบรรทัดฐานของการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยระดับประเทศและระดับภูมิภาค

1) ความยาวของความลาดเท (Slope Length)

Wishmeier และคณะ (1978) อธิบายว่า ความยาวของความลาดเท หมายถึง ระยะทางตามแนวราบตั้งแต่จุดเริ่มมีน้ำไหลเอ่อผิวดิน ถึงจุดใดจุดหนึ่งต่อไปนี้ คือ จุดที่มีความลาดชันเปลี่ยนจนลดลงจนเกิดการทับถมของตะกอน หรือจุดที่มีการรวมตัวของน้ำไหลบ่า

McCool และคณะ (Wishmeier และ คณะ (1978)) กล่าวว่าโดยทั่วไปน้ำจะไหลรวมตัวกันภายในระยะทางไม่เกิน 400 ฟุต ซึ่งถือได้ว่าเป็นความยาวสูงสุดของความลาดชัน อย่างไรก็ตามพบว่ามีบางพื้นที่ความลาดชันยาวถึง 1000 ฟุต หากพื้นที่นั้นมีการไถพรวนดินเป็นร่องยาว ความยาวของความลาดเทสามารถตรวจวัดในสนามได้ด้วยเครื่องมืออย่างง่าย สำหรับพื้นที่ลาดชันมากระยะทางที่วัดได้ต้องนำมาแปลงเป็นค่าระยะทางในแนวราบก่อน การวัดค่าความยาวความลาดเทจากแผนที่เส้นความสูง (contour) จะได้เส้นที่ยาวมากเพราะแผนที่ส่วนใหญ่ไม่มีบอกจุดรวมตัวของน้ำ ซึ่งเป็นจุดปลายสุดของความยาวของความลาดเท ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเทในUSLE คือตัวเลขแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินต่อหน่วยความยาวของความลาดชัน เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของความลาดเทและการชะล้างพังทลายแบบแผ่น (sheet erosion) และการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) ไม่นับรวมถึงการชะล้างพังทลายแบบอื่นนอกเหนือจากนี้

สมการคำนวณค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L) โดย Wishmeier และ Smith (1978) ในปี ค.ศ.1957 คือ

$$L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^m \quad (2.4)$$

L คือ ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท ในสมการUSLE

λ คือ ระยะทางตามแนวราบของพื้นที่ลาดชัน นับจากจุดเริ่มมีน้ำไหลเอ่อผิวดิน ถึงจุดที่มีความลาดชันเปลี่ยนแปลงจนเกิดการทับถมของตะกอน หรือจุดที่มีการรวมตัวของ น้ำเป็นร่อง มีหน่วยเป็นเมตรซึ่ง McCool และคณะ (Wishmeier และ คณะ (1978)) กล่าวว่า ควรมีระยะทางไม่เกิน 400 ฟุต หรือถ้าพื้นที่นั้นใช้รถไถพรวนเป็นร่องยาว ค่านี้อาจยาวได้ถึง 1000 ฟุต

22.13 คือความยาวของแปลงทดลองมาตรฐานมีหน่วยเป็นเมตร

m คือตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดชัน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนระหว่างการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) ที่เกิดจากน้ำไหลบ่า กับการชะล้างพังทลายระหว่างริ้ว (interrill erosion) ที่เกิดจากการกระทำของเม็ดฝน บนพื้นที่ลาดชันสูงค่า m จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการชะล้างพังทลายแบบริ้ว มีมากกว่าการชะล้างพังทลายระหว่างริ้ว

m = 0.2 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 0-1.0%

m = 0.3 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 1.1-3.0%

m = 0.4 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 3.1-5.0%

m = 0.5 สำหรับพื้นที่ลาดชัน > 5.0%

ตารางที่ 2.5 ค่าความยาวของความลาดเท

ชั้นความลาดชัน	ความชัน (%)	ความยาวของความลาดเท λ (เมตร)
A	0-2	150
B	2-5	150
C	5-12	100
D	12-20	50
E	20-35	50
F	มากกว่า 35	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความชัน (Slope gradient)

McCool และคณะ (1997) อธิบายว่า ความชันของพื้นที่ที่สามารถตรวจวัดได้ในสนาม ด้วยเครื่องมือวัดความลาดเอียง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชันกับการสูญเสียดิน ในแปลงทดลอง ทำให้สามารถพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณค่าปัจจัยความชัน สำหรับUSLE ค่าปัจจัยความชันคือ ตัวเลขแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินต่อหน่วยความชัน เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความชันต่อการชะล้างพังทลายแบบแผ่น (sheet erosion) และการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) ไม่รวมถึงการชะล้างพังทลายแบบอื่น นอกเหนือจากนี้

Wishmeier และ Smith (1978) ได้กำหนดสมการสำหรับพื้นที่ลาดชัน 0-9% คือ

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2 \quad (2.5)$$

โดย S คือ ค่าปัจจัยความชันของความลาดเท
s คือ % slope

4. การประเมินค่าปัจจัยการจัดการพืช (Crop management factor, C)

ค่าปัจจัยการจัดการพืช(C) เป็นดัชนีที่ได้จากอัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดิน จากแปลงทดลองที่มีการปลูกพืชและการจัดการพืชชนิดใดชนิดหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดิน ที่ถูกชะล้างมาจากแปลงทดลองที่ปล่อยให้ว่างเปล่า และไหลพรวนขึ้นลงตามแนวความลาดเท ค่าปัจจัยการจัดการพืชเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึง

- ประสิทธิภาพของพืช พืชแต่ละชนิดมีความสามารถกักกันการตกกระแทกของฝน ได้แตกต่างกัน และช่วงเวลาในการเจริญเติบโตหรืออายุก็มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน
- ลักษณะการปกคลุมของพืชแต่ละชนิด ว่าปกคลุมดินได้มากน้อยเพียงใด
- วิธีการปฏิบัติในการปลูกพืชหรือระบบการปลูกพืช

ค่าปัจจัยการจัดการพืช ในUSLEที่ถูกต้องนั้นจะต้องได้จากการทดลองตามธรรมชาติ ซึ่งปล่อยให้พืชพรรณเจริญเติบโตไปตามขั้นตอนและพฤติกรรมตามธรรมชาติของฝนที่ตก ตลอดจนกรรมวิธีในการปลูกพืชแต่ละแห่ง เนื่องจากข้อมูลการทดลองในด้านนี้ประเทศไทย ยังมีข้อมูลน้อย ทำให้ต้องนำผลการทดลองของต่างประเทศมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย ตามความเหมาะสม ค่าปัจจัยการจัดการพืชได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

5. การประเมินค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation Practice factor,P)

ปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ค่า P เป็นปัจจัยแสดงสมรรถนะในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินที่ได้จากอัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดินที่ได้จากแปลงทดลองที่มีการใช้วิธีการอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่ง กับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่ไถพรวนดินขึ้นลงตามความลาดชัน การปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ได้แบ่งออกเป็น 4 มาตรการที่สำคัญ ได้แก่

- การทำเกษตรกรรมตามแนวระดับ (Contouring)
- ควบคุมแนวการปลูกพืชและปรับพื้นที่เป็นคันดินเป็นการทำแนวระดับที่แน่นอนและปรับพื้นที่ลาดชันให้สม่ำเสมอและมีแนวการเบนน้ำออกไปจากพื้นที่
- การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ (Contour strip cropping)
- การทำขั้นบันได (Terracing)

การกำหนดค่า P นั้นการทำนาในกรณีที่มีคันนาก็นับว่าเป็นระบบการทำคันดิน ซึ่งเป็นระบบการอนุรักษ์แบบหนึ่ง จากการศึกษาพบว่ามีความใกล้เคียงเท่ากับ 0.1 ค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 ค่าปัจจัยการจัดการพืช และค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดินตามชนิดของการใช้ที่ดินตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.6 ค่าปัจจัยการจัดการพืช และค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดินตามชนิดของการใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดิน	LULC Code	C	P
เกษตรผสมผสาน / ไร่สวนผสม	A0	0.255	1.000
พื้นที่นา	A1	0.280	0.100
พืชไร่	A2	0.525	1.000
ไม้ยืนต้น	A3	0.150	1.000
ไม้ผล	A4	0.300	1.000
พืชสวน	A5	0.600	1.000
ไร่มุมนเวียน	A6	0.250	1.000
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	A7	0.100	1.000
ป่าไม่ผลัดใบ	F1	0.003	1.000
ป่าผลัดใบ	F2	0.048	1.000
ป่าปลูก	F5	0.088	1.000
วนเกษตร	F6	0.088	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ค่าปัจจัยการจัดการพืช และค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลาย
ของดินตามชนิดของการใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดิน	LULC Code	C	P
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M	0.015	1.000
น้ำ	W	0.000	0.000
เขตเมือง	U	0.000	0.000

2.2.2 ผลของการตกตะกอน

เซลล์ี กล่าวถึงการตกตะกอนเป็นการรบกวนกัน จากการแยกตัวออกจากของเหลวของพวกชิ้นส่วนที่เป็นของแข็ง ซึ่งการตกตะกอนที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น มีผลกระทบหลายประการ เช่น ผลที่เกิดขึ้นในลำน้ำ ตะกอนที่ตกในลำน้ำจะทำให้ลำน้ำนั้น ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อท้องน้ำตื้นเขิน ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ระดับของลำน้ำ และทางเดินของกระแสน้ำ Selly (1976)

1. การตกตะกอนในที่ที่มีคันดิน (Embankments) เมื่อมีการตะกอนตกในที่ที่มีคันดิน จะทำให้น้ำท่วมสูงขึ้น ความจุของลำน้ำน้อยลงจึงต้องเสริมสันคลองให้สูงตาม ซึ่งจะทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป

2. ผลผลิตที่เกิดในอ่างเก็บน้ำที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของโครงสร้าง โดยมีผลต่อท่อระบายน้ำอ่างเก็บน้ำ , ผลกระทบต่อความมั่นคงของโครงสร้างของส่วนประกอบของอ่างเก็บน้ำ , ผลกระทบต่อความมั่นคงของโครงสร้างของตัวเขื่อนทั้งแรงดันเนื่องจากตะกอนและการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้มีการกัดกร่อนในวัสดุของการก่อสร้าง ซึ่งควรจะมีการตรวจสอบความจุอ่างเก็บน้ำ เมื่อถึงฤดูแล้งอ่างเก็บน้ำจะมีน้ำน้อย เพราะมีตะกอนตกทับถม บริเวณกันและขอบอ่างเก็บน้ำทุกปี ซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของพื้นที่ลุ่มน้ำในหลายๆด้าน

3. การเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำ ท้องน้ำเดิมเมื่อมีตะกอนมากขึ้น ตะกอนก็จะทับถมทำให้ความลาดชันของท้องน้ำเปลี่ยนและท้องน้ำก็จะพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาพสมดุล ทำให้ตะกอนตกเพิ่มขึ้น ตะกอนที่ตกหลังเขื่อนในอ่างเก็บน้ำ จะทำให้ท้องน้ำเปลี่ยนไปโดยตรงหลังเขื่อนจะมีตะกอนเล็ก (Suspension Load) ตกมาทับถมก่อน ภายหลังตะกอนท้องน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนที่มาจากนารวมทับถมกันในอ่างเก็บน้ำ (นพคุณ โสมสิน. 2538)

2.2.3 การประเมินผลผลิตตะกอน

การหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน กับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio หรือ SDR) อิทธิพลของปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียดิน ไม่ว่าจะเป็นการกัดเซาะแบบร่องลึก การกัดเซาะแบบริ้ว การกัดเซาะแบบแผ่น และการพังทลายริมฝั่งแม่น้ำ จะถูกนำมาลบด้วยส่วนที่ตกตะกอนในตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำ ก่อนถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำคือปริมาณตะกอนรวม (Total sediment yield) ตามทฤษฎีการพังทลายของดินจะไม่ถูกพัดพาไปยังตอนล่างทั้งหมด แต่บางส่วนจะตกอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ในลุ่มน้ำรวมถึงในแม่น้ำด้วย โดยสัดส่วนของการชะล้างพังทลายของดินกับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาในลำน้ำที่จุดตรวจวัด พบว่าปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ ถ้าเป็นวัตถุขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปโดยแขวนลอยไปกับน้ำ ในขณะที่วัตถุขนาดใหญ่จะเป็นส่วนของตะกอนเคลื่อนที่ไปตามท้องน้ำ ปวิช สนั่นเมือง (2550)

ในการคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตตะกอน และปริมาณการชะล้างของดินทั้งหมด ณ บริเวณที่เราสนใจ

$$SDR = Y/E \quad (2.6)$$

โดย SDR คืออัตราส่วนปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ
 Y คือผลผลิตตะกอน
 E คือปริมาณการชะล้างของดินทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่

การประยุกต์แนวคิดของ Renfro (1975) เรนโพรได้พัฒนาแนวคิดสมการ SDR ของ Maner's (1962) โดยได้ใช้ค่าผลผลิตตะกอนจากลุ่มน้ำทั้งหมด 14 ลุ่มน้ำ ในพื้นที่ Blackland Prairie ในรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแบบจำลองนี้มีความสัมพันธ์ระหว่าง SDR และพื้นที่ลุ่มน้ำที่ดี ($R^2 = 0.92$) โดยมีสมการดังนี้

$$\log(SDR) = 1.7935 - 0.14191 \log(A) \quad (2.7)$$

โดย A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (km^2)

การประยุกต์แนวคิดของ Vanoni (1975) วาโนนิได้ใช้ข้อมูลจากการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำกว่า 300 แห่งทั่วโลกในการพัฒนาแบบจำลองในรูปแบบฟังก์ชันยกกำลัง โดยแบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองหนึ่งทีพิจารณาลักษณะโดยทั่วไปเพื่อประมาณค่าปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ โดยมีสมการดังนี้

$$SDR = 0.42A^{-0.125} \quad (2.8)$$

โดย A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (mile²)

การประยุกต์แนวคิดของ Boyce (1975) บอยซ์ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ กับพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำ ตามทฤษฎีของบอยซ์ บริเวณที่มีความชันมากที่สุดในพื้นที่ลุ่มน้ำ จะเป็นบริเวณที่ทำให้เกิดปริมาณตะกอนต่อพื้นที่มากที่สุด และอ่างเก็บน้ำที่มีขนาดใหญ่และความจุมาก ก็จะมีพื้นที่ที่ทำให้ตะกอนไหลลงเขื่อนได้มากเช่นกัน โดยมีสมการดังนี้

$$SDR = 0.375A^{-0.2382} \quad (2.9)$$

โดย A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ (km²)

การประยุกต์แนวคิดของ Williams และ Berndt's (1977) เป็นการใชความชันของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ เพื่อทำนายปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่แม่น้ำ โดยมีสมการดังนี้

$$SDR = 0.627SLP^{0.403} \quad (2.10)$$

โดย SLP คือ %ความชันของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีของ Manner's (1958) แมนเนอร์แนะนำว่าควรใช้อัตราส่วน ความสัมพันธ์ระหว่าง ผลต่างของระดับระหว่างระดับความสูงเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ กับระดับความสูงที่จุดระบายน้ำของเขื่อน กับ ระยะทางที่มากที่สุดในกลุ่มน้ำ โดยมีสมการดังนี้

$$\log(SDR) = 2.94259 + 0.82362 \log\left(\frac{R}{L}\right) \quad (2.11)$$

โดย R คือความต่างของระดับระหว่าง ระดับความสูงเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ กับ ระดับความสูง ณ จุดระบายน้ำ
L คือระยะทางที่มากที่สุดของกลุ่มน้ำ โดยวัดขนานกับเส้นแม่น้ำ ของกลุ่มน้ำหลัก

2.2.4 แบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Models)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นผลทางตรง หรือทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป นอกเหนือจากความผันแปรตามธรรมชาติ กิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง คือ กิจกรรมที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) ในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุให้ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) รุนแรงกว่าที่ควรจะเป็นตามธรรมชาติ และส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลกสูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global warming)

- ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบของบรรยากาศ และมีคุณสมบัติยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ และเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ ฯลฯ

- ภาวะเรือนกระจก คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในบรรยากาศ จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก

- ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง ภาวะโลกร้อนอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนระดับน้ำทะเล และมีผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อพืช สัตว์ และมนุษย์

แบบจำลองภูมิอากาศโลก หรือ GCMs เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยใช้ตัวเลขแสดงผลของการเปลี่ยนแปลงของแต่ละเหตุการณ์จำลอง เพราะฉะนั้นเพื่อให้สามารถคำนวณได้จึงทำการแบ่งโลกออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อยๆ (Grid) โดยตัวแปรที่ถูกทำนายนั้นจะถูกคำนวณลงในแต่ละจุดบนสี่เหลี่ยมนั้น และด้วยแบบจำลองภูมิอากาศโลกนี้จะคำนวณโดยการแบ่งโลกออกเป็นส่วนๆ จึงทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำนายมาใช้ได้โดยตรงเนื่องจากขนาดพื้นที่ที่ถูกทำนาย มีขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องมีการลดขนาด (Downscale)

1. การลดขนาด (Downscale)

การลดขนาดคือการปรับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเพื่อให้สามารถนำมาปรับใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะว่าข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกมีขอบเขตพื้นที่ที่ใหญ่ข้อมูลจึงมีความแม่นยำต่ำ การที่จะนำมาใช้กับพื้นที่ของประเทศไทยได้แม่นยำนั้น จำเป็นต้องมีการลดขนาดของแบบจำลอง

2. เหตุการณ์จำลอง (Scenario)

เหตุการณ์จำลองที่ใช้การใช้ภาพฉายการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (New emission scenarios) ที่เรียกรวมๆ ว่า Representative Concentration Pathways (RCP) IPCC (2014) ซึ่งถือเอาความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกเป็นจุดเริ่มต้น แล้วประเมินว่าที่ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกระดับต่างๆ จะกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและกระบวนการที่เกี่ยวข้องอย่างไรบ้าง (โดยใช้แบบจำลองที่เรียกว่าแบบจำลองระบบโลก หรือ Earth System models) เสร็จแล้วมาวิเคราะห์ว่า การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ-สังคมในลักษณะใด (โดยใช้แบบจำลองด้านเศรษฐศาสตร์-สังคม หรือ Integrated Assessment Models) ที่จะส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซเรือนกระจกอย่างนั้นๆ ซึ่งจะเชื่อมโยงไปถึงนโยบายและมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกได้โดยตรงภาพฉายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบใหม่นี้ จะใช้ชื่อว่า RCP IPCC (2014) แล้วตามด้วยค่าพลังงานความร้อนระดับต่างๆ งานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ศึกษาใน 3 เหตุการณ์จำลอง ได้แก่

- 1) RCP 2.6: พลังงานในบรรยากาศจะเพิ่มเป็น 3 วัตต์ต่อตารางเมตรจากยุคอุตสาหกรรมและความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 421 ส่วนในล้านส่วน และลดลงเหลือ 2.6 วัตต์ต่อตารางเมตรหลังปี ค.ศ. 2100

2) RCP 4.5: พลังงานในบรรยากาศจะเพิ่มเป็น 4.5 วัตต์ต่อตารางเมตรจากยุคอุตสาหกรรมและความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 538 ส่วนในล้านส่วน หลังปี ค.ศ. 2100

3) RCP 8.5: พลังงานในบรรยากาศจะเพิ่มเป็น 8.5 วัตต์ต่อตารางเมตรจากยุคอุตสาหกรรมและความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 936 ส่วนในล้านส่วน หลังปี ค.ศ. 2100

3. Coupled Model Intercomparison Project (CMIP)

เกิดจาก Climate Modeling Groups กว่า 20กลุ่มทั่วโลกที่ได้ทำการพัฒนา GCMs และในการจัดทำ climate model experiments ได้เกิดความร่วมมือระหว่าง

- World Climate Research Programme's (WCRP)
- Working Group on Coupled Modelling (WGCM)
- International Geosphere-Biosphere Programme's (IGBP)
- Integration and Modeling of the Earth System (AIMES)

ภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) โดยในปัจจุบันอยู่ในเฟสที่ 5 หรือ CMIP5 วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ ได้แก่

- เพื่อประเมินกลไกของแบบจำลองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของคาร์บอนและเมฆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีความเข้าใจใน Feedbacks ค่อนข้างน้อย
- เพื่อศึกษาความสามารถในการคาดการณ์ในช่องทศวรรษ
- เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่แต่ละแบบจำลองให้ผลการจำลองที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขที่คล้ายคลึงกัน

4. แบบจำลองทางภูมิอากาศใน CMIP5

ใน CMIP5 ประกอบไปด้วยแบบจำลอง 9 แบบจำลอง ได้แก่

- IPSL-CM5 จาก The Institute Pierre Simon Laplace
- GFDL-CM3 จาก Princeton University
- MRI-CGCM3 จาก Meteorological Research Institute
- CNRM-CM5 จาก Centre National de Recherches Meteorologiques
- HadCM3 Hadley จาก Centre in United Kingdom
- MIROC5 จาก The University of Tokyo
- CCSM4 National จาก Center for Atmospheric Research
- CSIRO-ACCESS1-3 จาก Centre for Australian Weather and Climate Research

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CSIRO-Mk3-6-0 จาก Centre for Australian Weather and Climate Research

โดยการศึกษาในครั้งนี้ใช้แบบจำลอง IPSL-CM5 จาก The Institute Pierre Simon Laplace เพราะมีค่า Bias และค่าเฉลี่ยกำลังสองที่น้อยที่สุด

2.2.5 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียม คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์หรือโมเดลทางคอมพิวเตอร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (connectionist) แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพ (bioelectric network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท (neurons) และ จุดประสานประสาท (synapses) ตามโมเดลนี้ หน่วยงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท จนเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน

1. การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

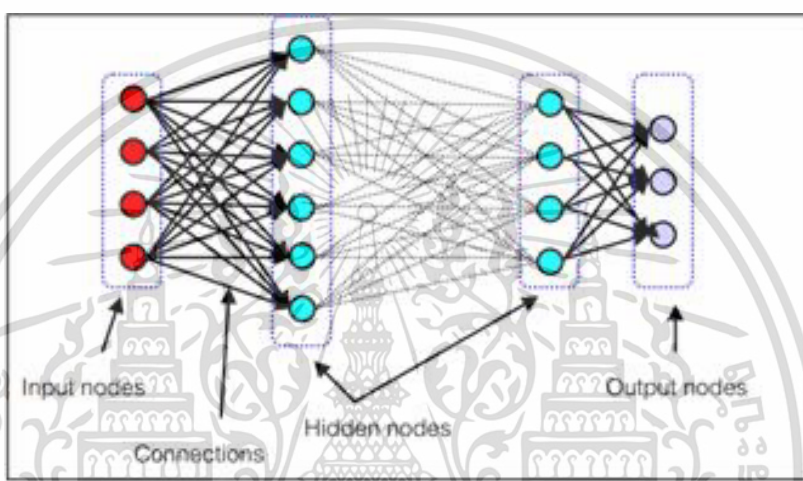
การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมคือ เมื่อมีการนำเข้าสู่ข้อมูลมายังระบบ ระบบ จะทำการนำข้อมูลที่นำเข้ามา มาคูณกับจำนวนน้ำหนักตามตัวแปรในแต่ละขาของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จากการนำเข้าสู่ข้อมูลในทุกๆขาของเซลล์ จะเอามารวมกัน และนำมาเทียบกับค่าเพดานของข้อมูลที่กำหนดไว้ ถ้าค่าที่ได้รับมีค่ามากกว่าค่าเพดานของข้อมูล เซลล์ของระบบ จะส่งข้อมูลออกไป โดยข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังข้อมูลขาเข้าของระบบเซลล์ อื่น ๆ ที่เชื่อมกันในระบบ แต่ถ้าค่าที่ได้รับออกมาน้อยกว่าค่าเพดานของข้อมูล จะทำให้ไม่เกิดข้อมูลขาออก โดยเขียนเป็นคำสั่งออกมาได้ดังนี้

if (sum (input * weight) > threshold) then output

สิ่งสำคัญของการดำเนินงานคือต้องทราบ ค่าน้ำหนัก และค่าเพดานของข้อมูล สำหรับสิ่งที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการสอนให้รู้จัก กระบวนการคิดของสิ่งที่เราต้องการให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ โดยเรียกว่า "back propagation" ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของการเรียนรู้ในการฝึก feed-forward neural networks จะมีการใช้อัลกอริทึมแบบ back-propagation เพื่อใช้ในการปรับปรุงน้ำหนัก คะแนนของเครือข่าย (network weight) หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายในแต่ละครั้งแล้ว ค่าที่ได้รับ (output) จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวังแล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่เครือข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างหลักการทำงานโครงข่ายประสาทเทียม รูปสามเหลี่ยม กับรูปสี่เหลี่ยม เราอาจแบ่ง input เป็น 9 ตัวคือเป็นตาราง 3x3 ถ้าวาด รูปสี่เหลี่ยมหรือสามเหลี่ยมให้เต็มกรอบ 3x3 พอดีสี่เหลี่ยมจะมีส่วนของขอบอยู่ในช่อง 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 จึงสมมติให้น้ำหนักตรงช่องเหล่านี้มีค่ามาก ถ้ามีเส้นขีดผ่าน ให้เอามาคูณกับน้ำหนักแล้วเอมารวมกันตั้งค่าให้พอเหมาะ จึงจะสามารถแยกแยะระหว่างสี่เหลี่ยมกับสามเหลี่ยมได้ซึ่งนี่คือหลักการของ neural network



รูปที่ 2.2 โครงสร้างวงจร Neural Network

2.3 บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมและค้นคว้าบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการศึกษาการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำที่สนใจ ทั้งผลงานที่เคยได้รับการตีพิมพ์ในต่างประเทศและประเทศไทย เพื่อทำให้การศึกษาในครั้งนี้สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้งานได้จริง ในประเทศไทย นอกจากกรมพัฒนาที่ดิน (2543) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสมการการสูญเสียดินของWishmier และ Smith (1978) เพื่อนำสมการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับประเทศไทย แต่การศึกษาของกรมพัฒนาที่ดินเป็นการศึกษาการสูญเสียดินในระดับภูมิภาค ทำให้ค่าที่ประเมินออกมาจึงยังมีความละเอียดไม่เพียงพอสำหรับพื้นที่ที่ต้องการศึกษา และพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูง จึงได้มีผู้ที่สนใจเกี่ยวกับปัญหาการสูญเสียดินได้ทำการประยุกต์ใช้สมการจากกรมพัฒนาที่ดิน(2543) และ Wishmier และ Smith (1978) เพื่อศึกษาค่าการสูญเสียดินในพื้นที่นั้นๆให้ละเอียดยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาความเสี่ยงของการชะล้างของดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้สมการการสูญเสียดินสากล โดย Mongkolsawat (2006) ผู้ศึกษาได้ใช้สมการการประเมินค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor, R) จากกรมพัฒนาที่ดิน (2543) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วง 8 – 29 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยาทั้งหมด 468 สถานี และใช้วิธีการ Kriging ในการประมาณค่าน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา ค่า Soil Erodibility Factor (K) , Crop management factor (C) , Conservation Practice factor (P) ล้วนแล้วแต่ใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน (2543) ทั้งสิ้น มีเพียงแผนที่แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขที่ใช้ข้อมูลจากโปรแกรม AML Developed เพื่อวิเคราะห์ภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าในช่วงปีแรกหลังจากทำการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำไปเป็นพื้นที่อยู่อาศัยหรือเพาะปลูก ค่าการสูญเสียดินในพื้นที่บริเวณนั้นจะมีค่าสูงถึงสูงมาก คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 6649 ตารางกิโลเมตร โดยเหตุที่ทำให้พื้นที่นี้มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้น เนื่องจากดินบริเวณนั้นที่เคยอัดแน่นถูกทำลายลงทำให้ดินกระจายตัว , การที่รากของพืช และวัชพืช ที่ทำหน้าที่เป็นค้ำกันดินในการป้องกันการสูญเสียดิน T, Takahashi (1984) จึงเป็นผลให้พื้นที่บริเวณนั้นจะมีค่าการสูญเสียดินมากเป็นพิเศษ

อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงเป็นอ่างเก็บน้ำที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อหาค่าการสูญเสียดินในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทยของ O.Polpanich (2010) โดยเป็นการเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างสมการการสูญเสียดินสากล กับ แบบจำลอง E₃₀ สมการการสูญเสียดินสากลในงานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยโดยทั่วไปในประเทศไทยคือ โดยทั่วไปงานวิจัยจะใช้ค่าการใช้งานที่ดิน และพืชที่ปกคลุมดินนั้นจากกรมพัฒนาที่ดิน แต่งานวิจัยนี้ใช้แผนที่ดิจิทัลที่ได้จากดาวเทียม ALOS/AVNIR-2 ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก Aerospace Exploration Agency (JAXA) ประเทศญี่ปุ่น และจึงนำมาใช้ค่า C กับ P ของกรมพัฒนาที่ดิน (2543) เพื่อประกอบกันเป็นตัวแปรทั้งห้าตัวแปรที่สำคัญของแบบจำลองการสูญเสียดินสากล และทางด้านแบบจำลอง E₃₀ นั้นใช้เพียงแค่แผนที่ภูมิประเทศ อัตราส่วน 1:50000 ของกรมแผนที่ทหาร และแผนที่การใช้ที่ดิน และพืชที่ปกคลุมดินจาก ALOS/AVNIR-2 ซึ่งผลที่ได้ออกมานั้นค่าที่ได้จากแบบจำลอง USLE จะมีค่ามากกว่าความเป็นจริง และค่าที่ได้จากแบบจำลอง E₃₀ มีค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าค่าที่ได้จากแบบจำลอง E₃₀ จะมีค่าใกล้เคียงกับเป็นจริง แต่ด้วยข้อจำกัดของโมเดล ทำให้โมเดลนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้ยากมาก และไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่างๆของตัวแปร ได้เหมือนแบบจำลอง USLE แบบจำลอง USLE จึงเป็นแบบจำลองที่สามารถประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษาที่สนใจได้มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากงานวิจัยในประเทศแล้ว ยังมีการศึกษาจากระดับนานาชาติ ที่ทำการเปรียบเทียบอัตราการชะล้างของดินระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย และประเทศไต้หวัน Yi-Hsin Liu (2018) โดยมีพื้นที่ศึกษาคือบริเวณอ่างเก็บน้ำShihmen และบริเวณอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง สภาพโดยทั่วไปของกลุ่มน้ำShihmen คือเป็นพื้นที่ที่มีภูเขาสูงชันมากอยู่บริเวณกลางลุ่มน้ำ และมีฝนตกตลอดปี แต่มีการศึกษาค่าความคงทนของดิน(K) .ในพื้นที่ศึกษาที่น้อยและเป็นค่าที่ทำการสำรวจมานานแล้ว ส่วนด้านพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้DEMจากแหล่งเดียวกันคือ Aster 2011 และค่าปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน(P) ที่มีเพียง2ค่าคือ 1 และ 0 ตามการศึกษาของWishmier และ Smith (1978) ส่วนค่าตัวแปรอื่นในแบบจำลองUSLE ล้วนใช้ค่าของหน่วยงานที่ทำการศึกษาในประเทศนั้นๆ จากการศึกษาของทั้งสองพื้นที่ลุ่มน้ำพบว่า มีค่าเฉลี่ยการชะล้างของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำShihmen และพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงใกล้เคียงกันอยู่ที่ 68.03 และ 67.57 ตัน/เฮกเตอร์/ปี ตามลำดับ แต่พื้นที่โดยรวมนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำ Shihmen จะมีค่าการชะล้างของดินที่สูงกว่ามากเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชัน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของกรมพัฒนาที่ดิน (2543) ว่าตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการชะล้างของดินมากที่สุดคือ ตัวแปรLและS ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับภูมิประเทศของบริเวณพื้นที่ศึกษา และค่าการชะล้างของดินโดยส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำลำพระเพลิงนั้นจะเกิดจากปัญหาการใช้ที่ดิน และการปกคลุมของพืช เพราะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 กล่าวนำ

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการประเมินค่าการสูญเสียดินด้วยแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล , การวิเคราะห์ฝนในอนาคตด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม และการประยุกต์ใช้ฝนในอนาคตเพื่อทำนายค่าเฉลี่ยการสูญเสียดินในอนาคต

3.2 วิธีการประเมินค่าการสูญเสียดินด้วยแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล

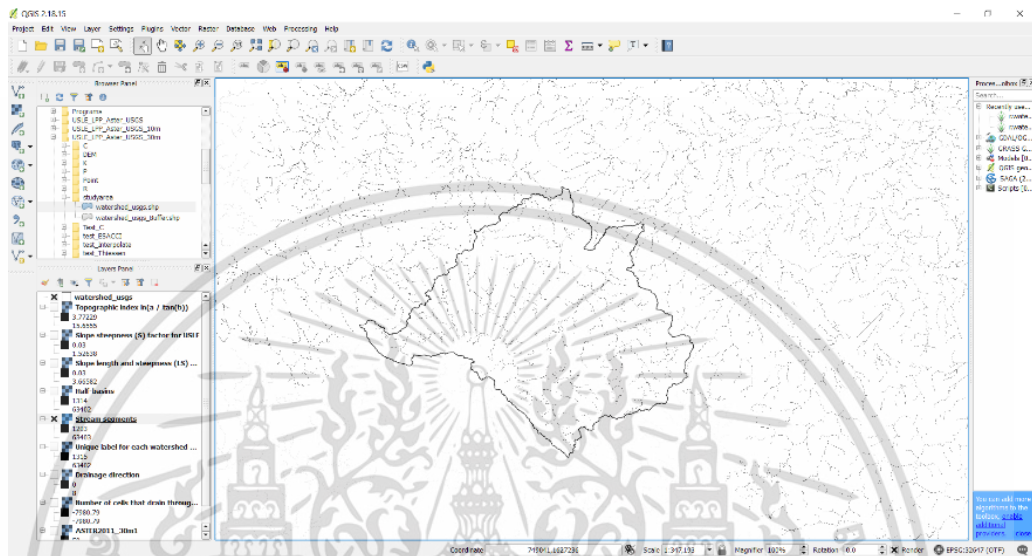
1. เตรียมข้อมูลแผนที่แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ขนาด 30 ม.× 30 ม. Aster 2011 จากองค์กรThe United States Geological Survey(USGS) ในบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 3.1 DEM ของพื้นที่ศึกษา

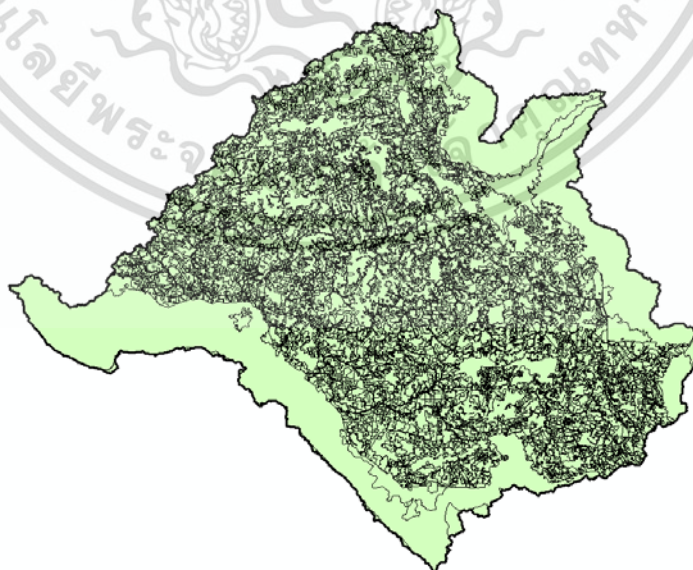
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการสร้างพื้นที่ศึกษา ในโปรแกรม QGIS โดยใช้เส้นระดับความสูงจากแผนที่DEM Aster 2011 และเส้นแม่น้ำทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาจากองค์กร USGS ในการคำนวณพื้นที่รับน้ำ



รูปที่ 3.2 การสร้างพื้นที่ศึกษา

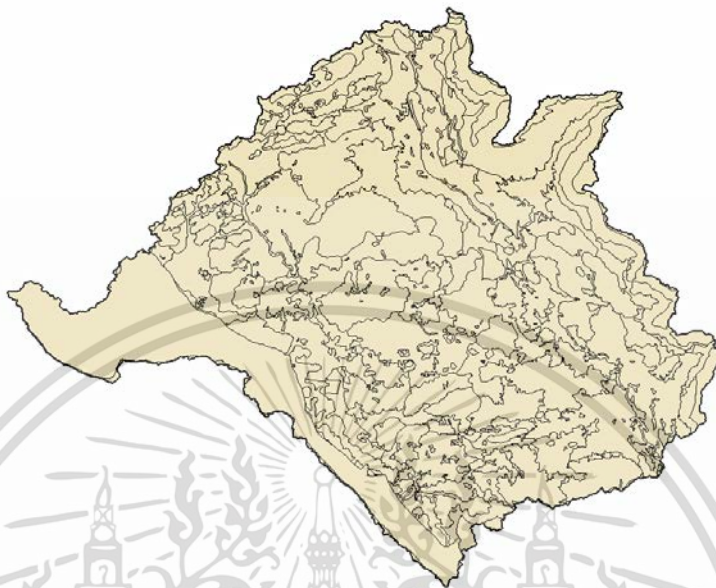
3. ทำการเตรียมข้อมูลการใช้ที่ดินของจังหวัดนครราชสีมา ให้เหลือเพียงพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยได้นำมาข้อมูลส่วนนี้มาจากการพัฒนาที่ดิน ในอัตราส่วน 1:25000



รูปที่ 3.3 แผนที่การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

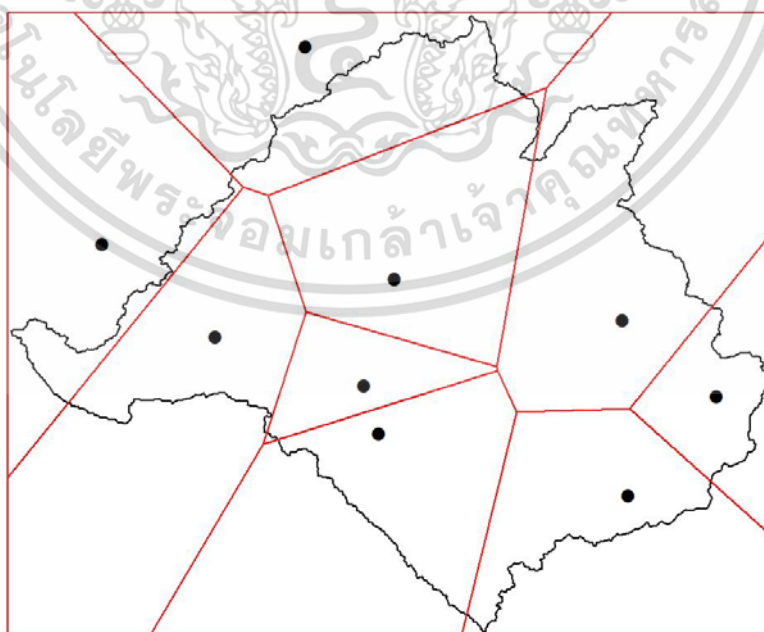
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการเตรียมข้อมูลชุดดิน ของจังหวัดนครราชสีมา ให้เหลือเพียงพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยนำข้อมูลส่วนนี้มาจากการพัฒนาที่ดิน ในอัตราส่วน 1:50000



รูปที่ 3.4 แผนที่ชุดดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

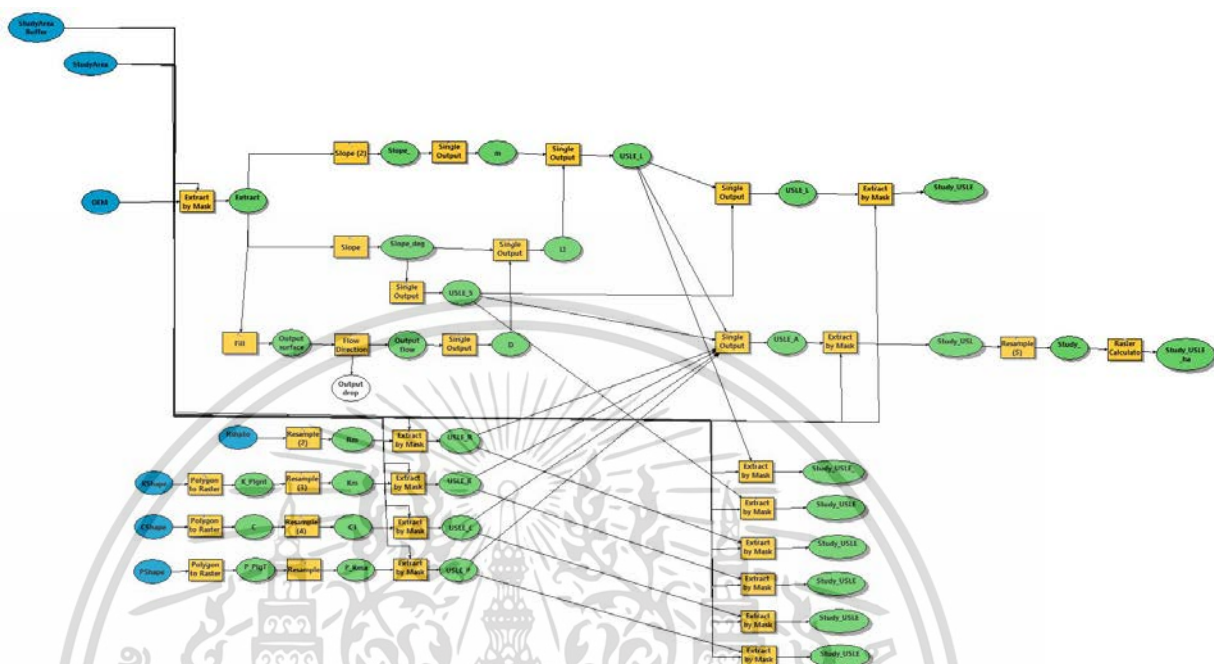
5. ทำการเตรียมข้อมูลน้ำฝนรายปีที่ได้รับจากกรมชลประทานทั้งหมด 9 สถานีในบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง และใช้วิธีการThiessen Polygon ในการคำนวณน้ำฝนในพื้นที่ทำการศึกษา



รูปที่ 3.5 แผนที่ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

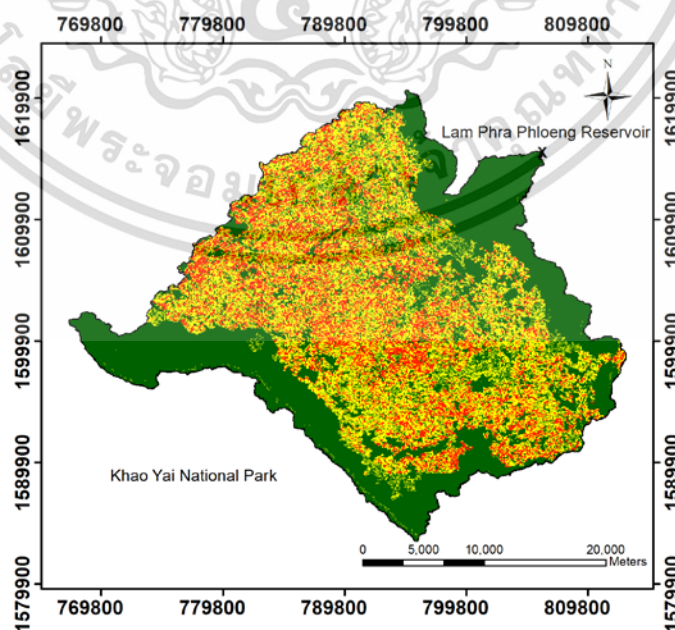
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการเขียนคำสั่ง และตัวแปรต่างๆ ลงในแผนภูมิคำสั่งเพื่อใช้ในการคำนวณการสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยใช้สมการการสูญเสียดินโลก (USLE)



รูปที่ 3.6 ชุดแผนภูมิคำสั่งที่ใช้ในแบบจำลองสมการUSLE

7. แผนที่การสูญเสียดินบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง ที่ได้จากการคำนวณสมการการสูญเสียดินสากล



รูปที่ 3.7 แผนที่การสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การคำนวณปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในอนาคต เพื่อประยุกต์ใช้ต่อสมการ USLE

การศึกษานี้ ได้ใช้ข้อมูล Global Climate Model จากเว็บไซต์ KNMI Climate Explorer

1. เลือก Model IPSL-CM5A-MR

model	exp	tas	tas min	tas max	pr	evsp sbl	pme	hurs	taz	psl
IPSL-CM5A-LR	historical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp60	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp85	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	piControl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IPSL-CM5A-MR	historical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp60	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp85	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	piControl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IPSL-CM5B-LR	historical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp85	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	piControl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

รูปที่ 3.8 การเลือกข้อมูลแบบจำลอง

2. เลือก Scenario ที่สนใจ โดยจะเลือก 3 Scenario คือ RCP 2.6/ RCP 4.5/ RCP8.5 และเลือก Surface variables ที่สนใจ คือ อุณหภูมิเฉลี่ย , ปริมาณน้ำฝน , ปริมาณการระเหยของน้ำ , ความชื้น และความดันพื้นผิว

model	exp	tas	tas min	tas max	pr	evsp sbl	pme	hurs	taz	psl
IPSL-CM5A-LR	historical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp60	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp85	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	piControl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IPSL-CM5A-MR	historical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp26	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp60	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp85	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	piControl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IPSL-CM5B-LR	historical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp45	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	rcp85	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	piControl	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

รูปที่ 3.9 การเลือกข้อมูลเหตุการณ์จำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตั้งค่าพิกัดของสถานีน้ำฝนทั้ง 9 สถานี

Field
IPSL-CM5A-MR rcp26 pr

Found ensemble members 0 to 0
 IPSL-CM5A-MR model output prepared for CMIP5 RCP2.6 r11p1
 X axis: whole world in 144 2.50° steps, first point at 0.00° E, last point at 357.50° E
 Y axis: regular grid with 143 1.27° steps, first point at 90.00° S, last point at 90.00° N

Monthly data available from Jan1850 to Dec2100 (3012 months)
 Variable pr (Precipitation) in kg m-2 s-1
 Full metadata. The associated land/sea mask is available for some operations

Get grid points, average area or generate subset

Mask: no mask add a mask to the list

Latitude: 14.49 °N - 14.49 °N

Longitude: 101.69 °E - 101.69 °E

Boundaries: interpolated

Make: average max min set of grid points subset of the field

Considering: everything land points sea points show/hide more

Units: convert to mm/day leave in kg m-2 s-1

Make time series

Apply monthly high/low-pass filter

high-pass 2nd order LOESS filter

cut-off value 1 months

requiring at least 75 % valid data

Filter consecutive months

Apply year-on-year high/low-pass filter

high-pass 2nd order LOESS filter

cut-off value 1 years

requiring at least 75 % valid data

Filter consecutive years

รูปที่ 3.10 การเลือกข้อมูลเหตุการณ์จำลอง

4. ทำการตั้งค่าช่วงเวลาที่ต้องการนำข้อมูลมาศึกษา และทำการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดเป็น

รูปแบบ Text file

```

r/pr_Amon_IPSL-CM5A-MR_historical_r11p1.nc 2011-09-22T23:05:23Z CMOR rewrote data to comply with CF standards and CMIP5 requirements.
# interpolating points lon= 100.000 102.500, lat= 13.944 15.211
# pr [kg m-2 s-1] Precipitation
1850 0.4475289E-07 0.6923771E-05 0.7006810E-05 0.1948355E-04 0.1081598E-03 0.9065315E-04 0.8847321E-04 0.9753963E-04 0.9637652E-04 0.6291539E-04 0.4295248E-04 0.1329788E-07
1851 0.5718167E-08 0.6393589E-06 0.3689449E-04 0.1036040E-03 0.9672858E-04 0.9249887E-04 0.1001090E-03 0.7731477E-04 0.1260078E-03 0.1031323E-03 0.9596155E-06 0.5143556E-05
1852 0.1210836E-05 0.8462222E-05 0.4163243E-04 0.5504819E-04 0.1076492E-03 0.7668010E-04 0.7737087E-04 0.7663069E-04 0.1317478E-03 0.1054008E-03 0.7675147E-05 0.4572669E-05
1853 0.6470580E-05 0.8494204E-06 0.1090669E-04 0.4414448E-04 0.4571987E-04 0.8236000E-01 0.5213664E-04 0.1127813E-03 0.1582703E-03 0.6023215E-04 0.1404761E-05 0.1127043E-06
1854 0.3408037E-05 0.1799280E-06 0.1497816E-04 0.4385888E-04 0.1010165E-03 0.9324888E-04 0.9031959E-04 0.8194354E-04 0.1594331E-03 0.7911674E-04 0.2395363E-05 0.4725474E-06
1855 0.9317431E-05 0.2525187E-04 0.4333211E-04 0.1037673E-03 0.9468569E-04 0.8865889E-04 0.8750932E-04 0.8907398E-04 0.9976068E-04 0.3943055E-04 0.8717102E-05 0.1915767E-04
1856 0.1032934E-04 0.1919641E-05 0.5571004E-05 0.3883976E-04 0.4991894E-04 0.9020862E-04 0.6496754E-04 0.6674376E-04 0.1010073E-03 0.3351546E-04 0.1179571E-04 0.1874198E-05
1857 0.7022874E-08 0.4230634E-06 0.9599335E-05 0.3810855E-04 0.1096775E-03 0.8204992E-04 0.1161974E-03 0.1886376E-03 0.9996496E-04 0.3333233E-04 0.1745270E-04 0.1186572E-05
1858 0.1925409E-06 0.2765822E-05 0.1047572E-04 0.2436836E-04 0.6650965E-04 0.8210495E-04 0.6205795E-04 0.4849294E-04 0.9643467E-04 0.1553105E-04 0.1914082E-04 0.4302311E-06
1859 0.1042730E-04 0.4426821E-05 0.2234701E-04 0.5392834E-04 0.1204812E-03 0.9137938E-04 0.7971381E-04 0.8419892E-04 0.1144395E-03 0.7473619E-04 0.7634345E-05 0.6827168E-05
1860 0.3856089E-05 0.9518909E-07 0.1540865E-04 0.4692145E-04 0.7872903E-04 0.8132075E-04 0.6295500E-04 0.8583487E-04 0.1583371E-03 0.4625915E-04 0.1447761E-04 0.2236096E-06
1861 0.4151869E-05 0.2918310E-05 0.1020383E-04 0.3354951E-04 0.8102119E-04 0.6949230E-04 0.9757014E-04 0.3517811E-03 0.1178105E-03 0.7569381E-04 0.1327715E-04 0.1117764E-05
1862 0.5421271E-06 0.4378037E-08 0.6186853E-05 0.4490799E-04 0.7651546E-04 0.9528110E-04 0.6229585E-04 0.7413163E-04 0.2156802E-03 0.5902531E-04 0.5389598E-05 0.3175858E-05
1863 0.9465137E-07 0.8472210E-05 0.1676056E-04 0.2581370E-04 0.6914790E-04 0.9521173E-04 0.6505505E-04 0.8682849E-04 0.1344703E-03 0.1952759E-04 0.3904577E-04 0.2564872E-05
1864 0.5960554E-06 0.9482539E-09 0.2839333E-04 0.6354233E-04 0.1222095E-03 0.8539970E-04 0.6986510E-04 0.9294898E-04 0.7039303E-04 0.1682227E-04 0.1019004E-05 0.3096205E-05
1865 0.5825287E-07 0.2010913E-05 0.6477407E-05 0.2918358E-04 0.9729215E-04 0.7673560E-04 0.9736025E-04 0.2141467E-03 0.1412501E-03 0.3546373E-04 0.6462591E-06 0.1386975E-06
1866 0.1075078E-06 0.1201883E-06 0.1179355E-04 0.2610400E-04 0.5650794E-04 0.8457917E-04 0.7066226E-04 0.9690799E-04 0.1165469E-03 0.9910306E-04 0.1320006E-06 0.2635709E-05
1867 0.8207879E-05 0.4908618E-05 0.6767002E-05 0.7852975E-04 0.9404508E-04 0.7191000E-04 0.6364976E-04 0.7013208E-04 0.1016276E-03 0.6313347E-04 0.2682410E-05 0.2852129E-05
1868 0.6108327E-07 0.3243433E-05 0.1192927E-04 0.6560832E-04 0.9703559E-04 0.6382507E-04 0.8619186E-04 0.8592008E-04 0.7057353E-04 0.7027595E-04 0.9573089E-06 0.8786109E-06
1869 0.6596960E-05 0.1903537E-04 0.2064192E-04 0.9454731E-04 0.1071395E-03 0.9073508E-04 0.6577152E-04 0.8796951E-04 0.1262748E-03 0.1206457E-03 0.2844542E-04 0.1486433E-05
1870 0.2766278E-05 0.3293037E-12 0.3667997E-06 0.2811270E-04 0.8669705E-04 0.7326429E-04 0.9767446E-04 0.9082221E-04 0.1116096E-03 0.1705263E-04 0.5137692E-05 0.2890958E-05
1871 0.5409177E-05 0.1110156E-04 0.1092808E-04 0.6872719E-04 0.6566860E-04 0.6654071E-04 0.7325446E-04 0.6000508E-04 0.1359122E-03 0.4140738E-04 0.1179838E-04 0.3010981E-05
1872 0.8660247E-06 0.1867394E-06 0.1232529E-04 0.3611858E-04 0.9866712E-04 0.8894412E-04 0.6783094E-04 0.8735450E-04 0.8441572E-04 0.5921899E-04 0.4750123E-05 0.2265934E-05
1873 0.5998073E-05 0.3548441E-05 0.8092006E-05 0.5000501E-04 0.9688664E-04 0.9005931E-04 0.9924636E-04 0.9382472E-04 0.7343142E-04 0.1141419E-04 0.5683423E-05 0.7761557E-05
1874 0.1510714E-06 0.3507642E-06 0.1344236E-04 0.5473416E-04 0.9118088E-04 0.8828200E-04 0.7719475E-04 0.8890500E-04 0.1091234E-03 0.5292457E-04 0.6838652E-05 0.2341063E-06
1875 0.8228791E-08 0.2806045E-04 0.2890887E-04 0.2296408E-04 0.1103102E-03 0.9740285E-04 0.5457477E-04 0.8227537E-04 0.7621099E-04 0.5730717E-04 0.438864E-06 0.1478977E-04
1876 0.4200437E-07 0.3677057E-14 0.3398942E-05 0.4080045E-04 0.6907278E-04 0.9315898E-04 0.6464290E-04 0.1064037E-03 0.1542517E-03 0.2936537E-04 0.3876927E-06 0.1621328E-06
1877 0.3510812E-07 0.3820843E-05 0.1964522E-04 0.2735056E-04 0.1008103E-03 0.6587627E-04 0.8808939E-04 0.7621419E-04 0.1153367E-03 0.1107191E-05 0.7870237E-06 0.2018869E-04
1878 0.5089113E-07 0.4737803E-06 0.5173249E-05 0.6068820E-04 0.7315278E-04 0.7958947E-04 0.9806087E-04 0.9125649E-04 0.1298361E-03 0.3875259E-04 0.1094530E-04 0.2991907E-06
1879 0.5784995E-07 0.3400266E-06 0.1754212E-04 0.8323979E-04 0.1005453E-03 0.8500182E-04 0.9123611E-04 0.7338070E-04 0.1385144E-03 0.4781812E-04 0.5724617E-05 0.7619833E-05
1880 0.5429452E-06 0.5297062E-07 0.1747963E-04 0.6457530E-04 0.8443591E-04 0.8346254E-04 0.7805069E-04 0.7505466E-04 0.9683626E-04 0.3221617E-04 0.3616071E-05 0.2087700E-06
1881 0.3658199E-05 0.9310044E-06 0.2046299E-04 0.3126964E-04 0.8218605E-04 0.8944183E-04 0.8151455E-04 0.8663556E-04 0.1260265E-03 0.2715271E-04 0.5340039E-05 0.2350379E-05
1882 0.2974497E-05 0.2004807E-04 0.3045769E-05 0.1509524E-04 0.1147008E-04 0.8930099E-04 0.9439284E-04 0.1185475E-03 0.6484245E-04 0.7889740E-06 0.1123049E-06
1883 0.4479303E-06 0.3941873E-05 0.4438752E-04 0.6989989E-04 0.8042235E-04 0.9021925E-04 0.6867797E-04 0.9061841E-04 0.8917881E-04 0.7899922E-04 0.5867532E-06 0.8033789E-06
1884 0.1171229E-05 0.3184007E-05 0.2427373E-04 0.3613762E-04 0.472729E-04 0.1024303E-03 0.8198086E-04 0.1334857E-03 0.1300066E-03 0.5644511E-04 0.2946330E-04 0.919191E-06
1885 0.1873209E-05 0.7169243E-05 0.2613834E-04 0.3300083E-04 0.7436979E-04 0.7890163E-04 0.6157602E-04 0.8171133E-04 0.1150763E-03 0.3909991E-04 0.6329783E-05 0.2824550E-05
1886 0.1416141E-07 0.2331508E-06 0.9514376E-05 0.4563750E-04 0.7736579E-04 0.1035784E-03 0.9046660E-04 0.6763120E-04 0.1090068E-03 0.6648136E-04 0.2883442E-05 0.3935064E-05
1887 0.4246033E-07 0.1788205E-05 0.6977677E-04 0.3983767E-04 0.1139498E-04 0.1051584E-03 0.6155844E-03 0.8554785E-04 0.1448397E-03 0.4281845E-04 0.1459703E-05 0.2068030E-07
1888 0.2389370E-06 0.1961219E-04 0.4901574E-04 0.4769151E-04 0.9543764E-04 0.8605189E-04 0.7411691E-04 0.6120141E-04 0.8440979E-04 0.3343071E-04 0.1103241E-05 0.5677015E-06
1889 0.1353500E-06 0.2757735E-05 0.1281548E-04 0.5758565E-04 0.9313998E-04 0.9227146E-04 0.1858752E-04 0.7494182E-04 0.1048466E-03 0.3232712E-04 0.1970973E-06 0.1357500E-05
1890 0.2176886E-06 0.1639367E-04 0.1788678E-04 0.3275917E-04 0.9300934E-04 0.1086091E-03 0.7884033E-04 0.8159919E-04 0.1024130E-03 0.3830363E-04 0.1867144E-05 0.8004894E-06

```

รูปที่ 3.11 ตัวอย่างข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลในแต่ละปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ทำการจัดเรียงข้อมูลที่ได้จากKNMI Climate Explorer ลงใน Microsoft Excel โดยจัดเรียงให้แต่ละแถวเป็น1 ตัวแปรโดยเรียงลำดับจากบนลงล่างดังนี้ อุณหภูมิ (°C) , ปริมาณน้ำฝน (mm) , การระเหยของน้ำ (mm) , เฮอร์เซ็นต์ความชื้น และความดันพื้นผิว (mb)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	22.82	21.17	26.74	26.62	26.91	26.76	26.81	26.98	26.53	25.21	22.85	21.79	22.20	22.96	27.10	26.98	26.10	26.3
2	0.38	9.10	50.08	193.96	260.80	275.98	150.93	199.25	360.55	133.91	23.94	3.05	23.73	5.75	39.95	77.68	289.74	265.9
3	53.26	44.56	85.12	115.33	136.56	128.57	126.85	134.58	117.50	110.47	78.78	59.47	52.26	54.86	79.02	87.80	128.00	133.7
4	0.60	0.56	0.65	0.82	0.82	0.84	0.80	0.81	0.85	0.72	0.69	0.66	0.64	0.60	0.64	0.69	0.83	0.8
5	1011.799	1013.043	1009.63	1008.845	1007.11	1006.001	1006.749	1007.313	1008.072	1009.311	1012.356	1012.83	1011.746	1012.145	1008.697	1008.157	1007.72	1006.68

รูปที่ 3.12 การจัดเรียงข้อมูลที่มีผลต่อแบบจำลอง

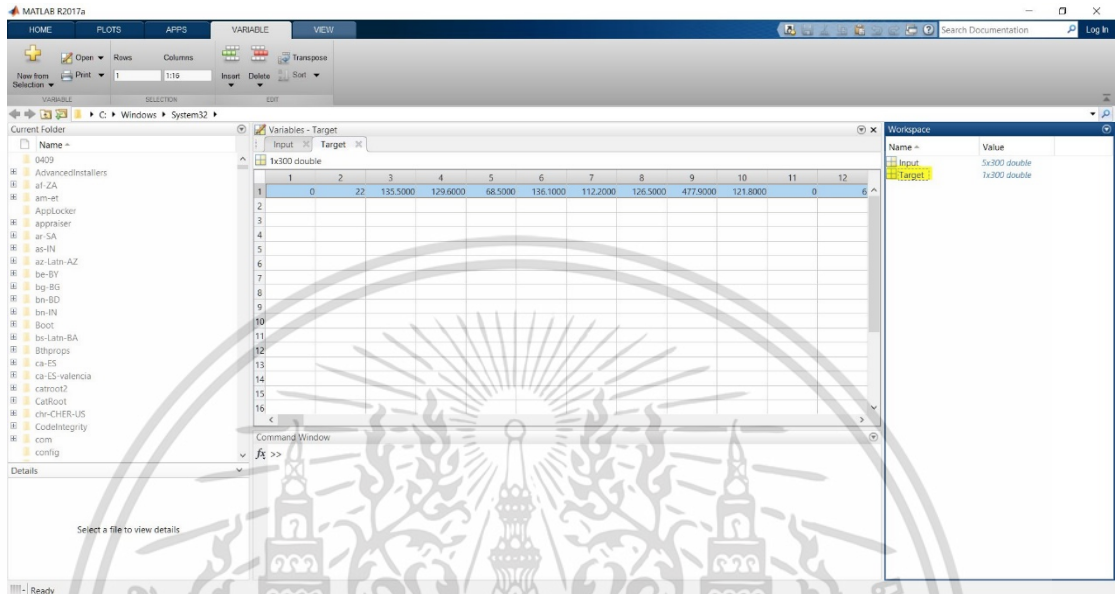
6. ทำการป้อนค่าปริมาณที่เราเรียงไว้ในข้อ 5 ลงในหน้าหนึ่งของโปรแกรมโดยเราจะใส่ข้อมูลตั้งแต่ปี 2005 – 2017 ลงไป โดยจะตั้งชื่อข้อมูลนี้ว่า "Input"

Name	Value
Input	5x100 double

รูปที่ 3.13 การนำข้อมูลจาก KNMI Climate Explorer เข้าโปรแกรม MatLab

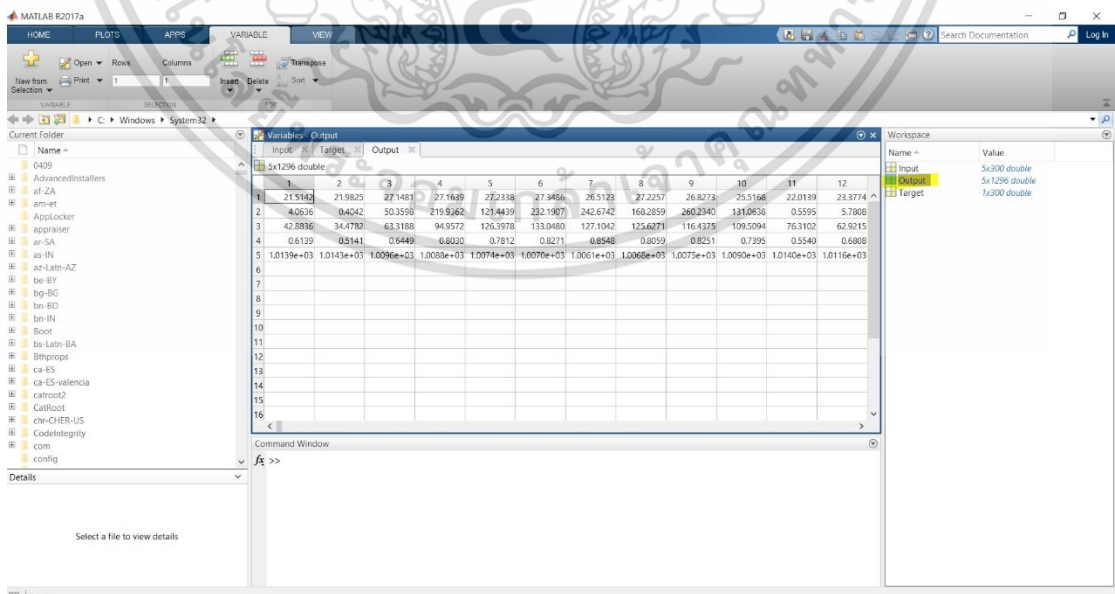
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการป้อนค่า"ปริมาณน้ำฝน"ที่ได้จากกรมชลประทานลงในอีกหน้าหนึ่งของโปรแกรม โดยตั้งชื่อข้อมูลนี้ว่า "Target"



รูปที่ 3.14 การนำข้อมูลจากกรมชลประทานเข้าโปรแกรม MatLab

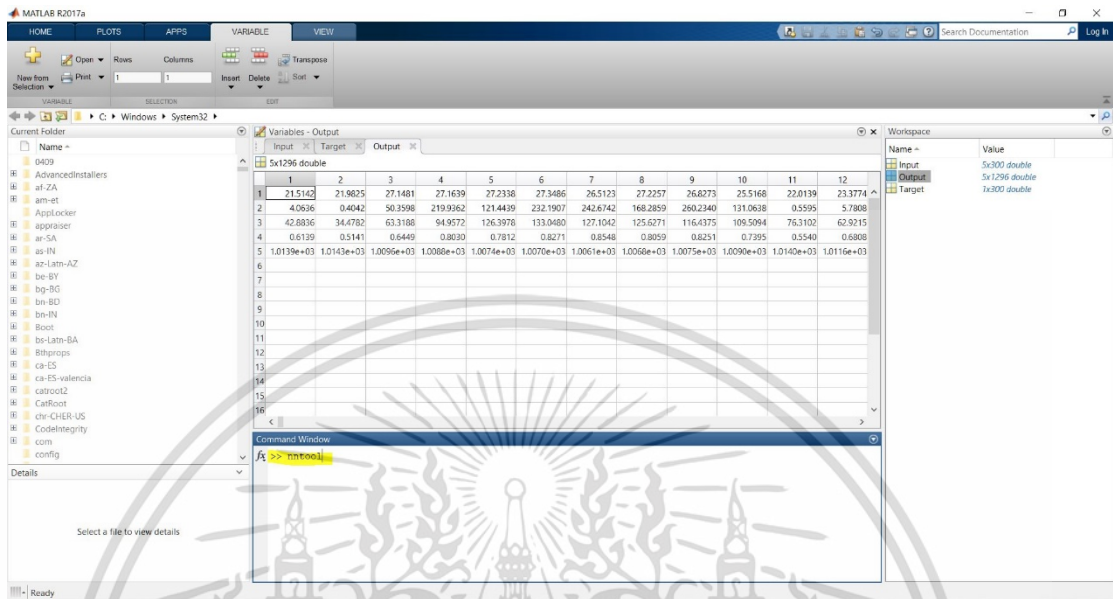
8. ทำการป้อนค่าปริมาณที่เราเรียงไว้ในข้อ5 ลงในหน้าหนึ่งของโปรแกรมโดยเราจะใส่ข้อมูลตั้งแต่ปี 2005 - 2100 ลงไป โดยจะตั้งชื่อข้อมูลนี้ว่า "Output"



รูปที่ 3.15 การนำข้อมูลจาก KNMI Climate Explorer เข้าโปรแกรม MatLab

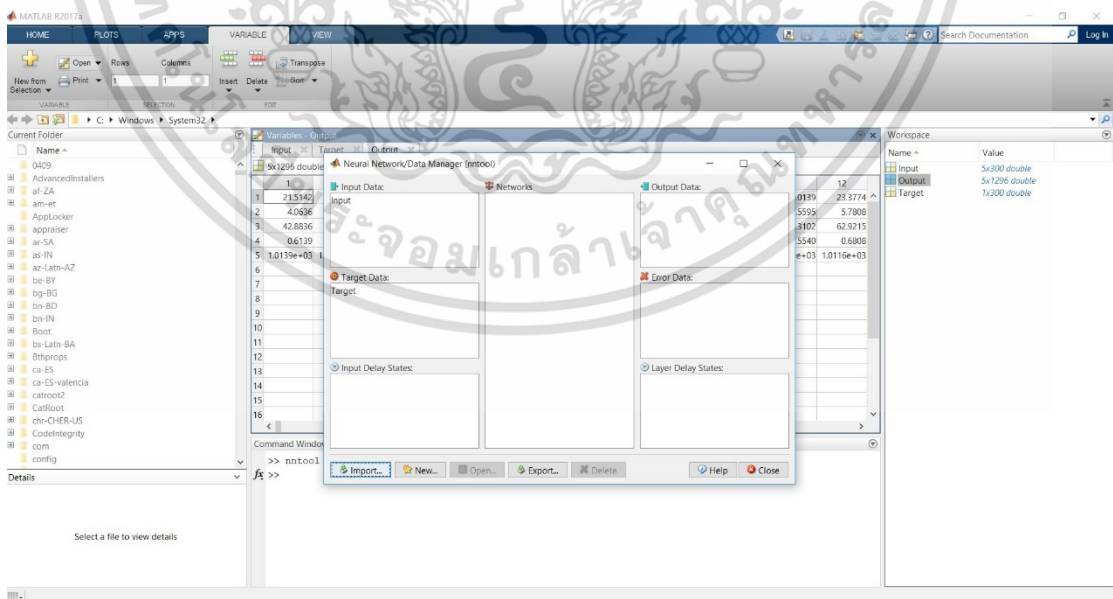
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำการเรียกคำสั่ง “nntool”



รูปที่ 3.16 การใช้คำสั่ง nntool

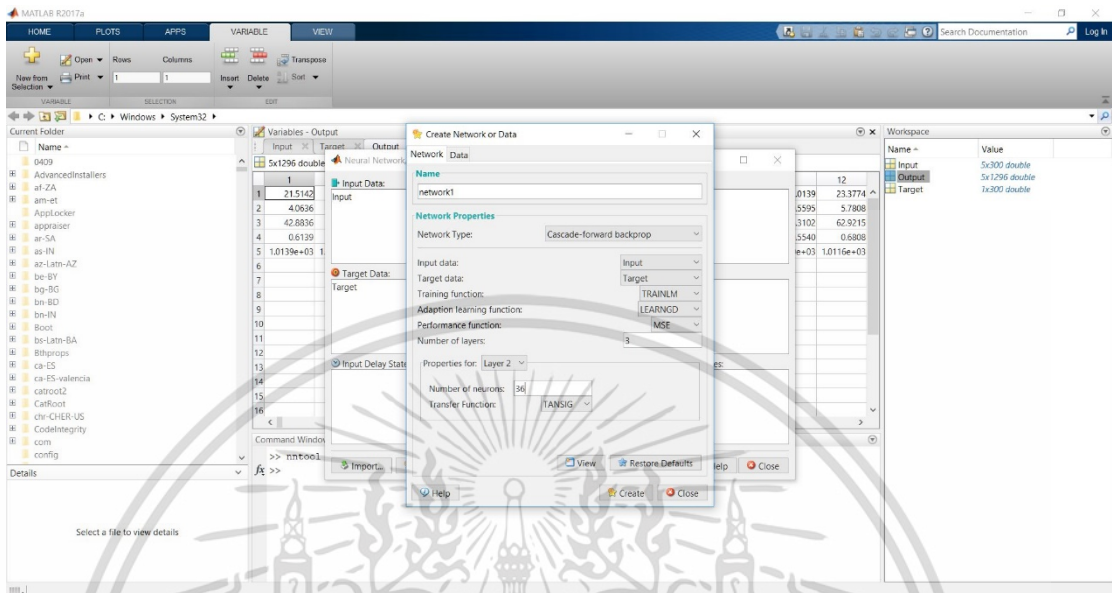
10. ทำการ import ข้อมูลที่ได้ป้อนค่าไว้โดยให้ ข้อมูลในข้อที่ 6 เป็น input ในขณะที่ข้อมูลในข้อที่ 7 เป็น target



รูปที่ 3.17 การตั้งค่าคำสั่ง nntool

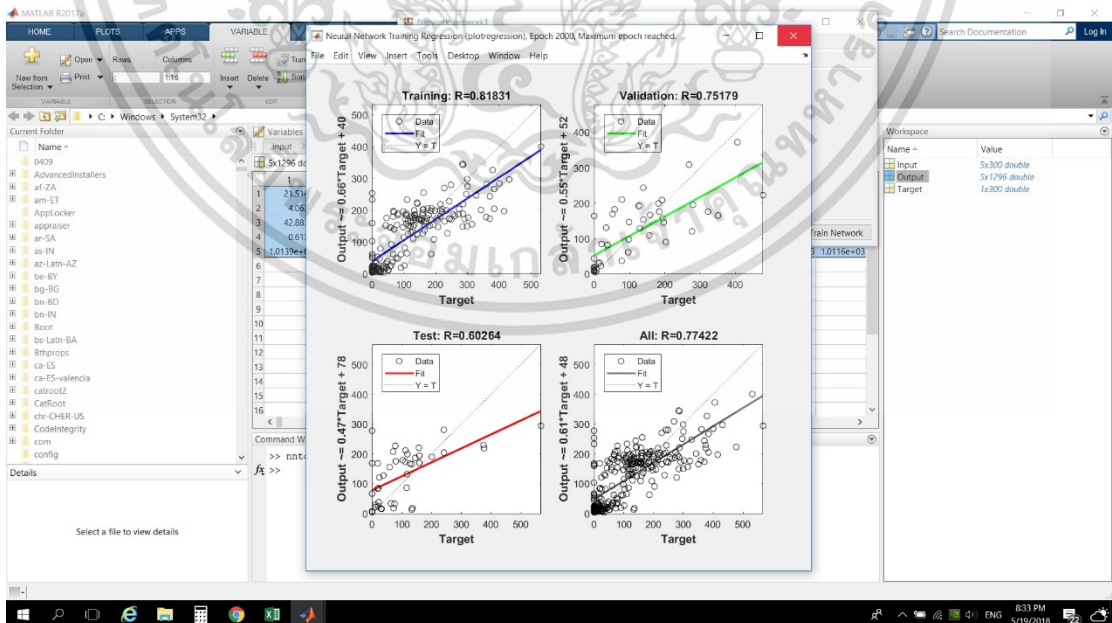
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ทำการตั้งค่าว่าจะให้โปรแกรมคำนวณอย่างไร



รูปที่ 3.18 การตั้งค่าลักษณะการคำนวณ

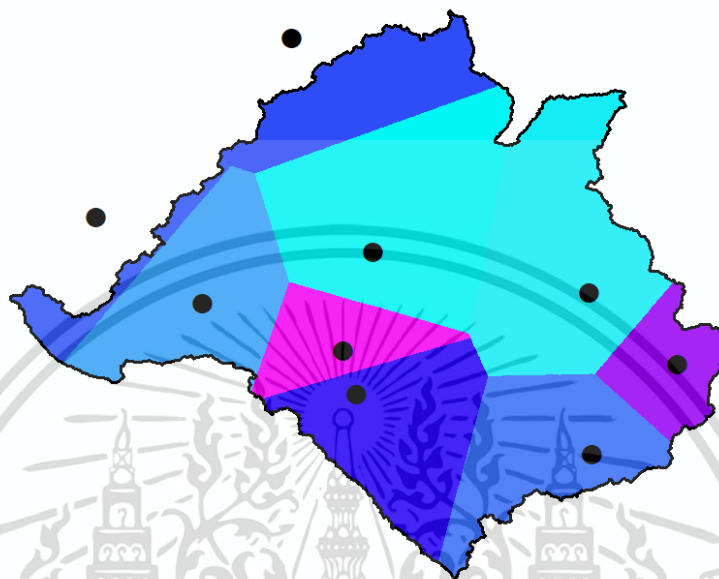
12. ทำการสุ่มรูปแบบของโครงข่ายให้ได้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการเลือกสุ่มจำนวน Layer และ Node ของตัว Network



รูปที่ 3.19 ค่าความแม่นยำของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. หากผลลัพธ์ที่ได้ออกมามีประสิทธิภาพไม่ดีพอให้ทำการสุ่มใหม่ตามขั้นตอนในข้อที่ 11
14. นำเข้าสู่ชุดข้อมูลฝนในอนาคตของทั้ง 9 สถานีวัดน้ำฝนลงบน ArcGIS และใช้ Thiessen polygon ในการหาปริมาณน้ำฝนของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง



รูปที่ 3.20 แผนที่ปริมาณน้ำฝนในอนาคตของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

15. ทำการเขียนคำสั่ง และตัวแปรต่างๆ ลงในแผนภูมิคำสั่งเพื่อใช้ในการคำนวณการสูญเสียดินในอนาคตของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยใช้สมการการสูญเสียดินโลก (USLE) ดังข้อที่ 3.2 ข้อย่อยที่ 6

3.4 การประเมินปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ

1. ทำการคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำโดยใช้พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในการคำนวณ จากสมการที่ 3.1, 3.2, 3.3

$$\log(SDR) = 1.7935 - 0.14191 \log(A) \quad (3.1)$$

สมการที่ 3.1 เป็นการคำนวณอัตราส่วนปริมาณตะกอนจากพื้นที่ศึกษาโดยทฤษฎีของ Renfro

$$SDR = 0.42A^{-0.125} \quad (3.2)$$

สมการที่ 3.2 เป็นการคำนวณอัตราส่วนปริมาณตะกอนจากพื้นที่ศึกษาโดยทฤษฎีของ Vanoni

$$SDR = 0.375A^{-0.2382} \quad (3.3)$$

สมการที่ 3.3 เป็นการคำนวณอัตราส่วนปริมาณตะกอนจากพื้นที่ศึกษาโดยทฤษฎีของ Boyce สมการข้างต้นทั้งสามสมการ เป็นสมการที่คำนวณอัตราส่วนปริมาณตะกอนจากพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นสมการที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายจากทั่วโลก โดยสามารถพบได้ในหลายงานวิจัยเกี่ยวกับปริมาณตะกอนที่พัดพาลงสู่อ่างเก็บน้ำ โดยสมการทั้งสามสมการเป็นสมการที่ได้จากการดำเนินการทดลองในพื้นที่ศึกษาหนึ่งๆจนได้ค่าที่สามารถประยุกต์ใช้ในระดับสากลได้

2. ทำการคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำโดยวิธี Relief Length จากสมการ

$$\log(SDR) = 2.94259 + 0.82362 \log\left(\frac{R}{L}\right) \quad (3.4)$$

โดย R คือความต่างของระดับระหว่าง ระดับความสูงเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ กับ ระดับความสูง ณ จุดระบายน้ำ
L คือระยะทางที่มากที่สุดของกลุ่มน้ำ โดยวัดขนานกับเส้นแม่น้ำ ของกลุ่มน้ำหลัก

3. ทำการคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำโดยวิธี SLP จากสมการ

$$SDR = 0.627SLP^{0.403} \quad (3.5)$$

โดย SLP คือ%ความชันของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ

4. ทำการคำนวณหาปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ สามารถหาได้จากความสัมพันธ์ของปริมาณผลผลิตตะกอน และปริมาณการชะล้างของดินทั้งหมด ณ บริเวณที่เราสนใจ

$$SDR = Y/E \quad (3.6)$$

โดย SDR คืออัตราส่วนปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ

Y คือผลผลิตตะกอน

E คือปริมาณการชะล้างของดินทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่

โดยปริมาณการชะล้างของดินทั้งหมดหาได้จากหัวข้อ 3.2

บทที่ 4

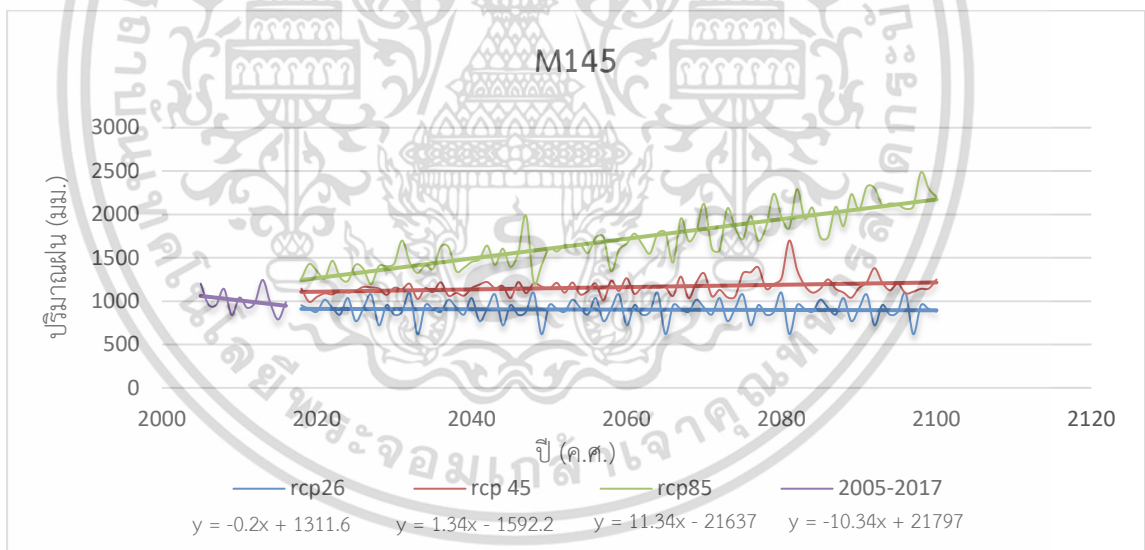
ผลการศึกษา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต และการสูญเสียดิน ในลุ่มน้ำลำพระเพลิง ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ กราฟปริมาณน้ำฝน ในอนาคตของสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 9 สถานี แผนที่การสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง และปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ โดยทำการวิเคราะห์ 4 ช่วงเวลา ได้แก่ อดีต (ปีค.ศ.2005 – 2015) , อนาคตใกล้ (ปีค.ศ.2018 – 2040) , อนาคตกลาง (ปีค.ศ.2041 – 2070) , อนาคตไกล (ปี ค.ศ. 2071 – 2100)

4.1 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน

4.1.1 สถานีวัดน้ำฝน M.145

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี



รูปที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานี M.145

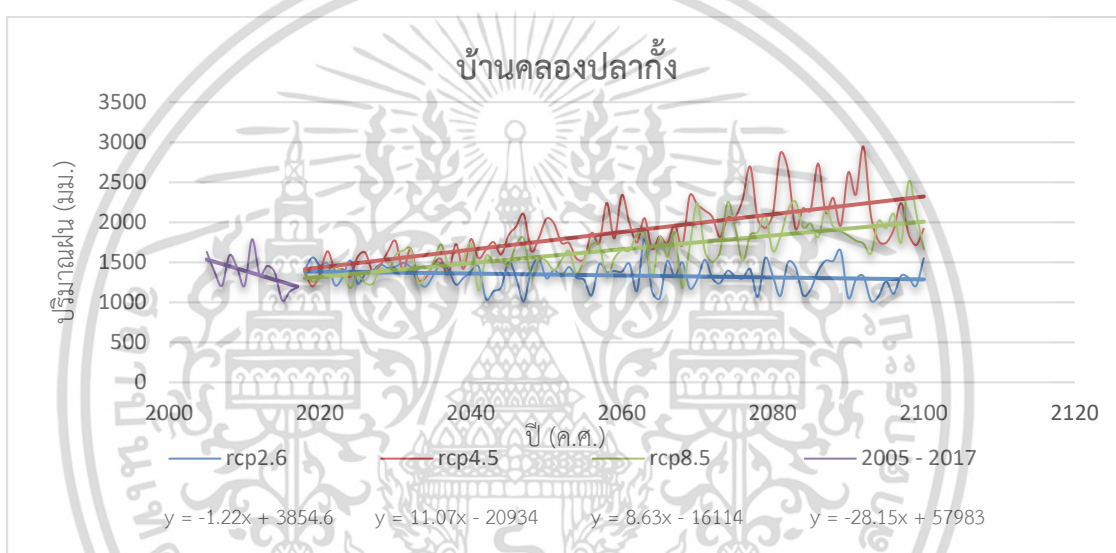
ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝน M.145 ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1010.53 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 10.34 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 902.66 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 0.2 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,160.85 มม./ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 1.34 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,707.94 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 11.34 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต และอนาคตใกล้ มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลง และปริมาณฝนรายปีในอนาคตกลางและอนาคตไกลจะเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.58$

4.1.2 สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี



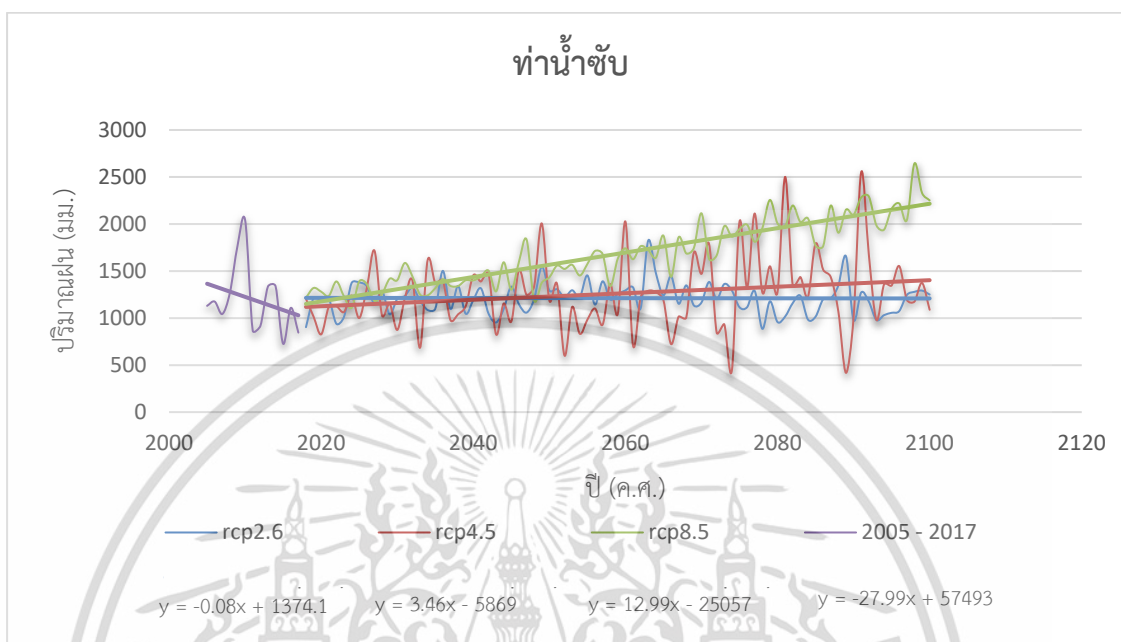
รูปที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านคลองปลากั้ง

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,366.07 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 28.15 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,335.83 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 1.22 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,867.19 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 11.07 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,653.60 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 8.63 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต และอนาคตใกล้ มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลง และปริมาณฝนรายปีในอนาคตกลางและอนาคตไกลจะเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.60$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 สถานีวัดน้ำฝนทำน้ำซั้ว

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี

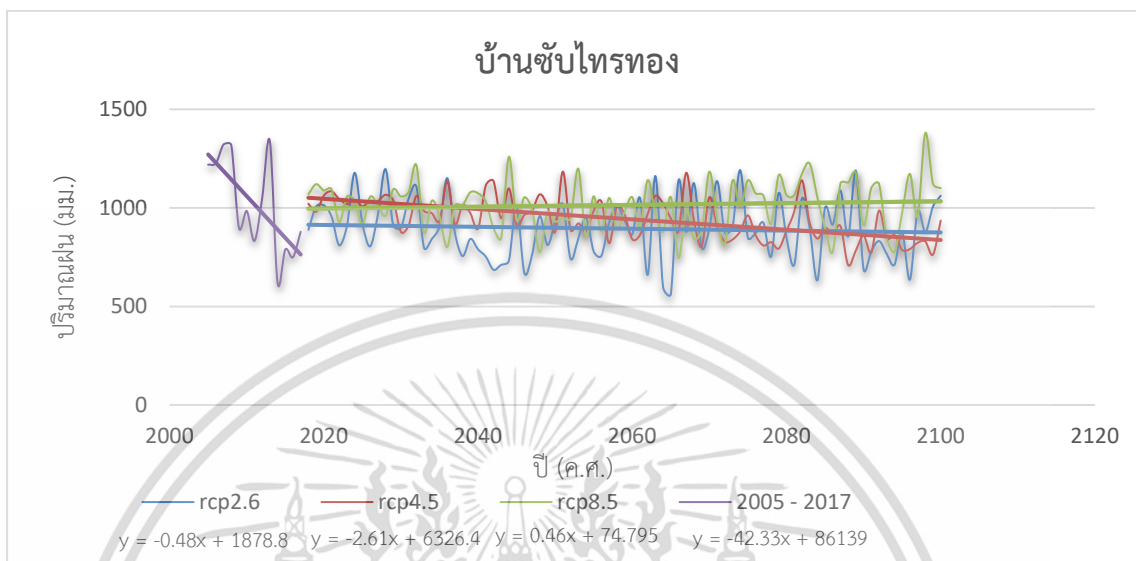


รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีทำน้ำซั้ว

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนทำน้ำซั้ว ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,197.23 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 28 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,211.78 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 0.08 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,260.79 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 3.46 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,683.44 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 12.98 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต อนาคตใกล้ มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลง และปริมาณฝนรายปีในอนาคตไกล และอนาคตไกลจะเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ ได้จากการย่อยส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของ กรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.60$

4.1.4 สถานีวัดน้ำฝนบ้านซำไทรทอง

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี

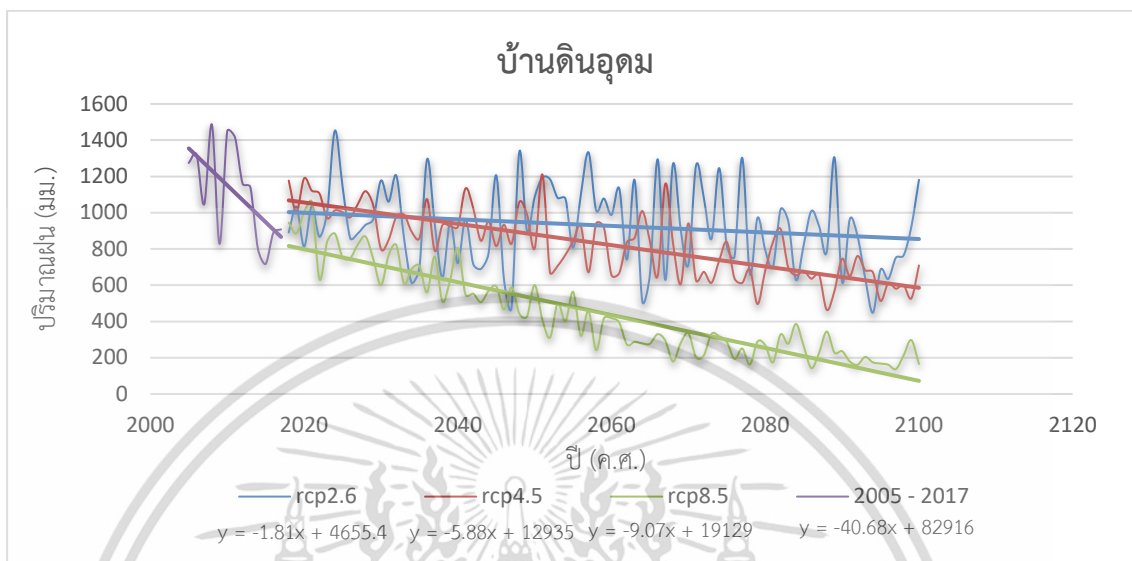


รูปที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านซำไทรทอง

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนบ้านซำไทรทอง ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,017.22 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 42.33 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 894.70 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 0.48 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 944.11 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 2.61 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,014.48 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.46 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต อนาคตใกล้ และอนาคตกลาง มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลง และปริมาณฝนรายปีในอนาคตไกลจะเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อยส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.65$

4.1.5 สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี

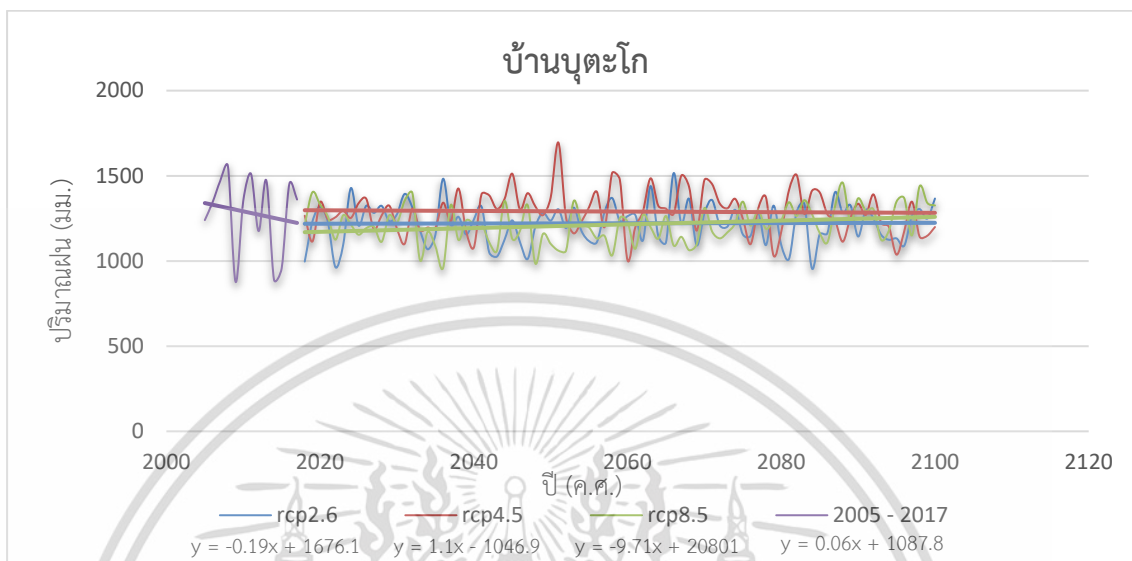


รูปที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านดินอุดม

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,110.64 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 40.68 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 929.47 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 1.81 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 827.04 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 5.88 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 444.54 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 9.07 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต อนาคตใกล้ อนาคตกลาง และอนาคตไกล มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลงทั้งหมด โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อยส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโคจรขยายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.70$

4.1.6 สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี

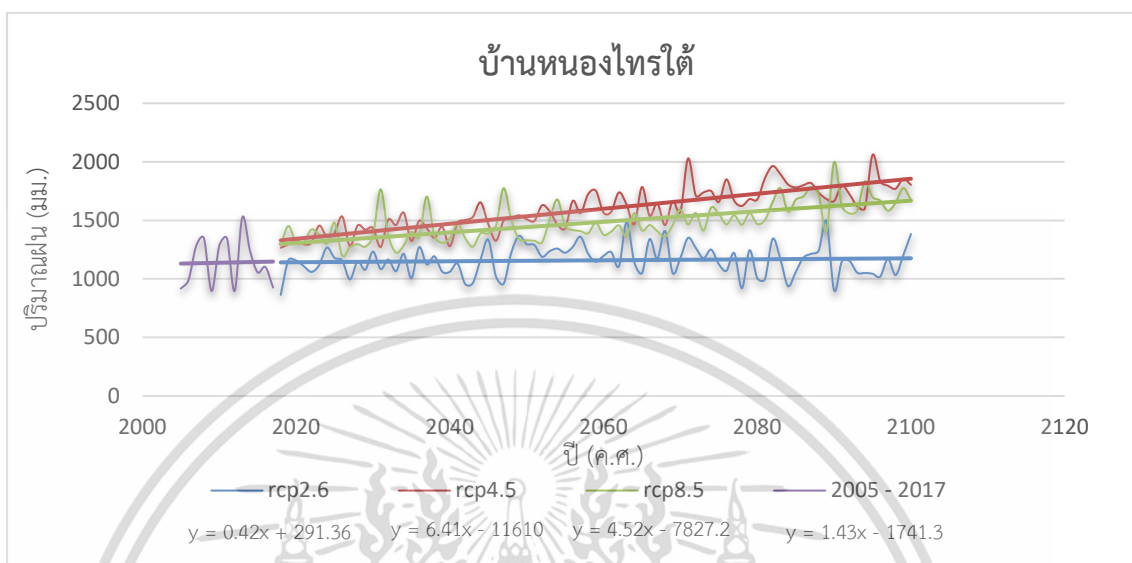


รูปที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านบุตะโก

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,281.69 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.06 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,221.25 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 0.19 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,290.22 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 1.1 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1214.10 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 9.71 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต และอนาคตกลาง มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีเพิ่มขึ้น และปริมาณฝนรายปีในอนาคตใกล้ และอนาคตไกลจะลดลง โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีต ที่ได้จากการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีต ของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.60$

4.1.7 สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี

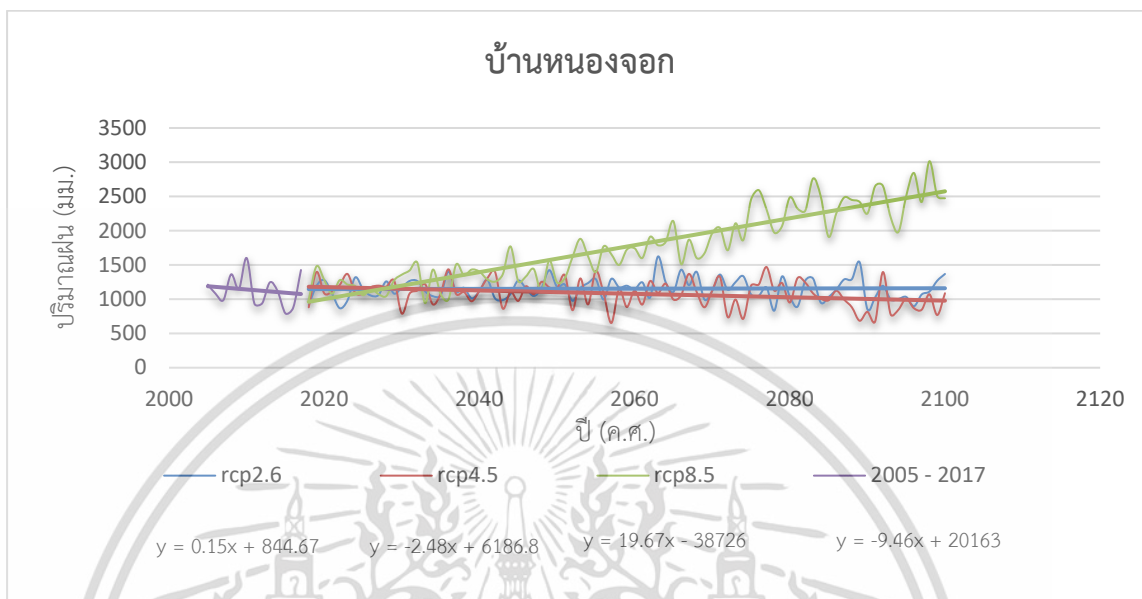


รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านหนองไทรใต้

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้ ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,139.32 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 1.43 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,158.64 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.42 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1594.64 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 6.41 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,483.09 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 4.52 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต อนาคตใกล้ อนาคตกลาง และอนาคตไกล มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีเพิ่มขึ้นทั้งหมด โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อยส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโคจรถ่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.58$

4.1.8 สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี

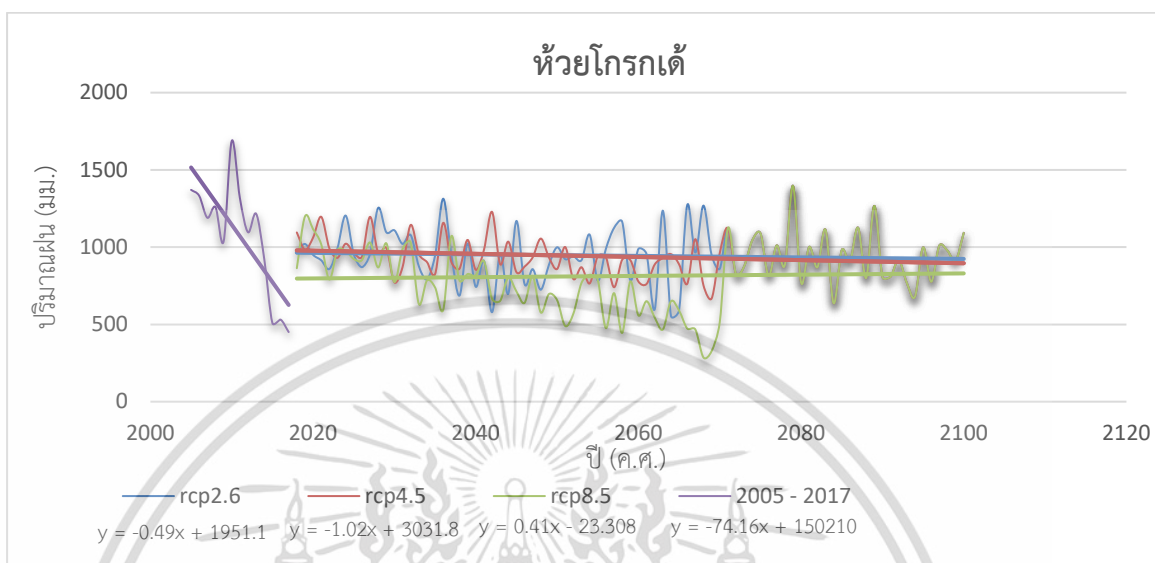


รูปที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีบ้านหนองจอก

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับอนาคต 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,132.47 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 0.15 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,153.81 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.15 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,080.73 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 2.48 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,768.77 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 19.67 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต และอนาคตกลาง มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลง และปริมาณฝนรายปีในอนาคตไกล และอนาคตไกลจะเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.67$

4.1.9 สถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี



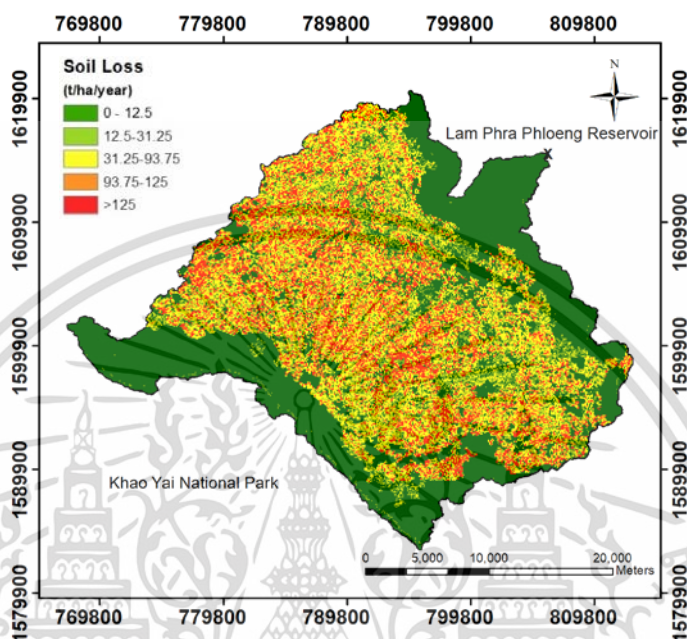
รูปที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปี สถานีห้วยโกรกเต้

ปริมาณฝนรายปีตั้งแต่อดีต เปรียบเทียบกับขนาด 3 ช่วงเวลา พร้อมกับเส้นแนวโน้ม ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยที่สถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้ ในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017 พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,070.70 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 0.49 มม./ปี ในขณะที่ปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 2.6 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 943.84 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 1.02 มม./ปี ส่วนปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 4.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 937.38 มม./ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.41 มม./ปี และปริมาณฝนรายปีในอนาคต scenario 8.5 ปี ค.ศ. 2018 – 2100 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 813.37 มม./ปี และมีแนวโน้มลดลงด้วยอัตรา 74.16 มม./ปี สรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากอดีต อนาคตใกล้ และอนาคตไกล มีแนวโน้มปริมาณฝนรายปีลดลง และปริมาณฝนรายปีในอนาคตกลางจะเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนในอดีตที่ได้จากการย่อยส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลกโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าปริมาณฝนในอดีตของกรมชลประทาน มีค่าการวิเคราะห์การถดถอย $R^2 = 0.59$

4.2 แผนที่การสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

4.2.1 แผนที่การสูญเสียดินในอดีต

ผลการศึกษาการประเมินค่าการสูญเสียดินเฉลี่ยในอดีตช่วงปีค.ศ. 2005 – 2017



รูปที่ 4.10 แผนที่การสูญเสียดินในอดีต ปี ค.ศ. 2005 – 2017

ตารางที่ 4.1 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอดีต

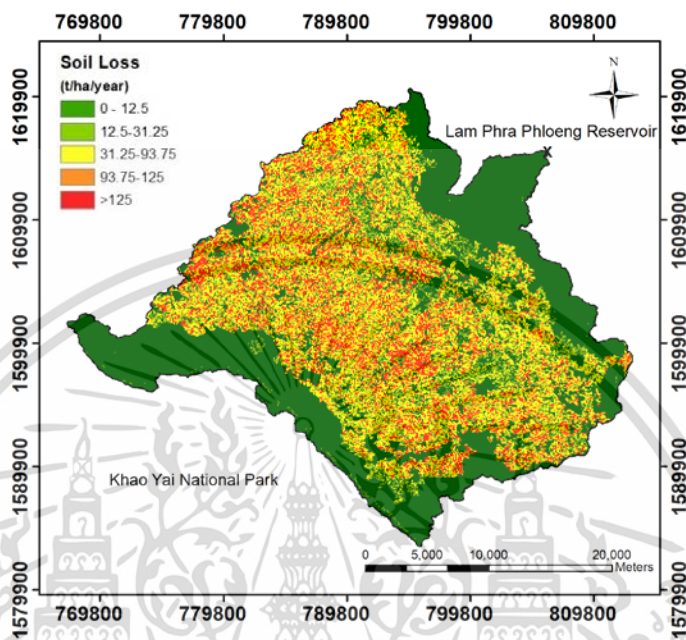
ระดับความรุนแรง	2005-2017	
	พื้นที่(ha)	%
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	32816	40.29
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	9630	11.82
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	20915	25.68
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5594	6.87
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	12504	15.35

จากรูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2005 - 2017 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 40.29 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.87 และ 15.35 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพืชไร่ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้

ผลการศึกษาการประเมินค่าการสูญเสียดินเฉลี่ยในอนาคตใกล้ scenario rcp2.6 4.5 และ8.5 ช่วงปีค.ศ. 2018 – 2040



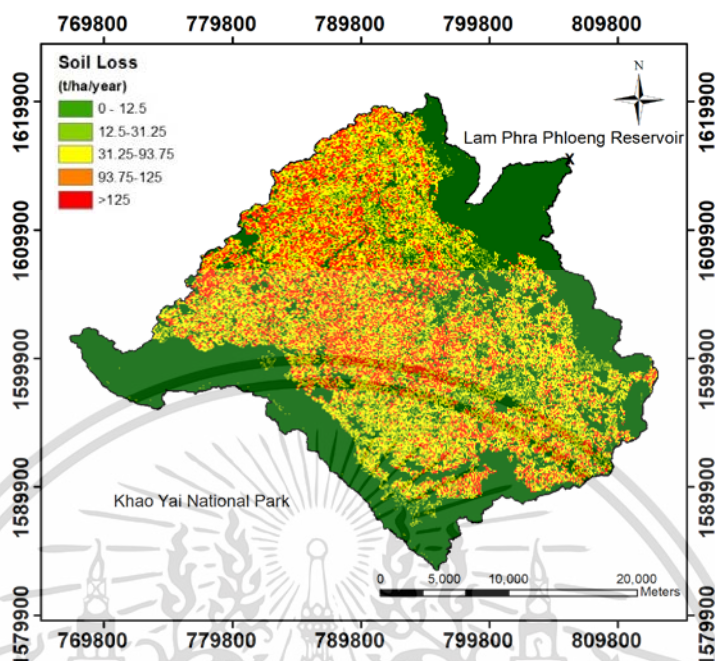
รูปที่ 4.11 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้ ปี ค.ศ. 2018 – 2040 Scenario 2.6

ตารางที่ 4.2 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตใกล้ Scenario 2.6

Category	2018 – 2040		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	33329	40.92	1.56
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	10163	12.48	5.53
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	21349	26.21	2.08
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5346	6.56	4.43
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	11272	13.84	9.85

จากรูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2018 -2040 scenario rcp2.6 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 40.92 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.56 และ 13.84 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพีชไรท์ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



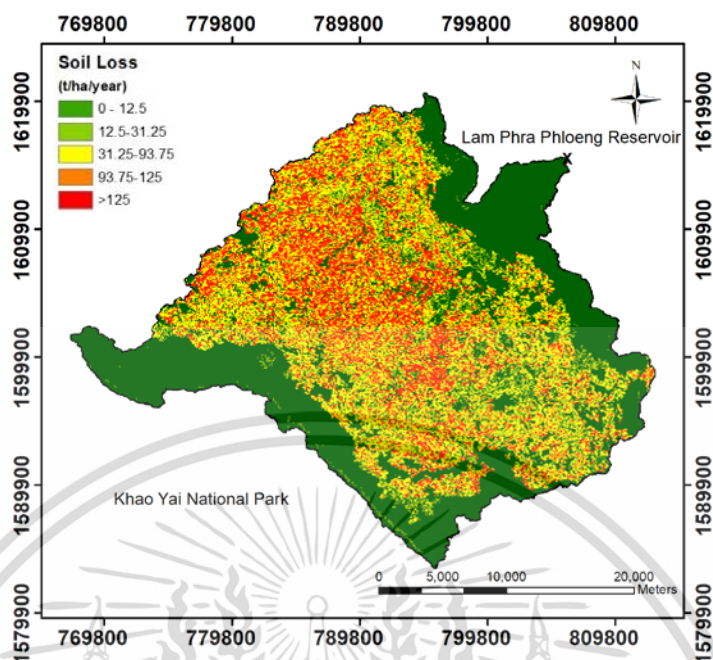
รูปที่ 4.12 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้ ปี ค.ศ. 2018 – 2040 Scenario 4.5

ตารางที่ 4.3 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตใกล้ Scenario 4.5

Category	2018 – 2040		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	32663	40.10	0.47
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	9406	11.55	2.33
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	20686	25.39	1.09
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5540	6.81	0.97
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	13164	16.16	5.28

จากรูปที่ 4.12 และตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2018 -2040 scenario rcp4.5 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 40.10 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.81 และ 16.16 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพีชไรท์ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตใกล้ ปี ค.ศ. 2018 – 2040 Scenario 8.5

ตารางที่ 4.4 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตใกล้ Scenario 8.5

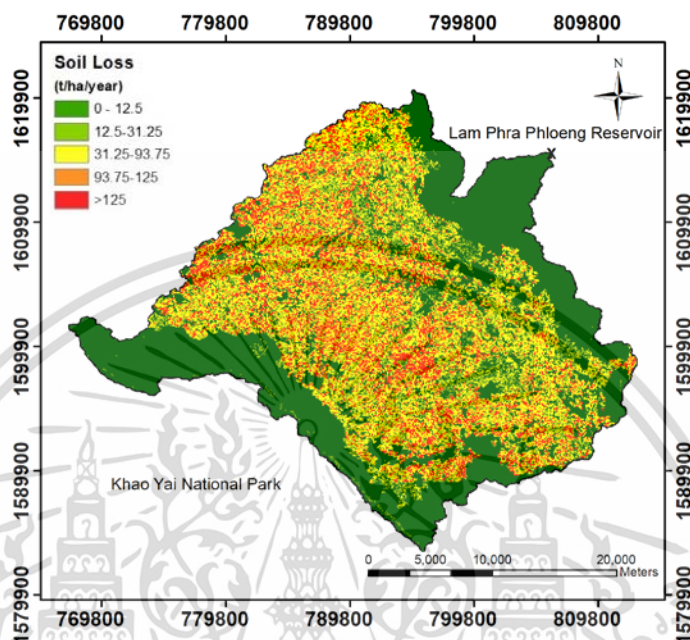
Category	2018 - 2040		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	32421	39.80	1.21
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	9306	11.42	3.36
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	20325	24.95	2.82
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5456	6.70	2.47
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	13951	17.13	11.57

จากรูปที่ 4.13 และตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2018 -2040 scenario rcp8.5 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 39.80 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.70 และ 17.13 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพืชไร่ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกกลาง

ผลการศึกษาการประเมินค่าการสูญเสียดินเฉลี่ยในอนาคตกลาง scenario rcp2.6 4.5 และ8.5 ช่วงปีค.ศ. 2018 – 2040



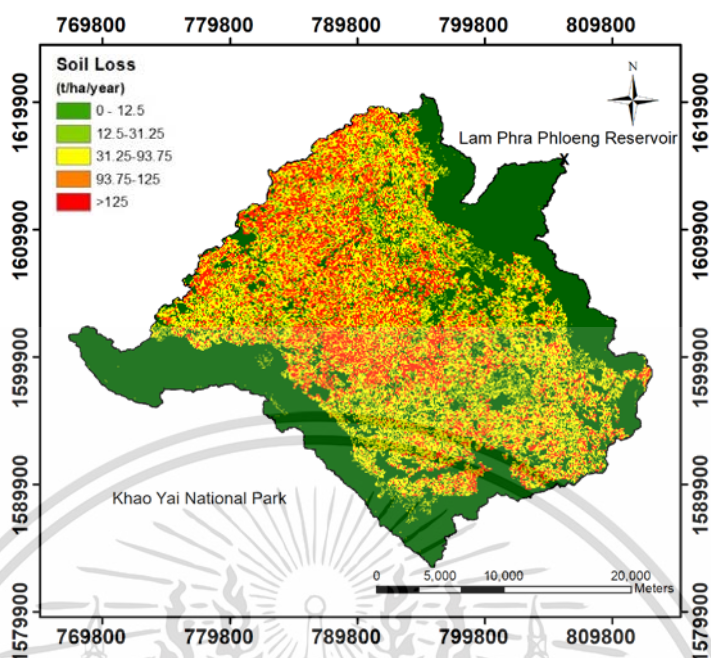
รูปที่ 4.14 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลาง ปี ค.ศ. 2041 – 2070 Scenario 2.6

ตารางที่ 4.5 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตกลาง Scenario 2.6

Category	2041 – 2070		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	33411	41.02	1.81
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	10265	12.60	6.59
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	21431	26.31	2.47
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5218	6.41	6.72
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	11134	13.67	10.96

จากรูปที่ 4.14 และตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2041 -2070 scenario rcp2.6 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 41.02 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.41 และ 13.67 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพีชไรต์ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



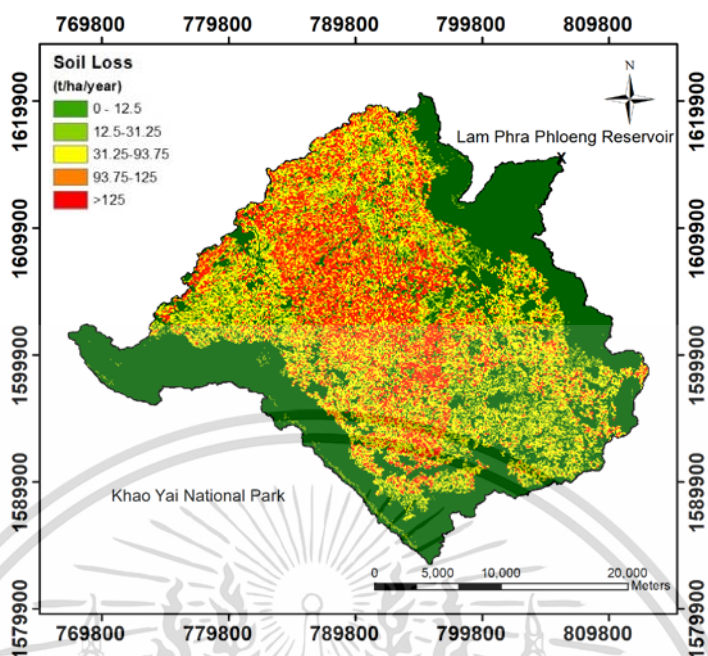
รูปที่ 4.15 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลางปี ค.ศ. 2041 – 2070 Scenario 4.5

ตารางที่ 4.6 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตกลาง Scenario 4.5

Category	2041 - 2070		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	32608	40.03	0.63
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	9263	11.37	3.81
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	20474	25.13	2.11
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5425	6.66	3.02
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	13689	16.81	9.48

จากรูปที่ 4.15 และตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2041 -2070 scenario rcp4.5 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 40.03 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.66 และ 16.81 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณที่พื้นที่ไถลเนินเขาและพืชไร่ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตกลางปี ค.ศ. 2041 – 2070 Scenario 8.5

ตารางที่ 4.7 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตกลาง Scenario 8.5

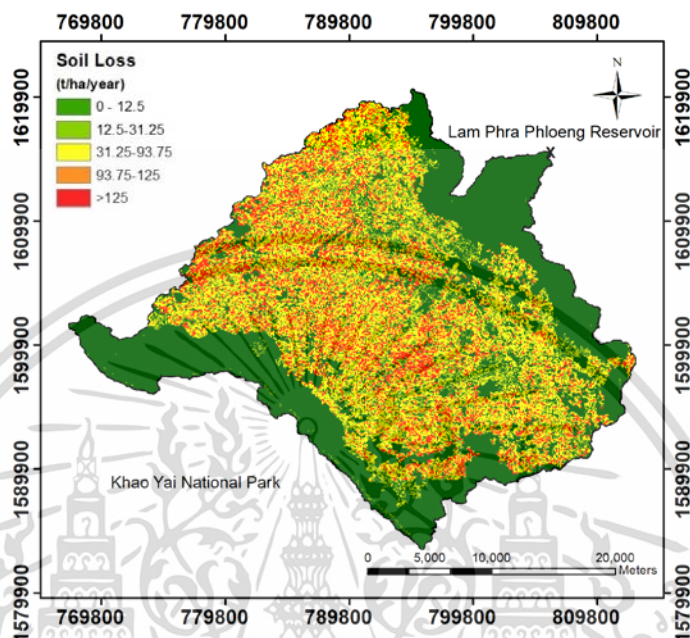
Category	2041 - 2070		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	33099	40.63	0.86
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	10114	12.42	5.03
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	19183	23.55	8.28
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	4993	6.13	10.74
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	14070	17.27	12.52

จากรูปที่ 4.16 และตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2041 -2070 scenario rcp8.5 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 40.63 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.13 และ 17.27 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพืชไร่ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล

ผลการศึกษาการประเมินค่าการสูญเสียดินเฉลี่ยในอนาคตไกล scenario rcp2.6 4.5 และ8.5 ช่วงปีค.ศ. 2018 – 2040



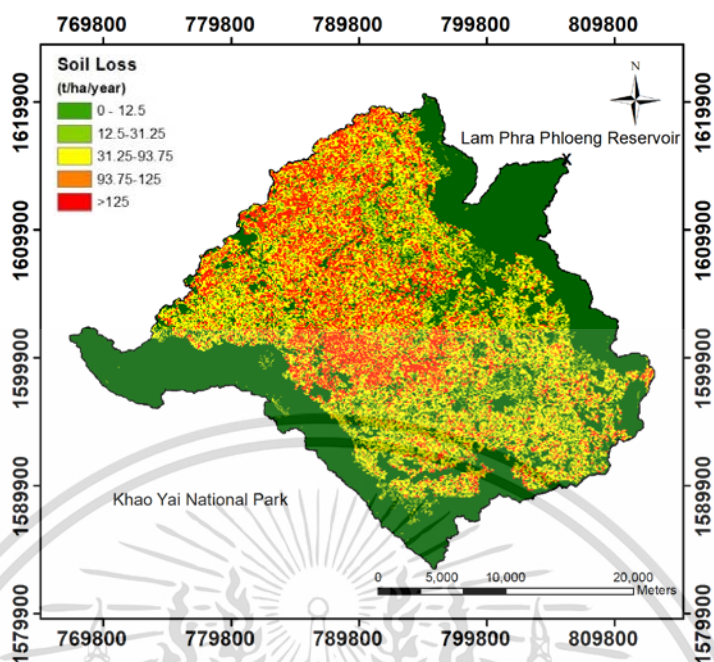
รูปที่ 4.17 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล ปี ค.ศ. 2071 – 2100 Scenario 2.6

ตารางที่ 4.8 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตไกล Scenario 2.6

Category	2071 – 2100		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	33547	41.18	2.23
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	10340	12.69	7.37
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	21542	26.45	3
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5222	6.41	6.65
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	10808	13.27	13.56

จากรูปที่ 4.17 และตารางที่ 4.8 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2071 -2100 scenario rcp2.6 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 41.18 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.41 และ 13.27 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพีชไรต์ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



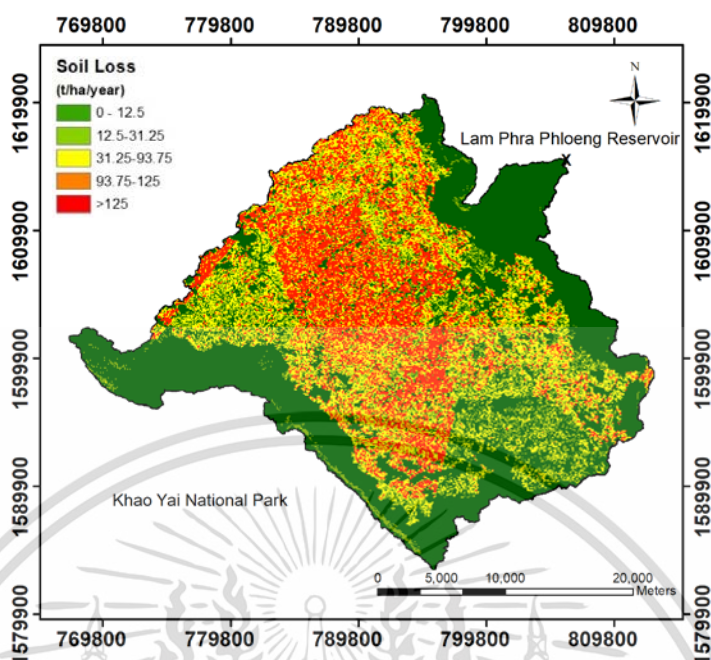
รูปที่ 4.18 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล ปี ค.ศ. 2071 – 2100 Scenario 4.5

ตารางที่ 4.9 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตไกล Scenario 4.5

Category	2071 - 2100		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	32835	40.31	0.06
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	9484	11.64	1.52
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	20082	24.65	3.98
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	5299	6.51	5.27
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	13759	16.89	10.04

จากรูปที่ 4.18 และตารางที่ 4.9 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2071 -2100 scenario rcp4.5 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 40.31 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 6.51 และ 16.89 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพืชไร่ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แผนที่การสูญเสียดินในอนาคตไกล ปี ค.ศ. 2071 – 2100 Scenario 8.5

ตารางที่ 4.10 ระดับชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในอนาคตไกล Scenario 8.5

Category	2071 - 2100		
	พื้นที่(ha)	%	%ความแตกต่างเมื่อเทียบกับค่าในอดีต
ต่ำมาก (0-12.5 ton/ha/year)	33712	41.39	2.73
ต่ำ (12.5-31.25 ton/ha/year)	9980	12.25	3.63
ปานกลาง (31.25-93.75 ton/ha/year)	16786	20.61	19.74
สูง (93.75-125 ton/ha/year)	4643	5.70	17.01
สูงมาก (>125 ton/ha/year)	16338	20.06	30.66

จากรูปที่ 4.19 และตารางที่ 4.10 จะเห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงในปี ค.ศ. 2071 -2100 scenario rcp8.5 มีระดับอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับต่ำมากมากคิดเป็นร้อยละ 41.39 ของพื้นที่ทั้งหมด และมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับสูง และสูงมาก เพียงร้อยละ 5.70 และ 20.06 ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูงนั้นคือบริเวณพื้นที่ใกล้เนินเขาและพืชไร่ที่มีการถางหน้าดิน เตรียมพร้อมสำหรับการปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินจากแบบจำลองในช่วงเวลาต่างๆ

จากผลการทดลอง ทำให้ทราบค่าการสูญเสียดินในอนาคตของ scenario rcp 2.6 จะมีค่าน้อยกว่าในอดีตเพราะ scenario rcp 2.6 มีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่มากขึ้น และมีความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่มีแนวโน้มลดลงจากในอดีต ทำให้ค่าการสูญเสียดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับช่วงเวลาในอดีต ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างช่วงเวลาในอดีตกับช่วงเวลาอนาคต

Scenario 2.6

อัตราการสูญเสียดิน ton /ha/year	2005-2017	2018 - 2040	2041 - 2070	2071 - 2100
Max	1629.57	1490.60	1388.63	1429.58
MIN	0	0	0	0
MEAN	59.93	55.91	55.45	54.37
STD	85.93	80.35	80.16	78.28

จากผลการทดลอง ทำให้ทราบค่าการสูญเสียดินในอนาคตของ scenario rcp 4.5 จะมีค่ามากกว่าในอดีตเพราะ scenario rcp 4.5 มีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่น้อยกว่าในอดีต และมีความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่มากกว่าในอดีต ทำให้ค่าการสูญเสียดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาในอดีต ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างช่วงเวลาในอดีตกับช่วงเวลาอนาคต

Scenario 4.5

อัตราการสูญเสียดิน ton /ha/year	2005-2017	2018 - 2040	2041 - 2070	2071 - 2100
Max	1629.57	1530.46	1728.28	1979.98
MIN	0	0	0	0
MEAN	59.93	62.05	64.15	65.44
STD	85.93	89.79	94.81	100.83

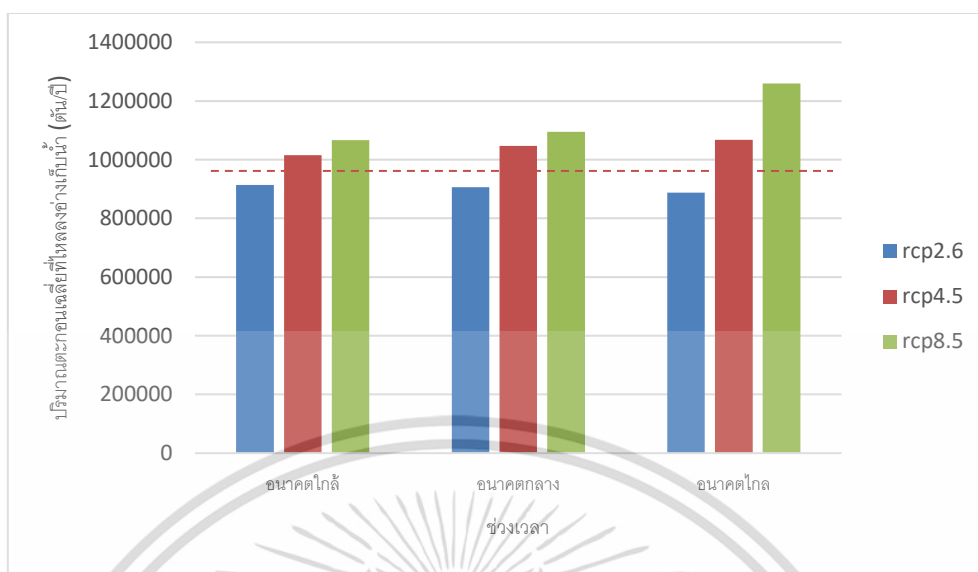
จากผลการทดลอง ทำให้ทราบค่าการสูญเสียดินในอนาคตของ scenario rcp 8.5 จะมีค่ามากกว่าในอดีตเพราะ scenario rcp 8.5 มีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่น้อยกว่าในอดีตมากที่สุด และมีความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่มากกว่าในอดีตที่สุด ทำให้ค่าการสูญเสียดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเวลาในอดีต ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินระหว่างช่วงเวลาในอดีตกับช่วงเวลาอนาคต Scenario 8.5

อัตราการสูญเสียดิน ton /ha/year	2005-2017	2018 - 2040	2041 - 2070	2071 - 2100
Max	1629.57	1506.14	1583.28	2095.37
MIN	0	0	0	0
MEAN	59.93	65.31	67.11	77.53
STD	85.93	96.26	105.90	129.98

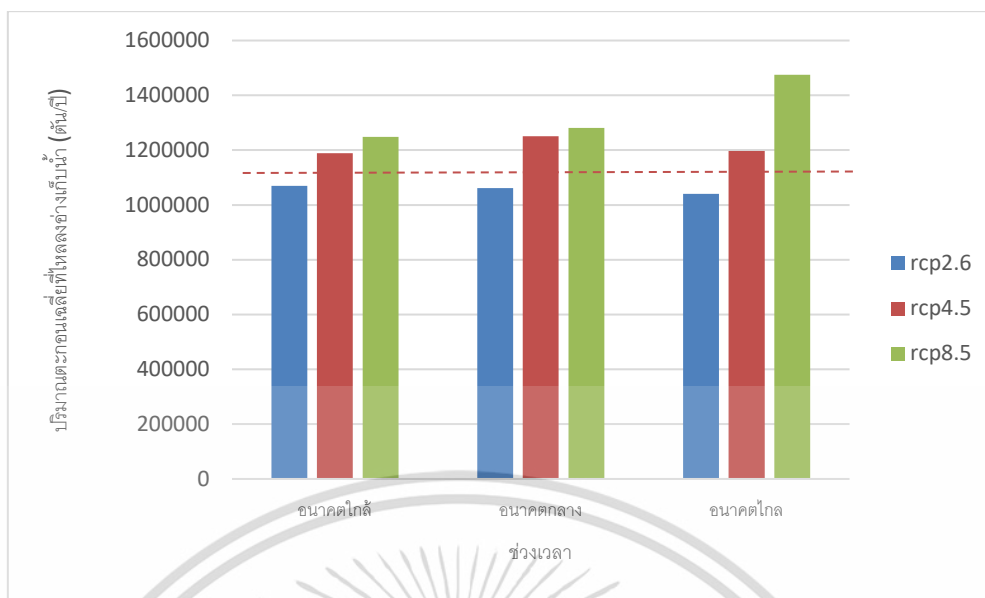
4.4 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง โดยการประเมินปริมาณการชะล้างของดินกับปริมาณตะกอน ที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio หรือ SDR) ในช่วงเวลาในอดีต อนาคตใกล้ อนาคตกลาง และอนาคตไกล ในscenario rcp 2.6, 4.5 และ8.5 โดยวิธีการประเมินค่าจากพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังรูปที่ 4.20 , 4.21 และ 4.22 ดังรูปที่ 4.23 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของManner และวิธีSLP ดังรูปที่ 4.24 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของWilliams&Berndt



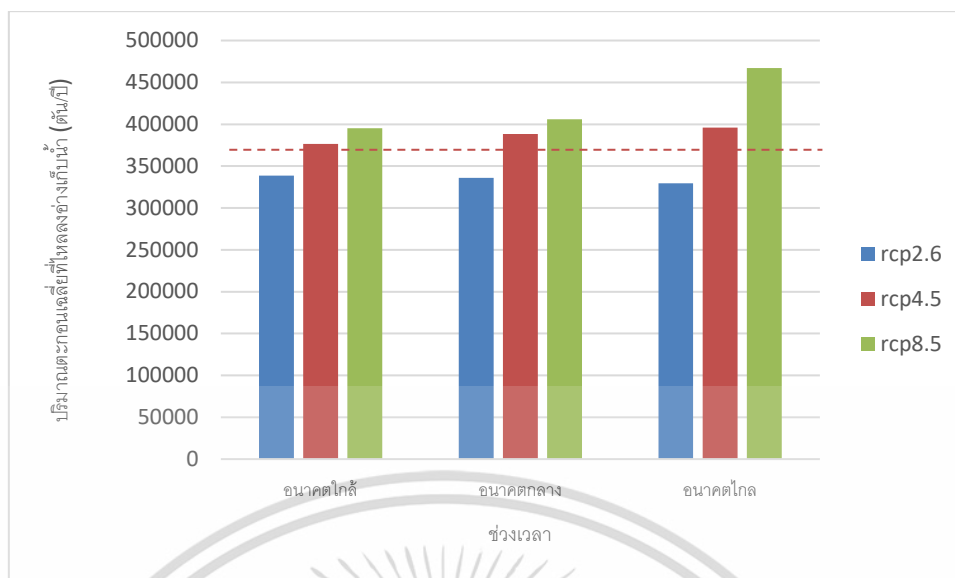
รูปที่ 4.20 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของVanoni

อัตราส่วนตะกอนที่ตกลงสู่ลำน้ำโดยวิธีการของVanoni มีค่าเท่ากับ 0.205 ส่วนปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของ Vanoni นั้น มีค่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาอดีตเฉลี่ยอยู่ที่ 980,630.60 ตันต่อปี หรือคิดเป็น 0.65 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเมื่อเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ส่วนปริมาณตะกอนในscenario rcp 2.6 นั้นมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งต่างจากscenario rcp 4.5 และ rcp 8.5 ที่ปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยในช่วง scenario rcp 2.6 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.71 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ช่วง scenario rcp 4.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 1.85 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ และช่วง scenario rcp 8.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.84 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 4.21 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของRenfro

อัตราส่วนตะกอนที่ตกลงสู่ลำน้ำโดยวิธีการของRenfro มีค่าเท่ากับ 0.24 ส่วนปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของ Renfro นั้น มีค่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาอดีตเฉลี่ยอยู่ที่ 1,148,055.34 ตันต่อปี หรือคิดเป็น 0.76 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ส่วนปริมาณตะกอนในscenario rcp 2.6 นั้นมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งต่างจากscenario rcp 4.5 และ rcp 8.5 ที่ปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามลำดับความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยในช่วง scenario rcp 2.6 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.72 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ช่วง scenario rcp 4.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.83 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ และช่วง scenario rcp 8.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ



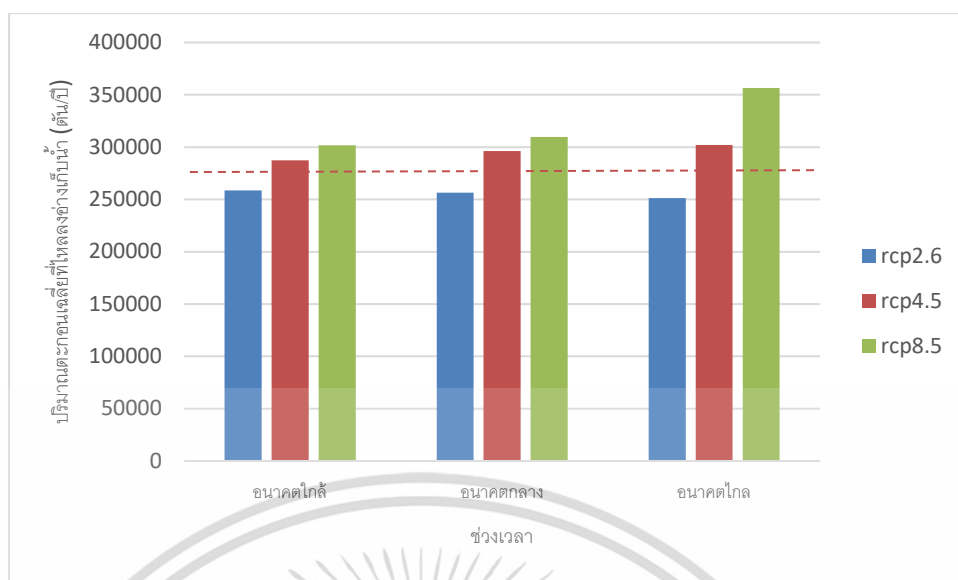
รูปที่ 4.22 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของBoyce

อัตราส่วนตะกอนที่ตกลงสู่ลำน้ำโดยวิธีการของBoyce มีค่าเท่ากับ 0.076 ส่วนปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของ Boyce นั้น มีค่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาอดีตเฉลี่ยอยู่ที่ 363,550.86 ตันต่อปี หรือคิดเป็น 0.24 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ส่วนปริมาณตะกอนในscenario rcp 2.6 นั้นมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งต่างจากscenario rcp 4.5 และ rcp 8.5 ที่ปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามลำดับความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยในช่วง scenario rcp 2.6 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.22 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ช่วง scenario rcp 4.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.26 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ และช่วง scenario rcp 8.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.31 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 4.23 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของManner

อัตราส่วนตะกอนที่ตกลงสู่ลำน้ำโดยวิธีการของManner มีค่าเท่ากับ 0.091 ส่วนปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของ Manner นั้น มีค่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาอดีตเฉลี่ยอยู่ที่ 435,304.32 ตันต่อปี หรือ 0.29 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ส่วนปริมาณตะกอนในscenario rcp 2.6 นั้นมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งต่างจากscenario rcp 4.5 และ rcp 8.5 ที่ปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามลำดับความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยในช่วง scenario rcp 2.6 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.27 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ช่วง scenario rcp 4.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.32 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ และช่วง scenario rcp 8.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.37 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาตรที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 4.24 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของWilliams&Berndt

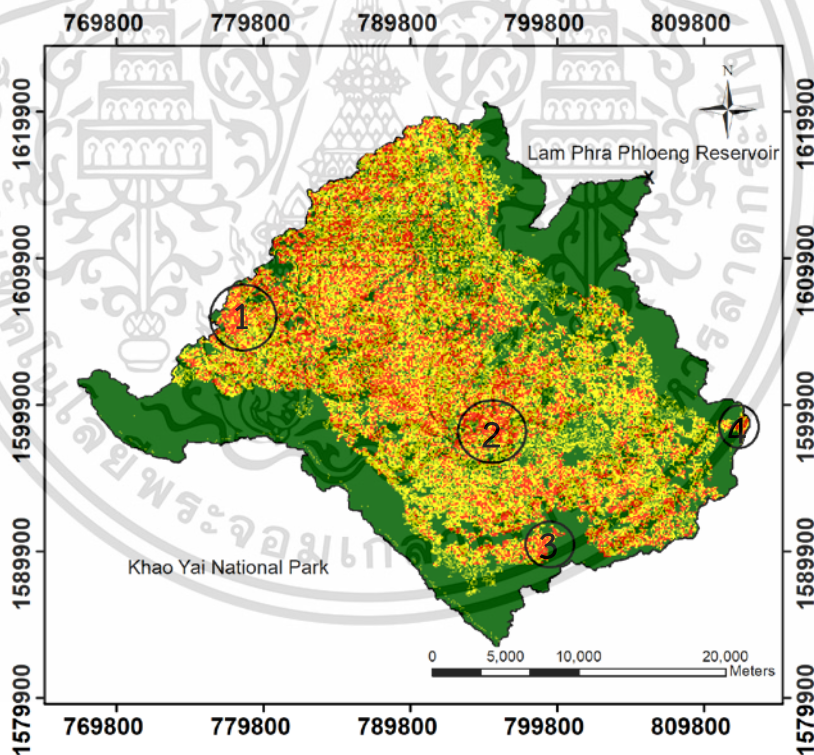
อัตราส่วนตะกอนที่ตกลงสู่ลำน้ำโดยวิธีการของWilliams&Berndt มีค่าเท่ากับ 0.058 ส่วนปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำโดยวิธีของ Williams&Berndt นั้น มีค่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาอดีตเฉลี่ยอยู่ที่ 277,446.71 ตันต่อปี หรือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาณที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ส่วนปริมาณตะกอนในscenario rcp 2.6 นั้นมีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อยๆ ซึ่งต่างจากscenario rcp 4.5 และ rcp 8.5 ที่ปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามลำดับความรุนแรงของปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยในช่วง scenario rcp 2.6 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.17 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาณที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ ช่วง scenario rcp 4.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาณที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ และ ช่วง scenario rcp 8.5 จะมีอัตราเฉลี่ยของปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้น 0.24 เปอร์เซ็นต์ต่อปีเทียบกับปริมาณที่ระดับกักเก็บของอ่างเก็บน้ำ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 การเปรียบเทียบค่าการสูญเสียดินจากแบบจำลองกับพื้นที่จริง

จากการศึกษาปริมาณการสูญเสียดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง ในช่วงเวลาปี ค.ศ.2005 ถึง 2017 พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงเป็นพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่เพาะปลูก และชุมชน พื้นที่บริเวณต้นน้ำมีป่าไม้และพื้นที่สูงชันเนื่องจากอยู่ติดกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และบริเวณพื้นที่ปลายน้ำมีพื้นที่สูงชันเล็กน้อยใกล้กับบริเวณอาคารส่งน้ำ โดยเมื่อนำแผนผังการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงที่ได้จากการประยุกต์ใช้สมการสูญเสียดินสากล เปรียบเทียบกับพื้นที่จริง พบว่าบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีการสูญเสียดินที่อยู่ในระดับสูงและสูงมาก จะเป็นพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืชไร่ และพื้นที่ที่มีการไถพรวนดินเพื่อเตรียมการปลูกพืชในฤดูกาลถัดไป ดังแสดงในรูปที่ 5.1 , 5.2 , 5.3 , 5.4 และ 5.5



รูปที่ 5.1 พื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินสูง



รูปที่ 5.2 พื้นที่มีเพาะปลูกใกล้บริเวณเนินเขา



รูปที่ 5.3 พื้นที่ที่มีอัตราการชะล้างของดินอยู่ในเกณฑ์สูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 พื้นที่ที่มีการไถพรวนดินเตรียมปลูกพืชในฤดูกาลใหม่



รูปที่ 5.5 พื้นที่ที่มีการไถพรวนดินเตรียมปลูกพืชในฤดูกาลใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 ปริมาณการชะล้างของดินเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาเทียบกับสภาพภูมิประเทศ

ในGoogle Earth

No.	ปริมาณการชะล้างของดินเฉลี่ยในบริเวณนั้น (ton/year)
1	116.78
2	196.96
3	404
4	70.9

จากตารางที่ 5.1 ค่าปริมาณการชะล้างของดินในตารางจะสอดคล้องกับภาพถ่ายทางอากาศ โดยที่พื้นที่ส่วนใหญ่ที่อัตราการชะล้างของดินสูง(มากกว่า 93.75 ตัน/เฮกเตอร์) และสูงมาก(มากกว่า 125 ตัน/เฮกเตอร์) จะเป็นพื้นที่ที่ทำการไถพรวนดินเพื่อเตรียมทำการปลูกพืชในฤดูกาลถัดไป

5.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในอนาคตบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง

จากการศึกษาแนวโน้มและความสัมพันธ์ของปริมาณฝน ในช่วงเวลา ปี ค.ศ.2005 ถึง ค.ศ. 2100 ในพื้นที่สถานีวัดน้ำฝนทั้ง 9 สถานีของกรมชลประทาน ได้แก่สถานีวัดน้ำฝน M.145 สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง สถานีวัดน้ำฝนท่าน้ำซับ สถานีวัดน้ำฝนบ้านซับไทรทอง สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้ สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก และสถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้ โดยใช้ปัจจัยทางภูมิอากาศ 5 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย, ปริมาณฝนรายปี, ความชื้นในอากาศ, ความดันที่พื้นผิว และอัตราการระเหย ศึกษาจากแบบจำลองทางภูมิอากาศโลก (Global Climate Change) คือ IPSL-CM5A-MR ศึกษา 3 Scenario ได้แก่ rcp2.6, rcp4.5 และrcp8.5 โดยใช้วิธีArtificial neural network ในการลดขนาดของแบบจำลอง เพื่อทำนายปริมาณฝนในอนาคตพบว่า ในแต่ละพื้นที่ จะได้รับผลการทบทจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศที่ไม่เท่ากันโดยสามารถแบ่งความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงได้ดังตารางที่ 5.2 และ 5.3 โดยส่วนใหญ่สถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานทั้ง9สถานี จะมีปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับต่ำและปานกลาง

ตารางที่ 5.2 ระดับของผลกระทบของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลง

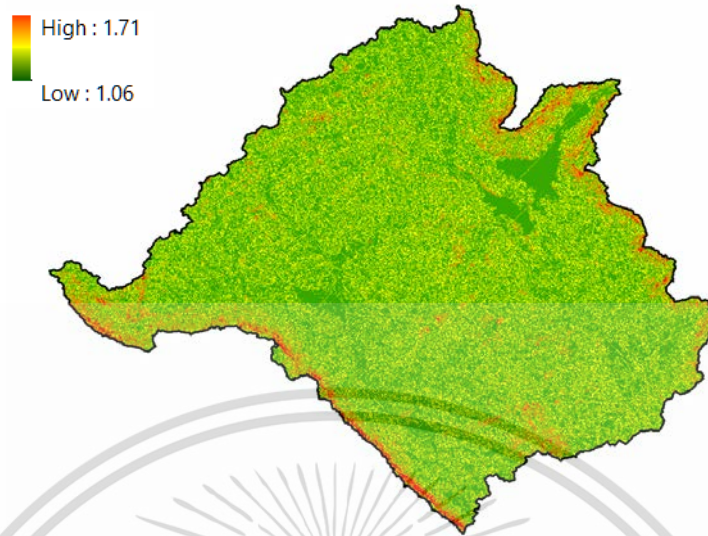
ระดับของผลกระทบ	ปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลง (มม.)
ต่ำ	น้อยกว่า 400
ปานกลาง	400 - 800
สูง	มากกว่า 800

ตารางที่ 5.3 ผลกระทบของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง

สถานีวัดน้ำฝน	ระดับของผลกระทบ rcp2.6	ระดับของผลกระทบ rcp4.5	ระดับของผลกระทบ rcp8.5
M.145	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง
บ้านคลองปลากั้ง	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ
ทำน้ำซับ	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง
บ้านซับไทรทอง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
บ้านดินอุดม	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง
บ้านบุตะโก	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
บ้านหนองไทรใต้	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
บ้านหนองจอก	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง
ห้วยโกรกใต้	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง

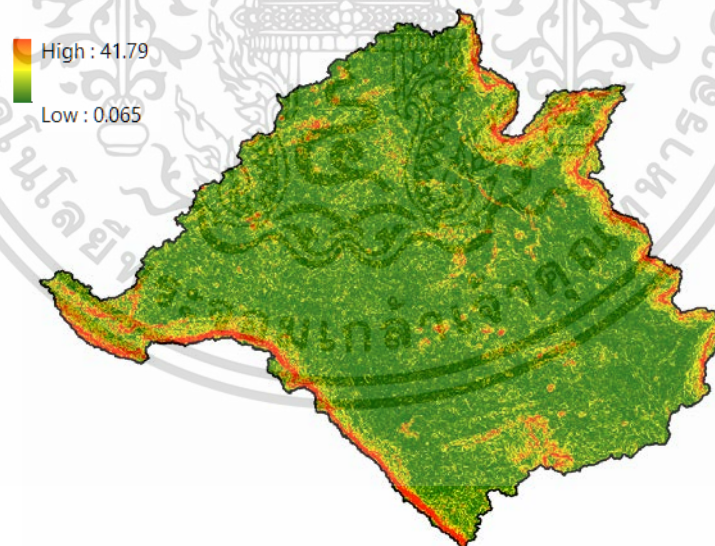
5.3 อิทธิพลของแต่ละตัวแปรในแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากล

จากงานวิจัยของกรมพัฒนาที่ดิน (2543) จะพบว่าตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุดของสมการการสูญเสียดินสากล คือ ความยาวของความลาดเท (L : Slope Length) และค่าปัจจัยความชันของความลาดเท (S : Slope Gradient) แต่การวิเคราะห์การสูญเสียดินด้วยสมการการสูญเสียดินสากลนั้น ค่าตัวแปร L และ S ได้มาจากแผนที่แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) ซึ่งได้จากการสำรวจด้วยดาวเทียม ซึ่งต้องอาศัยแผนที่จากหน่วยงานของรัฐ หรือองค์กรเอกชนที่ทำการสำรวจ ทำให้ข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลที่มีการอัปเดตที่น้อย โดยได้มีการแสดงแผนที่ของแต่ละตัวแปรที่ได้จากการนำข้อมูลของกรมชลประทานและกรมพัฒนาที่ดินมาวิเคราะห์ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงดังรูปที่ 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 และ 5.10 ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอื่นในสมการการสูญเสียดินสากล ที่มีผลต่อค่าการสูญเสียดินในบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิงมากที่สุด โดยมีผลดังตารางที่ 5.7



รูปที่ 5.6 แผนที่ความยาวลาดเทของกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

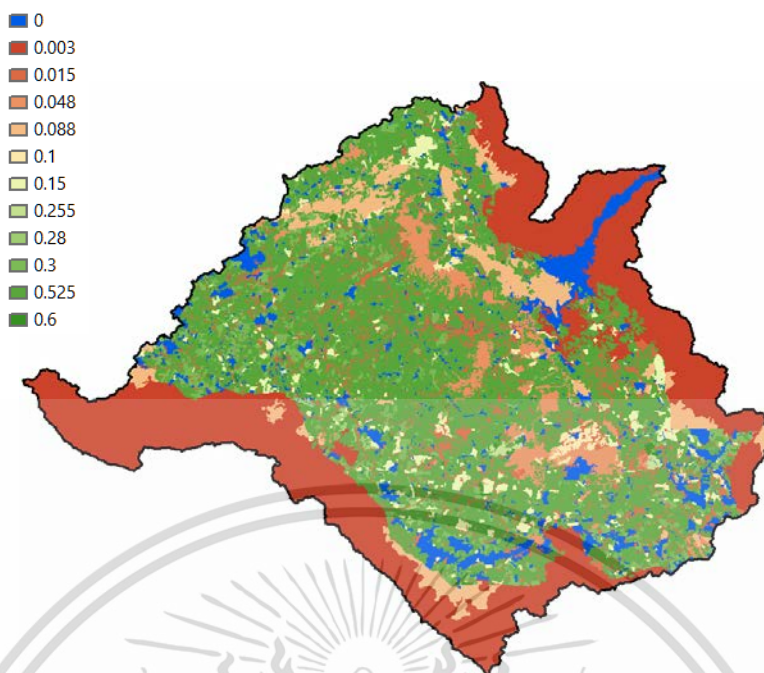
จากรูปที่ 5.6 บริเวณที่เป็นพื้นที่สีแดงคือบริเวณจุดที่มีระยะทางตามแนวราบมากนับตั้งแต่จุดที่มีน้ำเอ่อผิวดิน หรือเป็นบริเวณที่มีพื้นที่สูงชัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อดินบริเวณเนินเขามีค่าการชะล้างของดินที่สูง โดยค่าตัวแปร L ได้มาจากการวิเคราะห์แผนที่ DEM



รูปที่ 5.7 แผนที่ค่าปัจจัยความชันของความลาดเท

จากรูปที่ 5.7 บริเวณที่เป็นพื้นที่สีแดงคือบริเวณที่มีค่าความชันของความลาดเทที่สูง หรือเป็นบริเวณที่มีพื้นที่สูงชัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อดินบริเวณเนินเขามีค่าการชะล้างของดินที่สูง โดยค่าตัวแปร S ได้มาจากการวิเคราะห์แผนที่ DEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แผนที่ค่าปัจจัยการจัดการพืช

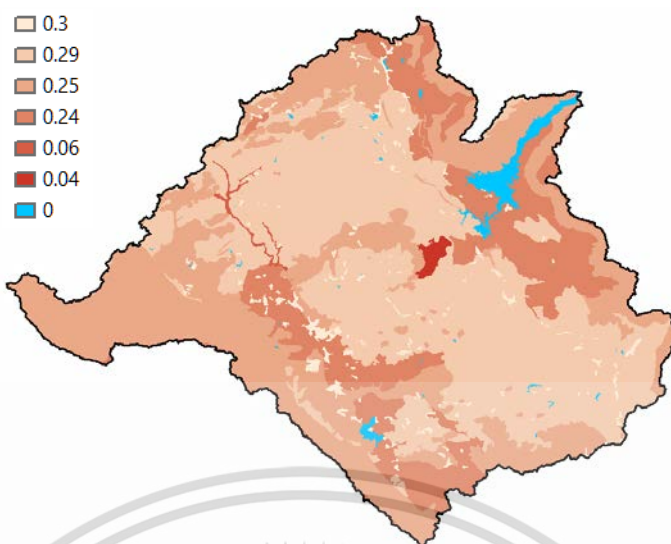
จากรูปที่ 5.8 แสดงการใช้ที่ดินและพืชที่ปกคลุมดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยแบ่งตามกรมพัฒนาที่ดิน (2543) ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่พืชไร่ ซึ่งมีค่าปัจจัยการจัดการพืชเท่ากับ 0.525



รูปที่ 5.9 แผนที่ค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย

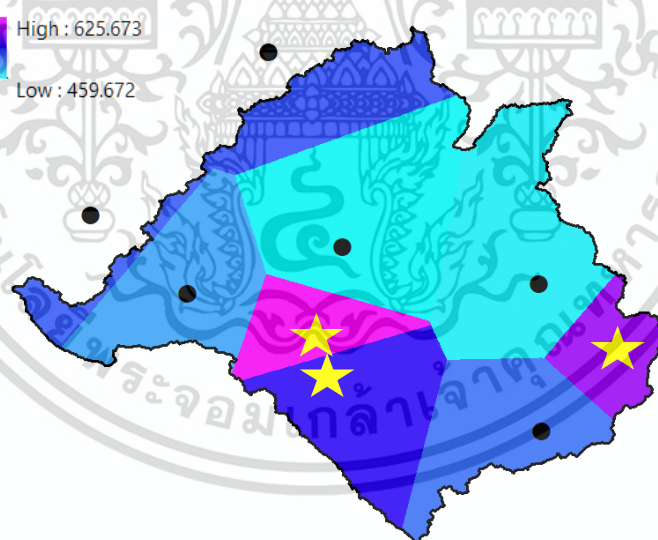
จากรูปที่ 5.9 แสดงค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยแบ่งตามกรมพัฒนาที่ดิน (2543) ซึ่งค่าส่วนใหญ่ในพื้นที่จะมีค่าเท่ากับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แผนที่ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน

จากรูปที่ 5.10 แสดงแผนที่ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินโดยแบ่งตามกรมพัฒนาที่ดิน (2543) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำเป็นกลุ่มชุดดินที่ 47 ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง มีค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 0.29



รูปที่ 5.11 แผนที่ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน

จากรูปที่ 5.11 แสดงแผนที่ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยสถานีวัดน้ำฝนที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยมากที่สุด และเป็นสถานีที่มีผลต่อการชะล้างของดินมากที่สุด คือ สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง สถานีวัดน้ำฝนท่าน้ำซับ และสถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรในสมการการสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ตัวแปร	อิทธิพลที่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียดิน (เท่า)
ค่าปัจจัยของน้ำฝนและน้ำท่า (R)	1.12
ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K)	0.95
ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C)	0.95
ค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย (P)	0.95

จากตารางที่ 5.4 เป็นการเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรในสมการการสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิงเฉลี่ยในช่วงปีค.ศ.2005 – 2017 จะเห็นว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลมากที่สุดที่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิงคือ ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor,R) เนื่องจากจากสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 9 สถานี มีค่าปริมาณน้ำฝนรายปีที่แตกต่างกันมากในบางสถานี ทำให้ค่าการสูญเสียดินในบริเวณสถานีที่มีปริมาณฝนตกรายปีสูง จะมีค่าการสูญเสียดินที่สูง ในทำนองเดียวกัน ในบริเวณสถานีที่มีปริมาณฝนตกรายปีต่ำ จะมีค่าการสูญเสียดินที่ต่ำ ส่วนค่าตัวแปรอื่นๆ จะมีอิทธิพลที่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียดินในระดับที่ใกล้เคียงกัน

5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง พบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดินกับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio หรือ SDR) ในช่วงเวลาในอดีต อนาคตใกล้ อนาคตกลาง และอนาคตไกล ในscenario rcp 2.6 4.5 และ8.5 ด้วยวิธีการประเมินตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำตามทฤษฎีต่างๆ จะแปรผันตรงกับปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนไป ดังตารางที่ 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 และ5.9

ตารางที่ 5.5 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ
ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Renfro กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ช่วงเวลา	ปริมาณฝนเฉลี่ย(mm)	ค่าการชะล้างของดิน(ton)	Estimated Sediment Yield(ton)
อดีต	1147.32	4,783,563.9	1,148,055.33
อนาคตใกล้ rcp2.6	1093.95	4,457,751.17	1,069,860.28
อนาคตกลาง rcp2.6	1134.31	4,420,582.48	1,060,939.80
อนาคตไกล rcp2.6	1149.31	4,333,180.78	1,039,963.39
อนาคตใกล้ rcp4.5	1091.93	4,953,943.72	1,188,946.49
อนาคตกลาง rcp4.5	1179.14	5,210,887.11	1,250,612.91
อนาคตไกล rcp4.5	1161.17	4,987,186.0	1,196,924.66
อนาคตใกล้ rcp8.5	1067.09	5,201,094.26	1,248,262.62
อนาคตกลาง rcp8.5	1180.71	5,339,316.25	1,281,435.91
อนาคตไกล rcp8.5	1367.3	6,147,991.91	1,475,518.06

จากตารางที่ 5.5 พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงเวลาอนาคตไกลที่ rcp 8.5 มีปริมาณฝนเฉลี่ยเยอะกว่าช่วงเวลาอื่น ทำให้ค่าการชะล้างของดินนั้นมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่าการชะล้างของดินมากกว่าช่วงเวลาอื่น และส่งผลให้ค่าปริมาณตะกอนที่ตกลงสู่อ่างเก็บน้ำที่วิเคราะห์จากทฤษฎีของ Renfro มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 5.6 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ
ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Boyce กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ช่วงเวลา	ปริมาณฝนเฉลี่ย(mm)	ค่าการชะล้างของดิน(ton)	Estimated Sediment Yield(ton)
อดีต	1147.32	4,783,563.902	363,550.86
อนาคตใกล้ rcp2.6	1093.95	4,457,751.169	338,789.09
อนาคตกลาง rcp2.6	1134.31	4,420,582.482	335,964.29
อนาคตไกล rcp2.6	1149.31	4,333,180.783	329,321.74
อนาคตใกล้ rcp4.5	1091.93	4,953,943.723	376,499.72
อนาคตกลาง rcp4.5	1179.14	5,110,221.884	388,376.86
อนาคตไกล rcp4.5	1161.17	5,210,887.106	396,027.42
อนาคตใกล้ rcp8.5	1067.09	5,201,094.259	395,283.16
อนาคตกลาง rcp8.5	1180.71	5,339,316.254	405,788.04
อนาคตไกล rcp8.5	1367.3	6,147,991.911	467,247.39

จากตารางที่ 5.6 พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงเวลาอนาคตไกลที่ rcp 8.5 มีปริมาณฝนเฉลี่ยเยอะกว่าช่วงเวลาอื่น ทำให้ค่าการชะล้างของดินนั้นมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่าการชะล้างของดินมากกว่าช่วงเวลาอื่น และส่งผลให้ค่าปริมาณตะกอนที่ตกลงสู่อ่างเก็บน้ำที่วิเคราะห์จากทฤษฎีของ Boyce มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 5.7 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ
ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Vanoni กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ช่วงเวลา	ปริมาณฝนเฉลี่ย(mm)	ค่าการชะล้างของดิน(ton)	Estimated Sediment Yield(ton)
อดีต	1147.32	4,783,563.90	980,630.60
อนาคตใกล้ rcp2.6	1093.95	4,457,751.17	913,838.99
อนาคตกลาง rcp2.6	1134.31	4,420,582.48	906,219.41
อนาคตไกล rcp2.6	1149.31	4,333,180.78	888,302.06
อนาคตใกล้ rcp4.5	1091.93	4,953,943.72	1,015,558.46
อนาคตกลาง rcp4.5	1179.14	5,110,221.88	1,047,595.49
อนาคตไกล rcp4.5	1161.17	5,210,887.11	1,068,231.86
อนาคตใกล้ rcp8.5	1067.09	5,201,094.26	1,066,224.32
อนาคตกลาง rcp8.5	1180.71	5,339,316.25	1,094,559.83
อนาคตไกล rcp8.5	1367.3	6,147,991.91	1,260,338.34

จากตารางที่ 5.7 พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงเวลาอนาคตไกลที่ rcp 8.5 มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่าช่วงเวลาอื่น ทำให้ค่าการชะล้างของดินนั้นมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่าการชะล้างของดินมากกว่าช่วงเวลาอื่น และส่งผลให้ค่าปริมาณตะกอนที่ตกลงสู่อ่างเก็บน้ำที่วิเคราะห้จากทฤษฎีของ Vanoni มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 5.8 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ
ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Manner กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ช่วงเวลา	ปริมาณฝนเฉลี่ย(mm)	ค่าการชะล้างของดิน(ton)	Estimated Sediment Yield(ton)
อดีต	1147.32	4,783,563.90	435,304.32
อนาคตใกล้ rcp2.6	1093.95	4,457,751.17	405,655.36
อนาคตกลาง rcp2.6	1134.31	4,420,582.48	402,273.01
อนาคตไกล rcp2.6	1149.31	4,333,180.78	394,319.45
อนาคตใกล้ rcp4.5	1091.93	4,953,943.72	450,808.88
อนาคตกลาง rcp4.5	1179.14	5,110,221.88	465,030.19
อนาคตไกล rcp4.5	1161.17	5,210,887.11	474,190.73
อนาคตใกล้ rcp8.5	1067.09	5,201,094.26	473,299.58
อนาคตกลาง rcp8.5	1180.71	5,339,316.25	485,877.78
อนาคตไกล rcp8.5	1367.3	6,147,991.91	559,467.26

จากตารางที่ 5.8 พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงเวลาอนาคตไกลที่ rcp 8.5 มีปริมาณฝนเฉลี่ยเยอะกว่าช่วงเวลาอื่น ทำให้ค่าการชะล้างของดินนั้นมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่าการชะล้างของดินมากกว่าช่วงเวลาอื่น และส่งผลให้ค่าปริมาณตะกอนที่ตกลงสู่อ่างเก็บน้ำที่วิเคราะห์จากทฤษฎีของ Manner มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่ามากที่สุด

ตารางที่ 5.9 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำ
ลำพระเพลิงตามทฤษฎีของ Williams&Berndt กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำ
ลำพระเพลิง

ช่วงเวลา	ปริมาณฝนเฉลี่ย(mm)	ค่าการชะล้างของดิน(ton)	Estimated Sediment Yield(ton)
อดีต	1147.32	4,783,563.90	277,446.71
อนาคตใกล้ rcp2.6	1093.95	4,457,751.17	258,549.57
อนาคตกลาง rcp2.6	1134.31	4,420,582.48	256,393.78
อนาคตไกล rcp2.6	1149.31	4,333,180.78	251,324.49
อนาคตใกล้ rcp4.5	1091.93	4,953,943.72	287,328.74
อนาคตกลาง rcp4.5	1179.14	5,110,221.88	296,392.87
อนาคตไกล rcp4.5	1161.17	5,210,887.11	302,231.45
อนาคตใกล้ rcp8.5	1067.09	5,201,094.26	301,663.47
อนาคตกลาง rcp8.5	1180.71	5,339,316.25	309,680.34
อนาคตไกล rcp8.5	1367.3	6,147,991.91	356,583.53

จากตารางที่ 5.9 พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงเวลาต่างๆมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงเวลาอนาคตไกลที่ rcp 8.5 มีปริมาณฝนเฉลี่ยเยอะกว่าช่วงเวลาอื่น ทำให้ค่าการชะล้างของดินนั้นมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่าการชะล้างของดินมากกว่าช่วงเวลาอื่น และส่งผลให้ค่าปริมาณตะกอนที่ตกลงสู่อ่างเก็บน้ำที่วิเคราะห์จากทฤษฎีของ Williams&Berndt มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้น rcp 8.5 ที่มีค่ามากที่สุด

จากตารางที่ 5.5, ตารางที่ 5.6, ตารางที่ 5.7 ,ตารางที่ 5.8 และตารางที่ 5.9 ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างของดิน และปริมาณตะกอนเฉลี่ยในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง พบว่าบริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการชะล้างของดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากเม็ดฝนเมื่อตกลงมากระทบพื้นผิวดิน แรงกระทบของเม็ดฝนทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย และมีขนาดเล็กลง ทำให้ดินถูกพัดพาได้ง่าย จึงส่งผลให้ปริมาณตะกอนที่ไหลลงเขื่อนเพิ่มขึ้นด้วย ในทำนองเดียวกันเมื่อปริมาณน้ำฝนลดลง จะทำให้ค่าการชะล้างของดินและปริมาณตะกอนที่ไหลลงเขื่อนลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนนั้นแปรผันตรงกับค่าของสมการการสูญเสียดินสากล Wischmeier และ Smith (1978) เมื่อค่าการสูญเสียดินในกลุ่มแม่น้ำเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าปริมาณตะกอนที่ไหลลงเขื่อนเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการชะล้างของดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง

จากการศึกษาการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง ทำให้ทราบถึงปัญหาและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ผู้ศึกษาวิจัยจึงได้จัดทำการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ความรู้ และแนวทางป้องกันการชะล้างของดิน ให้กับประชาชนบริเวณกลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากทางชุมชน เจ้าหน้าที่ของเขื่อนลำพระเพลิง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง National Taipei University of Technology และโรงเรียนบ้านบุหัวช้าง



รูปที่ 5.12 นำเสนอปัญหา และแนวทางแก้ไขการชะล้างของดิน ณ โรงเรียนบ้านบุหัวช้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



02.07.2018

รูปที่ 5.13 กิจกรรมให้ความรู้แก่ประชาชนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง



02.07.2018

รูปที่ 5.14 กิจกรรมให้ความรู้แก่ประชาชนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงพบว่ามีอีกหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าการสูญเสียดินรวมในกลุ่มน้ำลำพระเพลิง เช่น ค่าการชะล้างของดินแบบร่องธาร และค่าดินถล่ม ซึ่งค่าเหล่านี้ยังขาดการสำรวจหน่วยงานของรัฐ ทำให้ค่าการสูญเสียดินในกลุ่มน้ำลำพระเพลิงยังไม่ครอบคลุมปัจจัยทั้งหมด

ผลลัพธ์ที่ได้จากสมการการสูญเสียดินในอนาคต ทำให้เห็นถึงค่าการสูญเสียดินเฉลี่ยมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น และทำให้ในอนาคตปัญหาการสูญเสียดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เจ้าหน้าที่รัฐและประชาชนทุกคนจึงควรเล็งเห็นถึงปัญหานี้ และช่วยกันรณรงค์และแก้ไขปัญหานี้ โดยเริ่มจากการแนะนำการใช้ที่ดินให้แก่ชาวบ้าน เพราะเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทุกคนสามารถช่วยกันแก้ปัญหาได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2526. **การใช้สมการการสูญเสียดินสากลและมาตรการอนุรักษ์ดิน.**

กรุงเทพ : กรมพัฒนาที่ดิน.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2534. **การสำรวจดินโครงการพัฒนาพื้นที่สูง.** กรุงเทพ : กรมพัฒนาที่ดิน.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย.** กรุงเทพ : กรมพัฒนาที่ดิน.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง 2561 **อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง.** โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง 2561 : กรมชลประทาน

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

ปวิช สนั่นเมือง. 2550. **การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน เพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัด นครราชสีมา.** กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

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

สมเจตน์ จันทวัฒน์ 2526. **สมการสูญเสียดินสากล การอนุรักษ์ดินและน้ำเล่มที่สอง** หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 454 - 510

Boyce, R. C. 1975. **Sediment routing with sediment delivery ratios.** In *Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources.* pages 61–65. US Department of Agriculture. Publication ARS-S-40.

C. Mongkolsawat, S. Paiboonsak, U. Chanket. 2006. **Soil Erosion Risk in Northeast Thailand : A Spatial Modeling.** Center of Geoinformatics for the Development of Northeast Thailand. Thailand

IPCC 2014 **Climate Change 2014 Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC Geneva Switzerland 151 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- K. G. Renard, G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. McCool and D. C. Yoder. 1997. **Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. Agricultural Handbook No. 703. Washington DC : US Department of Agriculture.
- Maner, S. B. 1958. **Factors affecting sediment delivery ratios in the Red Hills physiographic area**. Trans. American Geophysicists, 39, 669–675.
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L. 2015. **Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale**. Land Use Policy. 48, 38-50.
- Phetprayoon, T., Sarapirome, S., Navanugraha, C., & Wonprasaid, S. 2009. **Surface runoff estimation using grid-based curve number method in the upper Lam Phra Phloeng Watershed**. Thailand. In 30th Asian conference on remote sensing. 18-23.
- Polpanich, O., Nongpho, K., Boonwan, K., Chandraphabha, C., Hakari, M. & Samarakoon, L. 2010. **Integration of RS/GIS for Estimation of Soil Erosion in Lam Phra Phloeng Reservoir, Nakhon Ratchasima Province, Thailand**. Asian Association on Remote Sensing.
- Renfro, G. W. 1975. **Use of erosion equations and sediment delivery ratios for predicting sediment yield**. In: present and prospective technology for predicting sediment yields and sources. Washington, D.C.: Agricultural Resources Services ARS-S-40, U.S. Dept. of Agriculture
- Schellenberg, G., Donnelly, C. R., Holder, C., & Ahsan, R. 2017. **Dealing with Sediment: Effects on Dams and Hydropower Generation**. Hydro Review Worldwide.
- Selley, R.C. 1976. **An Introduction to Sedimentology**. Academic Press London. N.Y. San Francisco. : USA .p.408

- Takahashi, T., Nagahori, K., Monkolsawat, C., and Losirikul, M., 1984. **Discussions on Soil Conservation Practices for Establishing Sustained Upland Farming Field Studies on Erosion Control in Shifting Cultivation and Its Sustained Upland Farming in The Monsoon Tropics in Northeast Thailand (II)**. Transaction of the Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering. No.111, pp 55-62.
- Vanoni, V. A. 1975. **Sediment engineering**. New York. Manual and report, Vol.54, ASCE.
- Williams, J. R., and Berndt, H. D. 1977. **Sediment yield prediction based on watershed hydrology**. Trans. ASCE, 20, 1100–1104.
- Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. Predicting Rainfall Erosion Losses. 1978. **USDA Agriculture Handbook**. No.537.
- Yi-Hsin Liu , Kieu Anh Nguyen , Walter Chen ,Jatuwat Wattanasetpong , Uma Seeboonruang. 2018. **Comparison of Soil Erosion Between Watersheds of Taiwan and Thailand**. International Symposium on Remote Semote Sensing.

The seal of Rajabhat Buriram University is circular, featuring a central sunburst with a flame-like base. Below the sunburst is a tiered stupa. On either side of the stupa are two smaller tiered stupas, each resting on a decorative pedestal. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the university's name in Thai script: "มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์".

ภาคผนวก ก
ข้อมูลผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.1 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝน M.145

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1202.9	1202.9	1202.9
2006	960.9	960.9	960.9
2007	955.6	955.6	955.6
2008	1142.2	1142.2	1142.2
2009	839.6	839.6	839.6
2010	1041.1	1041.1	1041.1
2011	923.2	923.2	923.2
2012	981.4	981.4	981.4
2013	1244.6	1244.6	1244.6
2014	974.5	974.5	974.5
2015	788.9	788.9	788.9
2016	988.2	988.2	988.2
2017	1093.8	1093.8	1093.8
2018	953.2290428	1145.401391	1256.893576
2019	909.1470289	992.1507621	1427.930505
2020	878.3278746	1048.959861	1346.760136
2021	1016.483789	1089.598423	1259.265953
2022	923.9992068	1078.225001	1465.193189
2023	846.1313836	1124.325223	1274.897347
2024	1035.658913	1099.426614	1231.797169
2025	770.4376485	1119.357104	1418.744213
2026	914.5021203	1163.299488	1372.088695
2027	1077.33255	1157.881525	1196.079118
2028	721.0520799	1143.669908	1402.907194
2029	954.4835029	1073.754516	1401.393078
2030	842.968267	1154.05414	1434.297391
2031	876.3697833	1137.198631	1698.474195
2032	1096.224491	1200.652226	1443.310744
2033	619.6419452	1024.251294	1323.774605
2034	953.2290428	1148.753894	1415.7333
2035	909.1470289	1104.433336	1372.937759
2036	878.3278746	1217.254578	1628.79904

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.1(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝน M.145

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2037	1016.483789	1062.716428	1624.593458
2038	923.9992068	1094.911855	1346.042476
2039	846.1313836	1063.616662	1385.532216
2040	1035.658913	1150.84181	1453.054153
2041	770.4376485	1190.774932	1483.012421
2042	914.5021203	1220.536877	1640.056529
2043	1077.33255	1150.099762	1415.363403
2044	721.0520799	1173.855901	1605.524287
2045	954.4835029	1035.044893	1394.678897
2046	842.968267	1219.821479	1556.393882
2047	876.3697833	1092.144635	1988.019485
2048	1096.224491	1203.664377	1215.250746
2049	619.6419452	1169.144115	1409.202746
2050	953.2290428	1140.76423	1609.293929
2051	909.1470289	1210.311754	1572.321877
2052	878.3278746	1097.379938	1647.057739
2053	1016.483789	1215.321692	1633.631621
2054	923.9992068	1077.570978	1657.51748
2055	846.1313836	1117.109668	1554.301799
2056	1035.658913	1203.81829	1733.977737
2057	770.4376485	1008.236262	1740.319805
2058	914.5021203	1235.537553	1344.8684
2059	1077.33255	1117.497208	1589.54301
2060	721.0520799	1264.817605	1662.517652
2061	954.4835029	1084.502817	1778.746094
2062	842.968267	1164.595083	1656.321916
2063	876.3697833	1161.430102	1549.441985
2064	1096.224491	1152.681888	1779.184543
2065	619.6419452	1162.066027	1788.625018
2066	953.2290428	1060.300864	1445.993446
2067	909.1470289	1283.374472	1952.679359
2068	878.3278746	1034.933524	1692.587188
2069	1016.483789	1215.885011	1805.580197
2070	923.9992068	1320.833392	2120.430272
2071	846.1313836	1057.510615	1607.562367
2072	1035.658913	1129.633911	1587.925851
2073	770.4376485	1044.483945	2069.297222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.1(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝน M.145

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2074	914.5021203	1053.654949	1843.138344
2075	1077.33255	1319.382484	1714.528088
2076	721.0520799	1332.434119	1982.864261
2077	954.4835029	1389.462329	1695.018558
2078	842.968267	1144.406617	1859.241887
2079	876.3697833	1196.819346	2237.562813
2080	1096.224491	1265.0118	1971.143333
2081	619.6419452	1698.844643	1845.674688
2082	953.2290428	1363.04124	2291.593048
2083	909.1470289	1178.394498	1948.612756
2084	878.3278746	1098.556526	2076.782585
2085	1016.483789	1142.422715	1736.845489
2086	923.9992068	1250.869868	1738.22675
2087	846.1313836	1142.055986	2087.714669
2088	1035.658913	1098.886139	1865.462171
2089	770.4376485	1039.270293	2232.429456
2090	914.5021203	1152.049624	2049.352112
2091	1077.33255	1216.477673	2318.13016
2092	721.0520799	1381.031079	2302.898137
2093	954.4835029	1213.636001	2109.764439
2094	842.968267	1124.645568	2126.334895
2095	876.3697833	1203.038061	2114.528929
2096	1096.224491	1091.084544	2065.149293
2097	619.6419452	1108.674119	2091.477761
2098	953.2290428	1141.917076	2486.974581
2099	909.1470289	1144.738836	2298.091524
2100	878.3278746	1249.36532	2201.444666

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.2 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1628.3	1628.3	1628.3
2006	1388.5	1388.5	1388.5
2007	1207.1	1207.1	1207.1
2008	1586	1586	1586
2009	1437.1	1437.1	1437.1
2010	1205.7	1205.7	1205.7
2011	1787	1787	1787
2012	1349.8	1349.8	1349.8
2013	1453.3	1453.3	1453.3
2014	1373.5	1373.5	1373.5
2015	1022.5	1022.5	1022.5
2016	1132.9	1132.9	1132.9
2017	1187.2	1187.2	1187.2
2018	1412.636018	1363.847797	1368.584735
2019	1559.477966	1199.463545	1256.845289
2020	1459.075462	1359.593135	1300.628063
2021	1484.29663	1637.62767	1365.042696
2022	1212.847901	1396.587644	1441.963272
2023	1312.731996	1416.01176	1363.27543
2024	1521.344751	1319.248678	1176.625603
2025	1233.920319	1567.929745	1344.105806
2026	1356.526717	1618.200251	1239.77562
2027	1399.839201	1377.933095	1235.527884
2028	1471.996632	1464.163195	1427.474116
2029	1427.466737	1633.899643	1372.442376
2030	1445.609933	1765.812308	1584.728614
2031	1490.594933	1394.295842	1644.746835
2032	1435.161704	1667.921275	1667.616439
2033	1258.717949	1283.549785	1246.28686
2034	1196.410685	1306.959861	1342.306496
2035	1332.677253	1471.469912	1487.532906
2036	1480.579229	1544.332669	1722.310919
2037	1407.992845	1348.111771	1477.155977
2038	1221.371658	1726.1393	1471.847234
2039	1303.777911	1416.63044	1529.339535
2040	1385.882443	1788.99815	1732.936794
2041	1450.74703	1550.771053	1147.900105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.2(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2042	1041.036189	1657.335386	1575.553824
2043	1139.056092	1751.569657	1515.126953
2044	1184.255836	1597.166857	1521.11819
2045	1506.882295	1837.818715	1466.413178
2046	1301.962658	1947.241986	1722.594203
2047	1011.456408	2097.635718	1798.694041
2048	1414.156103	1640.47617	1309.487702
2049	1549.424026	1806.090789	1531.494907
2050	1299.294907	2042.927697	1514.226874
2051	1404.933528	1984.884704	1401.740332
2052	1324.507851	1744.689048	1525.980766
2053	1439.982931	1737.733569	1641.281439
2054	1308.606559	1546.048612	1354.593648
2055	1278.232128	1540.612195	1535.281916
2056	1084.875691	1865.483203	1721.177683
2057	1473.661159	1741.866737	1724.004229
2058	1377.854117	2240.335198	1304.830129
2059	1389.899983	1797.413082	1547.140774
2060	1381.793855	2341.179233	1649.211434
2061	1482.838312	1986.61376	1648.351339
2062	1141.830705	1747.665796	1843.082061
2063	1796.172839	2049.966406	1872.19363
2064	1134.706715	1666.25615	1303.773453
2065	1046.017485	1822.286067	1814.287588
2066	1515.798464	1732.377933	1566.769486
2067	1316.078609	1969.795268	1871.379045
2068	1499.294422	1708.992775	1179.567541
2069	1173.824562	2334.871174	1707.920821
2070	1288.075988	2219.228784	2239.017654
2071	1530.953072	2145.649844	1636.62098
2072	1300.253605	2063.007303	1500.46021
2073	1237.073827	1815.516246	1625.180139
2074	1392.926645	2052.217037	2246.434702
2075	1325.808487	2063.637761	1951.334401
2076	1299.364944	2283.428658	1510.123369
2077	1412.31214	2694.54962	1838.592845
2078	1070.003715	2041.023577	1876.701057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.2(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองปลากั้ง

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2079	1553.285918	1927.929572	2089.251103
2080	1329.566276	2098.286075	1640.067574
2081	1079.322076	2863.017624	1822.386171
2082	1498.369096	2658.887659	2145.032031
2083	1441.831363	1924.678591	2258.248014
2084	1091.464826	2174.313364	1932.331306
2085	1160.411399	2145.42222	1986.976895
2086	1389.575355	2732.950554	1812.185781
2087	1518.203795	2121.530027	2159.170793
2088	1515.757674	2304.8312	1946.611687
2089	1641.82289	1957.205747	1890.190194
2090	1055.82072	2621.456593	1832.9709
2091	1281.584241	2345.067562	1768.095987
2092	1325.55981	2945.909324	1733.771122
2093	1020.672033	2080.529516	1610.40834
2094	1073.435723	1766.901497	2015.322301
2095	1261.036684	1742.97676	1924.130326
2096	1107.292545	1905.787071	2106.216067
2097	1331.131905	2239.269365	1747.248976
2098	1305.100435	1849.831414	2509.752843
2099	1206.20343	1715.687551	2117.445571
2100	1549.730457	1919.015751	1661.823101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.3 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนท่าน้ำซั้ว

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1129.9	1129.9	1129.9
2006	1175.2	1175.2	1175.2
2007	1043.3	1043.3	1043.3
2008	1269.9	1269.9	1269.9
2009	1768	1768	1768
2010	2042.1	2042.1	2042.1
2011	866.8	866.8	866.8
2012	914.5	914.5	914.5
2013	1335.1	1335.1	1335.1
2014	1339	1339	1339
2015	726.7	726.7	726.7
2016	1108	1108	1108
2017	845.5	845.5	845.5
2018	903.0193317	1204.062793	1216.551353
2019	1210.824825	1015.204649	1319.885599
2020	1188.359526	826.7530153	1280.257859
2021	1205.053613	1117.2062	1235.286402
2022	939.1789029	1125.677197	1389.52936
2023	1012.858093	1064.186522	1229.547616
2024	1372.509726	1239.475802	1108.484406
2025	1378.623954	1000.173553	1389.696601
2026	1338.788728	1317.316299	1360.876108
2027	1154.538801	1718.458444	1183.227563
2028	1286.971007	1029.116632	1253.986788
2029	1040.520419	1154.464845	1417.774955
2030	1201.947215	873.7547872	1402.283988
2031	1234.562339	1210.101942	1585.883821
2032	1324.794973	1399.907461	1442.409507
2033	1187.659567	684.7620403	1250.06674
2034	1085.42265	1617.078593	1241.672773
2035	1098.506821	1374.845261	1317.931166
2036	1501.918899	1398.646939	1413.040763
2037	1096.692353	978.5145291	1341.28004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.3(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนทำน้ำจับ

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2038	1341.064207	1040.322633	1340.684529
2039	1046.424728	1125.242188	1401.654829
2040	1192.151377	1454.419033	1400.419355
2041	1316.727154	1388.97319	1439.857563
2042	1048.346924	1472.356022	1504.570593
2043	953.4231968	825.6286155	1283.405467
2044	1096.032239	1155.109519	1593.449189
2045	1334.088604	964.198226	1301.440316
2046	1146.636994	1508.07352	1597.060362
2047	1058.175433	1248.834734	1835.969484
2048	1200.883123	1336.133138	1187.707284
2049	1545.396417	2006.523797	1374.764302
2050	1293.028571	1187.118201	1432.801588
2051	1306.717986	1365.115228	1557.297513
2052	1222.505088	600.1959894	1522.13067
2053	1295.603555	1118.369748	1566.423987
2054	1221.999437	832.9337489	1452.480866
2055	1453.593912	982.7400525	1574.674975
2056	1143.562998	1101.682562	1713.277153
2057	1390.716056	929.2177355	1680.638428
2058	1198.168579	1359.659694	1339.155636
2059	1254.884613	1046.126089	1632.128378
2060	1293.883266	2027.303419	1741.127712
2061	1326.204329	708.6824742	1625.537999
2062	1103.817622	1223.127047	1763.90497
2063	1824.384388	1289.878782	1722.54171
2064	1480.187325	1276.280844	1641.128556
2065	1241.700227	1189.532275	1876.354578
2066	1446.162618	723.8162688	1438.106088
2067	1152.066254	1015.900058	1860.08496
2068	1347.50605	1005.549371	1687.416781
2069	1134.362799	1697.206797	1743.78501
2070	1164.918178	1469.553924	2114.404622

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.3(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนทำน้ำจับ

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2071	1383.78904	1787.44202	1629.156424
2072	1201.77663	845.4915563	1666.353574
2073	1361.81917	933.2585067	1977.764745
2074	1292.687023	445.1287133	1865.884024
2075	1114.980875	2024.554834	1945.758519
2076	1115.574266	1326.611663	1992.755249
2077	1288.412318	2112.115552	1811.397442
2078	885.3591298	1274.302778	1954.938111
2079	1177.942922	1550.66607	2255.875378
2080	957.8954991	1276.681487	2006.47961
2081	1016.233789	2501.63444	1977.779877
2082	1158.690561	1347.195072	2196.632302
2083	1237.778755	1436.539238	2021.906352
2084	984.7144327	1225.783857	2059.654801
2085	1014.514264	1792.698913	1769.888764
2086	1199.897254	1514.832092	1764.672733
2087	1210.096708	1435.009194	2196.572709
2088	1347.708974	1068.253357	1907.319789
2089	1657.145152	417.164488	2151.734313
2090	978.0880349	1006.324441	2099.358165
2091	1272.173543	2551.048356	2282.299387
2092	1175.911786	1679.544611	2293.321813
2093	980.032911	980.622868	1986.00006
2094	1031.068995	1356.396396	1939.537778
2095	1056.015355	1346.01827	2160.770908
2096	1073.954319	1552.829579	2218.33894
2097	1244.708602	1195.501669	2041.398471
2098	1278.745292	1174.946384	2643.830995
2099	1292.087517	1373.59877	2330.289425
2100	1250.242489	1088.166687	2251.856672

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.4 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านซำไทรทอง

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1219.3	1219.3	1219.3
2006	1225.9	1225.9	1225.9
2007	1321.7	1321.7	1321.7
2008	1318.3	1318.3	1318.3
2009	897.5	897.5	897.5
2010	984.7	984.7	984.7
2011	832.1	832.1	832.1
2012	1047.6	1047.6	1047.6
2013	1339.3	1339.3	1339.3
2014	620.3	620.3	620.3
2015	788.5	788.5	788.5
2016	749.7	749.7	749.7
2017	878.9	878.9	878.9
2018	888.7705764	1021.057014	1069.100201
2019	1005.694488	980.6274489	1120.140346
2020	1012.95707	1062.030484	1087.965179
2021	956.0208861	1083.487353	1094.657058
2022	809.5096944	1044.690313	927.7406299
2023	908.4561558	1020.175072	1056.521663
2024	1177.869881	1040.577873	1032.15067
2025	922.1992474	1008.343077	916.0409783
2026	804.5876001	1035.298329	1055.420949
2027	962.8441008	1034.295044	1015.470444
2028	1196.755898	1066.486216	959.424806
2029	911.5238016	1038.360386	1093.729895
2030	897.3040775	877.9732381	1058.031571
2031	1046.848561	910.4393516	1079.556328
2032	1108.138491	1060.175762	1217.172466
2033	797.6560938	984.4561666	873.1161621
2034	842.0215948	973.3108922	1036.123108
2035	905.6300064	933.3334284	956.6293128
2036	1150.695818	1133.956564	801.0482399
2037	873.2329399	917.3320963	1011.726168

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.4(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านซับไทรทอง

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2038	755.4542385	1013.489131	1014.993779
2039	842.4455403	972.6912076	1078.900781
2040	789.6417812	894.8419785	1073.998821
2041	752.807183	1112.772594	1031.810781
2042	685.8610667	1136.419689	897.5880225
2043	711.1083438	946.9256061	846.117082
2044	731.1242312	1098.506314	1259.298384
2045	1011.740792	911.7831878	937.4462964
2046	670.6091817	963.7830305	1053.198761
2047	760.2187862	985.2966929	990.9071228
2048	958.7152315	1068.472202	774.5256291
2049	811.8050541	1010.094545	976.990523
2050	927.3438169	878.0466883	930.5052384
2051	1017.118161	1183.982517	947.9571352
2052	742.3088865	887.4795628	946.0416161
2053	843.58107	921.4137345	1198.701848
2054	950.3602177	881.9450366	853.1862246
2055	778.7011819	985.5136076	1058.903422
2056	756.5171985	1031.89371	878.3414373
2057	925.6669072	820.667556	1050.550069
2058	1006.45711	1005.877613	894.957011
2059	937.7886419	966.6145141	980.1851084
2060	866.0539341	840.9804171	1053.692356
2061	1050.168261	862.4925286	900.0865899
2062	660.48275	968.9221713	1140.280816
2063	1161.681266	1060.812286	973.152507
2064	597.1857871	1021.869652	878.2962745
2065	561.9034708	946.2733892	1055.003627
2066	1139.013242	882.1350146	745.9779589
2067	878.7202932	1177.988281	994.3224689
2068	1125.083988	934.6796543	840.9263666
2069	798.8258349	803.8815055	881.0372973
2070	895.236654	1053.742312	1183.606911

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.4(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านซับไทรทอง

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2071	1135.775782	907.0830906	943.1502023
2072	874.2397473	828.6378873	816.0002354
2073	904.9064573	839.2839949	1137.900354
2074	1191.400601	880.6027607	1006.899039
2075	847.2975449	961.6267447	1140.084819
2076	872.210439	861.0588808	1073.444315
2077	924.8357819	809.0284748	1062.195974
2078	751.7342403	825.8889202	919.5145149
2079	1075.777786	793.5891531	1166.373408
2080	849.4080566	882.9962342	1065.040751
2081	711.1819614	980.4348698	1064.335588
2082	1046.627619	1139.772431	1171.676186
2083	898.9336967	926.3035741	1225.715529
2084	632.4031126	844.0980984	1054.651132
2085	999.4602956	898.5933343	898.6164393
2086	915.4956804	869.5308588	777.8415196
2087	1088.268472	907.5077704	1124.021281
2088	854.5787528	709.661848	1128.041507
2089	1187.872819	783.9855535	1178.156609
2090	688.3328523	858.6799378	911.0347831
2091	779.4531191	772.9818464	1100.403016
2092	831.6200977	986.106444	1121.719367
2093	766.5416765	843.8547889	849.4574855
2094	710.9157927	863.2958179	777.0084398
2095	877.7906963	786.6103909	975.0253031
2096	635.6376288	790.9189827	1172.56432
2097	982.0558127	822.2584232	956.3045288
2098	877.0848189	829.1755027	1379.150558
2099	1006.567489	763.062057	1122.591745
2100	1061.344764	935.5022751	1099.826209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.5 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1274.6	1274.6	1274.6
2006	1321.6	1321.6	1321.6
2007	1046.6	1046.6	1046.6
2008	1486.4	1486.4	1486.4
2009	827.9	827.9	827.9
2010	1449.8	1449.8	1449.8
2011	1416.9	1416.9	1416.9
2012	1159.4	1159.4	1159.4
2013	1141.1	1141.1	1141.1
2014	799.3	799.3	799.3
2015	717.6	717.6	717.6
2016	889.3	889.3	889.3
2017	907.8	907.8	907.8
2018	891.2222571	1177.254307	945.0171882
2019	1033.176005	1003.486825	885.6920651
2020	812.5494703	1189.388232	1002.683349
2021	1034.242293	1121.54587	1058.073774
2022	866.9706313	1105.770056	632.904749
2023	1004.934477	970.5240327	840.4101315
2024	1452.480174	1012.783744	884.7993292
2025	1145.480986	1002.900405	754.407881
2026	859.6143834	974.5663139	749.0686432
2027	886.2584189	1048.308328	825.1217676
2028	933.3082414	1118.930472	868.0295698
2029	964.3648066	1039.25838	744.6035309
2030	1177.500031	799.8630899	600.286358
2031	1061.423511	850.7959824	765.3100612
2032	1204.156839	977.8519013	820.7508195
2033	860.0020048	988.8419586	608.1425445
2034	612.399604	894.7956423	688.995545
2035	696.2771888	858.8679907	705.9406596
2036	1294.912385	1074.89345	560.3185108
2037	935.8549643	790.5471923	758.3657399

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.5(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2038	641.9027177	931.9391224	510.0972191
2039	949.9487072	926.2165176	628.7703046
2040	722.0776885	922.494918	804.8006989
2041	965.9903405	1133.932483	548.0342471
2042	717.2345338	1025.546556	553.5459662
2043	689.2145147	845.4020994	506.3565246
2044	776.2148188	953.2021649	568.1938254
2045	1206.469268	815.638461	593.9644555
2046	634.1166114	933.6297944	465.6787456
2047	480.9408445	829.1703311	589.6513791
2048	1336.479047	1058.935377	443.5252845
2049	900.0258303	990.6285922	427.6914036
2050	1086.431517	802.6213552	601.1155905
2051	1192.267435	1210.965008	409.5534907
2052	1183.897095	669.6520723	311.2326348
2053	1080.937692	707.3820044	502.0795223
2054	1077.588864	767.8476378	399.482678
2055	807.2741514	841.7620711	563.4650853
2056	1097.041041	927.0833864	321.1024183
2057	1333.510991	671.5019054	459.2831687
2058	1012.243424	940.0600452	241.5718373
2059	1078.39266	918.898394	416.7921885
2060	988.0279665	655.3067776	418.1190793
2061	1134.064278	666.5628002	394.0437623
2062	741.653157	836.8888629	273.0225891
2063	1180.651907	861.4703977	287.3787073
2064	511.5565895	1009.219872	279.4061789
2065	661.8751972	840.7055148	277.144586
2066	1294.946777	650.408769	329.7656171
2067	628.8652771	1159.811985	293.938218
2068	1269.706101	832.3580421	179.0742455
2069	907.8077591	605.2528066	280.9638251
2070	714.5117045	941.30544	334.6871624

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.5(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านดินอุดม

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2071	1260.424932	626.6422567	202.0763163
2072	1083.618359	673.8928771	212.2851597
2073	855.0992145	613.1386356	330.8243921
2074	1246.334977	734.5792647	318.8191876
2075	816.6021082	838.0844503	287.0102859
2076	758.6524869	637.6857437	192.9769363
2077	1303.012963	612.5952817	250.7232343
2078	662.0744597	688.0328812	162.8464816
2079	972.8858169	496.0514712	289.1130128
2080	793.8662671	681.9228242	268.8553016
2081	702.6810682	837.6208755	174.2486375
2082	1018.450238	910.3786571	328.8532257
2083	951.5108559	696.6121095	277.7194556
2084	629.1378188	654.7473208	386.2990014
2085	821.6898487	678.2388929	263.9871949
2086	1009.424288	636.1013399	142.4681453
2087	926.2818982	657.000561	226.0582909
2088	783.7739144	464.3694303	344.6877565
2089	1305.721311	567.7634872	228.2279809
2090	617.0643843	745.7887962	235.8304833
2091	964.242646	649.8357873	179.2037513
2092	871.5196072	761.0371977	160.8655477
2093	639.4039114	682.7717972	204.3360135
2094	448.0351617	671.3749211	174.4964941
2095	685.7084236	513.5128836	167.8633796
2096	634.6043286	611.7451648	161.4241103
2097	752.1487616	580.6976298	137.3268363
2098	764.4162527	600.7410788	212.424544
2099	921.3761042	527.085272	297.3428167
2100	1181.721549	709.2054816	165.2337176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.6 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1239.9	1239.9	1239.9
2006	1343.3	1343.3	1343.3
2007	1469.4	1469.4	1469.4
2008	1557.7	1557.7	1557.7
2009	877.8	877.8	877.8
2010	1352.4	1352.4	1352.4
2011	1512.4	1512.4	1512.4
2012	1175.3	1175.3	1175.3
2013	1472.9	1472.9	1472.9
2014	890.5	890.5	890.5
2015	957.2	957.2	957.2
2016	1452.5	1452.5	1452.5
2017	1360.7	1360.7	1360.7
2018	996.4791406	1265.696598	1212.475285
2019	1231.493617	1114.281641	1403.439345
2020	1318.431554	1346.1135	1330.916529
2021	1231.412215	1246.070829	1261.856949
2022	963.1059792	1256.916931	1125.055652
2023	1094.456633	1294.868047	1268.191982
2024	1427.617314	1252.536987	1213.938939
2025	1207.645714	1338.428608	1154.233285
2026	1324.1431	1365.261138	1192.549809
2027	1281.8049	1187.051193	1200.952552
2028	1323.649021	1266.506391	1112.28517
2029	1233.885477	1324.576689	1268.607097
2030	1274.264976	1189.478397	1224.596397
2031	1393.419334	1100.450436	1353.680003
2032	1314.143367	1307.506181	1399.500294
2033	1179.270898	1180.324958	1004.597743
2034	1068.672677	1196.843162	1171.489079
2035	1153.933809	1195.043595	1085.858735
2036	1482.637046	1342.158716	958.7195459
2037	1214.388255	1234.285556	1328.885205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.6(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2038	1259.731311	1425.427356	1123.34436
2039	1155.863113	1175.138119	1237.822335
2040	1242.935267	1078.713164	1219.788922
2041	1318.800277	1391.526264	1219.2576
2042	1050.853908	1385.150591	1109.834028
2043	1025.683098	1305.417076	1059.754203
2044	1125.20473	1364.323499	1352.390874
2045	1238.277543	1512.358434	1130.273359
2046	1111.349997	1302.224025	1176.379422
2047	1011.457703	1398.058012	1328.38089
2048	1200.317952	1320.386381	984.8764576
2049	1282.231417	1268.858806	1159.055097
2050	1236.645054	1372.322807	1100.325653
2051	1303.645296	1695.474182	1060.938002
2052	1193.385159	1253.282591	1060.472196
2053	1312.793381	1162.011538	1352.182086
2054	1176.930577	1230.59844	1221.223206
2055	1116.538964	1316.221001	1196.235193
2056	1109.6123	1406.716361	1131.700983
2057	1286.422121	1198.25127	1147.589349
2058	1369.354669	1517.200413	1032.635967
2059	1234.851419	1476.555336	1251.38244
2060	1262.781092	1003.798997	1229.494173
2061	1270.75902	1196.775903	1071.245664
2062	1120.498862	1290.479956	1270.42632
2063	1439.706051	1485.248962	1198.26078
2064	1145.905238	1324.018389	1130.765852
2065	1109.311482	1307.432864	1263.958316
2066	1515.586683	1276.377863	1090.698217
2067	1218.527296	1501.009758	1141.84081
2068	1365.412656	1436.111534	1063.513906
2069	1091.917228	1178.034514	1097.772645
2070	1279.167564	1474.768074	1310.183072

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.6(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านบุตะโก

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2071	1357.653624	1451.396115	1173.283864
2072	1209.079889	1336.884656	1132.81424
2073	1201.938652	1309.065034	1168.258744
2074	1300.33488	1364.741974	1220.508585
2075	1156.099032	1248.046105	1348.205893
2076	1147.289469	1098.706874	1207.338662
2077	1284.855094	1307.876846	1296.944939
2078	1092.778158	1374.461302	1188.784549
2079	1324.817888	1031.284931	1234.753518
2080	1093.045646	1172.419284	1240.58036
2081	1011.596178	1414.380177	1344.808278
2082	1286.865931	1505.064194	1263.858894
2083	1334.746085	1276.253505	1356.836867
2084	955.2300233	1412.05083	1275.118273
2085	1156.924658	1402.645379	1164.747886
2086	1162.888779	1274.335033	1108.808219
2087	1403.898046	1237.667759	1322.077818
2088	1282.351259	1113.052041	1459.626927
2089	1326.915865	1252.928267	1228.087621
2090	1143.499348	1335.580256	1367.786129
2091	1299.827266	1270.282941	1294.049053
2092	1248.713615	1390.575263	1303.123544
2093	1153.437138	1223.529788	1123.864316
2094	1124.453688	1200.643645	1177.567847
2095	1132.467167	1037.103177	1348.773963
2096	1089.664869	1174.579079	1368.420713
2097	1264.791418	1348.124942	1149.660221
2098	1304.790135	1142.590529	1438.446443
2099	1248.687674	1148.06469	1341.078034
2100	1366.683538	1199.370581	1325.864965

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.7 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	917.3	917.3	917.3
2006	990.1	990.1	990.1
2007	1282.2	1282.2	1282.2
2008	1347.2	1347.2	1347.2
2009	897	897	897
2010	1282.2	1282.2	1282.2
2011	1347.2	1347.2	1347.2
2012	897	897	897
2013	1526.3	1526.3	1526.3
2014	1241.1	1241.1	1241.1
2015	1055.5	1055.5	1055.5
2016	1101.9	1101.9	1101.9
2017	926.2	926.2	926.2
2018	863.9284175	1265.61662	1286.377575
2019	1160.961237	1294.28081	1451.83342
2020	1157.121547	1334.755874	1307.807779
2021	1108.099552	1296.288865	1314.819898
2022	1059.500775	1308.294406	1421.465201
2023	1117.76362	1455.433576	1376.862319
2024	1267.192785	1360.213488	1301.542695
2025	1179.08411	1389.260101	1480.453724
2026	1157.701844	1533.613622	1198.677123
2027	995.7022377	1278.732926	1269.436252
2028	1149.234625	1456.333079	1296.505781
2029	1078.375602	1420.58673	1275.124283
2030	1233.747569	1434.611666	1361.749525
2031	1083.95172	1272.304373	1765.189039
2032	1165.268304	1506.31358	1367.903957
2033	1065.412644	1459.301668	1224.82075
2034	1214.327108	1566.525103	1284.900271
2035	1005.498432	1323.888527	1402.735096
2036	1271.065742	1496.003228	1354.132464
2037	1123.224263	1433.098891	1702.935126
2038	1192.802331	1350.456141	1361.901913
2039	1062.728182	1444.56584	1309.013868
2040	1060.111569	1279.395889	1345.548401
2041	1130.988075	1479.890461	1475.122913

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวจนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำมาเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.7(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2042	956.6035719	1502.705825	1347.51549
2043	964.447918	1529.584745	1274.501494
2044	1165.02741	1653.883274	1388.323436
2045	1335.266655	1470.289708	1387.494306
2046	1021.650612	1325.136246	1451.725148
2047	958.0630926	1497.8044	1774.38199
2048	1223.556551	1514.908591	1504.87878
2049	1367.163809	1543.67766	1340.897977
2050	1297.548406	1510.048173	1329.891553
2051	1289.70938	1495.323238	1326.046861
2052	1189.163125	1628.344357	1312.353532
2053	1237.049778	1576.290717	1508.599507
2054	1258.378961	1464.678298	1677.742456
2055	1223.390062	1430.88607	1448.824003
2056	1273.235201	1666.598587	1417.766183
2057	1360.031209	1561.615613	1408.16353
2058	1214.719074	1724.146926	1389.384481
2059	1146.094689	1753.131305	1479.121281
2060	1196.492748	1565.808351	1376.11937
2061	1228.891995	1573.7518	1403.977997
2062	1107.018642	1738.47942	1457.089868
2063	1485.659642	1634.332492	1363.780365
2064	1142.989013	1466.542751	1560.906484
2065	1049.329328	1784.998234	1413.08089
2066	1340.560018	1538.92435	1459.769291
2067	1170.564954	1645.357939	1407.076914
2068	1409.591687	1459.019329	1361.887859
2069	1049.774959	1666.160908	1458.94023
2070	1178.578019	1571.849567	1593.186854
2071	1350.150479	2028.957247	1464.811704
2072	1264.704005	1711.746591	1562.735712
2073	1175.823429	1738.866808	1412.44942
2074	1250.450538	1750.764854	1609.536631
2075	1125.765559	1657.482519	1554.71894
2076	1070.074457	1849.871901	1465.453033
2077	1221.010587	1667.496092	1544.040831
2078	920.0600015	1622.952531	1461.525139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.7(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองไทรใต้

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2079	1244.484482	1681.686096	1561.546273
2080	1005.955273	1677.710368	1469.337666
2081	998.5106932	1859.481303	1503.628661
2082	1341.504544	1963.676311	1654.308099
2083	1171.462523	1895.532506	1775.055214
2084	938.5016252	1807.341362	1572.331898
2085	1057.520836	1781.179883	1674.868372
2086	1180.939936	1800.399939	1704.801906
2087	1213.964477	1818.590703	1779.752576
2088	1241.904246	1735.988086	1718.661385
2089	1491.680548	1682.783787	1404.450896
2090	902.1607479	1664.978469	1998.407471
2091	1147.363834	1795.405377	1622.838612
2092	1153.559101	1722.868117	1559.377603
2093	1053.575567	1620.823505	1581.427974
2094	1050.202504	1600.533339	1832.399834
2095	1044.14428	2059.316028	1699.106497
2096	1019.475438	1834.169386	1668.824854
2097	1170.362028	1795.744715	1580.876428
2098	1032.919882	1770.419312	1650.190534
2099	1201.419209	1855.204518	1774.410413
2100	1383.378358	1803.513578	1674.007875

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.8 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1212.7	1212.7	1212.7
2006	1079	1079	1079
2007	986.6	986.6	986.6
2008	1362.8	1362.8	1362.8
2009	1148.6	1148.6	1148.6
2010	1601.8	1601.8	1601.8
2011	935.9	935.9	935.9
2012	939.5	939.5	939.5
2013	1246	1246	1246
2014	1114.4	1114.4	1114.4
2015	792.2	792.2	792.2
2016	876.4	876.4	876.4
2017	1426.2	1426.2	1426.2
2018	914.4332785	881.239611	990.5406007
2019	1193.108531	1397.13322	1480.219278
2020	1279.550431	1086.295833	1280.515089
2021	1083.155179	1109.925235	1080.813986
2022	868.6040402	1209.204138	1278.252013
2023	983.2338787	1368.416402	1213.685171
2024	1319.266594	1091.096272	1190.826394
2025	1142.850678	1080.887141	1058.235546
2026	1053.610624	1176.143608	1156.769032
2027	1060.686895	1197.802243	1073.942488
2028	1260.350087	1182.827053	1045.975422
2029	1081.793481	1273.395883	1274.414578
2030	1170.29181	789.9129797	1358.252489
2031	1266.129775	1081.994096	1419.035693
2032	1265.198055	1125.830752	1533.512534
2033	1114.458736	1219.636108	942.6135579
2034	1043.858393	924.5126476	1431.829686
2035	1054.814197	1078.701643	1076.044011
2036	1403.872733	1436.324399	994.8008903
2037	1110.248392	1075.251642	1507.55523

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.8(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2038	1167.108447	1105.790708	1350.168661
2039	1012.414725	969.8389948	1432.843422
2040	1116.155946	1123.977139	1402.437141
2041	1285.31722	1301.234638	1291.661443
2042	1014.137668	1402.188311	1256.050209
2043	986.9741671	864.2215003	1360.948719
2044	1074.373044	1108.351954	1771.151464
2045	1273.202918	975.5957774	1263.377582
2046	1157.099135	1189.521414	1333.122069
2047	1047.239893	1071.911822	1440.533843
2048	1158.015494	1253.064434	1107.960204
2049	1424.151481	1173.082291	1564.288215
2050	1181.562259	1159.039701	1245.966782
2051	1214.598915	1352.662823	1306.889419
2052	976.4663129	839.4728338	1614.447822
2053	1161.643207	1303.12412	1881.633177
2054	1235.54935	923.9047107	1626.256209
2055	1292.931122	1411.854919	1395.309345
2056	995.4690121	1088.266164	1770.602287
2057	1297.234867	652.2958485	1656.013182
2058	1173.178795	1145.390174	1500.087897
2059	1196.496339	886.7763027	1724.068765
2060	1145.405099	1128.030021	1743.040496
2061	1245.985112	922.5175678	1601.832473
2062	1025.78662	1265.346855	1911.610597
2063	1622.789256	1090.257623	1788.045141
2064	1248.167463	1227.217436	1834.746067
2065	1105.91271	995.5161363	2138.756874
2066	1430.782093	1059.187355	1512.219231
2067	1204.564279	1369.104394	1869.711153
2068	1399.430504	1104.899867	1601.034288
2069	996.0490423	882.3438492	1669.374897
2070	1120.290093	1125.428869	1961.80565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.8(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนบ้านหนองจอก

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2071	1359.665198	1326.327108	2040.328611
2072	1137.701793	739.1826638	1714.454272
2073	1248.731005	995.8849466	2108.023095
2074	1335.780636	713.4506251	1862.703976
2075	1070.85718	1196.146485	2451.150544
2076	1051.189084	1213.881794	2592.226249
2077	1172.134814	1470.38479	2312.028707
2078	832.6749548	1125.287	1972.07938
2079	1332.518382	1236.226361	2066.534721
2080	1037.567773	951.8843131	2485.624344
2081	892.3483349	1308.499477	2322.247068
2082	1271.852483	1242.607742	2293.500423
2083	1301.317168	1084.548838	2762.076778
2084	949.704024	1006.541444	2495.637101
2085	1031.485691	983.7039938	1910.696924
2086	1141.105025	1123.490313	2255.076819
2087	1288.409526	994.5386697	2484.559602
2088	1292.342238	881.990096	2449.065104
2089	1539.749921	685.2091195	2420.377836
2090	854.3688657	815.9636248	2250.417317
2091	1025.8627	674.9572629	2650.63526
2092	1195.327297	1397.080814	2653.960203
2093	994.0014379	777.9925778	2195.589497
2094	1003.321911	846.9004478	1981.90539
2095	1033.369446	1006.104061	2504.428219
2096	897.67551	868.6239772	2843.299803
2097	1069.162629	846.8257867	2418.608297
2098	1111.830382	1072.066189	3014.990463
2099	1269.839701	768.9687284	2506.477986
2100	1368.402819	1087.227139	2473.575079

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.9 ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2005	1370.6	1370.6	1370.6
2006	1331.8	1331.8	1331.8
2007	1190.1	1190.1	1190.1
2008	1259.5	1259.5	1259.5
2009	1036.9	1036.9	1036.9
2010	1687.6	1687.6	1687.6
2011	1318.2	1318.2	1318.2
2012	1096.5	1096.5	1096.5
2013	1216.1	1216.1	1216.1
2014	922.1	922.1	922.1
2015	508.3	508.3	508.3
2016	531.1	531.1	531.1
2017	450.3	450.3	450.3
2018	966.4629846	1095.110852	863.6770956
2019	1020.297635	983.1244687	1198.048852
2020	949.7950716	1061.666136	1116.037989
2021	914.8481631	1196.299988	1018.495119
2022	858.58404	992.7353743	790.7231433
2023	992.603998	931.0035421	981.9119354
2024	1204.393111	1022.001104	975.8767691
2025	954.2294815	962.4546649	923.5595722
2026	870.5499121	937.2521514	915.7702215
2027	955.5656269	1196.007019	1030.325199
2028	1253.638387	963.3348017	868.592319
2029	1096.304117	995.7983338	1025.358004
2030	1108.850263	771.9506088	773.9916595
2031	1020.998443	870.7125044	987.7620016
2032	1077.97262	1143.768596	1030.178734
2033	876.9868895	955.144747	632.8463449
2034	792.2112229	903.4671255	783.6281439
2035	945.8095556	825.677477	738.8146097
2036	1313.325875	1157.272157	594.4775332
2037	949.249915	904.3169855	1071.260312

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.9(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2038	686.0487369	860.200373	784.3360435
2039	1024.730171	1046.841628	825.9941332
2040	743.3132164	853.5383298	818.1966847
2041	912.1797033	980.5318189	910.4583782
2042	578.7129929	1228.464531	665.7475525
2043	955.4101569	889.6379888	652.1454112
2044	699.4225377	1035.498185	801.3438016
2045	1169.512668	838.2358821	713.3148856
2046	761.3023434	873.7983575	639.3152416
2047	857.53367	933.7255746	809.9684949
2048	724.5624258	1055.324629	576.8657929
2049	885.8326646	933.1936153	696.5289144
2050	998.9347567	858.5332331	657.1489477
2051	922.0860972	1000.563051	489.8718588
2052	940.60125	793.5747806	569.179467
2053	915.4150967	869.8924844	768.0499689
2054	1081.133276	764.9080445	820.8801099
2055	783.3910294	940.1416918	787.5397456
2056	988.6519963	934.1017767	476.1290664
2057	1123.94277	740.3873466	702.5449612
2058	1164.414159	917.9894753	444.8676781
2059	786.4224332	916.2304909	778.4824034
2060	988.6246757	777.2573097	558.1803091
2061	954.6011117	761.4133591	650.1221065
2062	597.0046919	887.2527333	544.832813
2063	1236.132355	928.8678274	466.4658089
2064	554.744612	955.0195161	649.5661699
2065	591.5126686	888.6322474	589.0603831
2066	1271.73788	762.7070614	473.650098
2067	965.7295316	1051.389283	466.8519265
2068	1268.813612	751.9006735	285.2828789
2069	948.4517579	667.6560343	327.043338
2070	860.4191338	961.6623575	513.7865444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.9(ต่อ) ตารางปริมาณน้ำฝนรายปี สถานีวัดน้ำฝนห้วยโกรกเต้

ปี	ปริมาณฝนรายปี rcp2.6 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp4.5 (มม.)	ปริมาณฝนรายปี rcp8.5 (มม.)
2071	1122.817403	1122.817403	1122.817403
2072	823.4712405	823.4712405	823.4712405
2073	875.8393449	875.8393449	875.8393449
2074	1044.143604	1044.143604	1044.143604
2075	1089.99572	1089.99572	1089.99572
2076	813.1969341	813.1969341	813.1969341
2077	1011.302986	1011.302986	1011.302986
2078	883.1967362	883.1967362	883.1967362
2079	1397.173106	1397.173106	1397.173106
2080	770.4021535	770.4021535	770.4021535
2081	1001.688097	1001.688097	1001.688097
2082	869.0857517	869.0857517	869.0857517
2083	1112.785611	1112.785611	1112.785611
2084	636.6513814	636.6513814	636.6513814
2085	980.6592701	980.6592701	980.6592701
2086	904.3377524	904.3377524	904.3377524
2087	1126.424706	1126.424706	1126.424706
2088	800.2589621	800.2589621	800.2589621
2089	1267.099788	1267.099788	1267.099788
2090	806.6261495	806.6261495	806.6261495
2091	808.4736111	808.4736111	808.4736111
2092	915.3294497	915.3294497	915.3294497
2093	768.705643	768.705643	768.705643
2094	679.1210492	679.1210492	679.1210492
2095	998.418987	998.418987	998.418987
2096	775.5659807	775.5659807	775.5659807
2097	1010.236754	1010.236754	1010.236754
2098	976.4047895	976.4047895	976.4047895
2099	912.583529	912.583529	912.583529
2100	1092.743603	1092.743603	1092.743603

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



iceast 2018

The 4th International Conference on Engineering,
Applied Sciences and Technology



"Exploring Innovative Solutions
for Smart Society"

Swissôtel Resort Phuket Patong Beach
Phuket, Thailand

July 4-7, 2018

iceast2018@kmitl.ac.th

www.iceast.org



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Assessment of land cover on soil erosion in Lam Phra Phloeng watershed by USLE model

Jatuwat Wattanasetpong^{1,*}, Uma Seeboonruang², Uba Sirikaew³, Walter Chen⁴

¹ Master's degree. Student, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

² Associate Professor, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

³ Lecturer, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

⁴ Professor, Department of Civil Engineering, College of Engineering, National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan

Abstract. Soil loss due to surface erosion has been a global problem not just for developing countries but also for developed countries. One of the factors that have greatest impact on soil erosion is land cover. The purpose of this study is to estimate the long-term average annual soil erosion in the Lam Phra Phloeng watershed, Nakhon Ratchasima, Thailand with different source of land cover by using the Universal Soil Loss Equation (USLE) and GIS (30 m grid cells) to calculate the six erosion factors (R, K, L, S, C, and P) of USLE. Land use data are from Land Development Department (LDD) and ESA Climate Change Initiative (ESA/CCI) in 2015. The result of this study show that mean soil erosion by using land cover from ESA/CCI is less than LDD (29.16 and 64.29 ton/ha/year respectively) because soil erosion mostly occurred in the agricultural field and LDD is a local department that survey land use in Thailand thus land cover data from this department have more details than ESA/CCI.

1 Introduction

Nowadays many global problems are caused from climate change and human activities. Soil erosion problem is one of them. For example, the total soil loss to the European Union is estimated to be 970 million tons annually [1], which is a major threat to the ecosystem, crop production, and drinking water. Soil erosion is the displacement of the upper layer of soil, one form of soil degradation. There are several variables that affect soil erosion such as water, soil type, human activity and so on. A low rate of soil erosion has been occurring in every land on the earth and high rate of soil erosion is mostly happening on areas with high steepness slope and deforestation. The effect of soil erosion has led to sedimentation in streams and rivers; when sediment has delivered through the river into the bottom of reservoir. The sedimentation increases loads on the dams and gates, damages mechanical equipment and creates a wide range of environmental impacts [2]. In the past three decades, rapid increases in human developments have caused some significant environmental problems, such as deforestation and slope mass movement in every place in Thailand. There is a department in Thailand called Land Development Department (LDD) that studies about soil erosion [3]. They published a table and data for evaluating soil erosion with Universal Soil Loss Equation (USLE) [4] for every region of Thailand [3] because they recognized the importance of soil erosion.

Lam Phra Phloeng reservoir is currently being used for agriculture and irrigation in Thailand. Severe erosion of the areas becomes a big problem consequently [5] the reservoir is one of the most seriously affected by soil erosion related sedimentation in Thailand. Most of the area in upper watershed is cultivated by sugarcane and cassava. After the crop has been harvested the land is tilled and becomes sensitive to sheet erosion [6]. Due to this area has many high slope on the mountain near the boundary of watershed, agriculture area and urban, this area is facing with many problem about soil erosion.

As mentioned previously about LDD, there exists no update of overviews of spatial soil erosion. It's necessary to evaluate soil erosion in this specific area. Lam Phra Phloeng watershed has enough reason to be used in the study. One of the methods that has been used widely to evaluate soil erosion is Universal Soil Loss Equation (USLE)[4]. It is designed to evaluate long-term average annual soil loss from field slopes under a specific land use and management system, based on the product of rainfall-runoff erosivity (R), soil erodibility (K), slope length and steepness (LS), cover and management (C) and support practice factor (P). This model can work with geographic information system (GIS). One of the most important factors is the coverage and management (C) thus this study aims to evaluate soil erosion in Lam Phra Phloeng watershed by USLE with different sources of land cover data; one is from LDD and another one is from ESA Climate Change Initiative (ESA/CCI).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

*.Corresponding author: 59601202@kmitl.ac.th

2 Study area

Lam Phra Phloeng watershed is located in northeast part of Thailand from 14°18'30" - 14°38'30"N, 101°30'00" - 101°54'00"E in WGS 84 coordinate system as shown in Fig. 1 with 815.2 km² (81,520 ha) of total area. Lam Phra Phloeng reservoir was constructed since 1963. Total capacity of reservoir is 155,000,000 m³ and average annual rainfall 1,135.8 mm/year. Lam Phra Phloeng River is a branch of Mun River in Nakhonratchasima province. Upper watershed area is close to Khao Yai National Park. This area has many high steep slope mountains. The land cover types in this area include paddy field, crop field, shrubland, residential area and forests. Normally this area has low rainfall rate but in rainy season it has too much rainfall. This causes flooding every year. To solve this problem Royal Irrigation Department has created the Lam Phra Phloeng reservoir to manage the flooding, irrigation and water supply. Construction of reservoir was completed in 1963, and reservoir has suffered from very high levels of sedimentation.

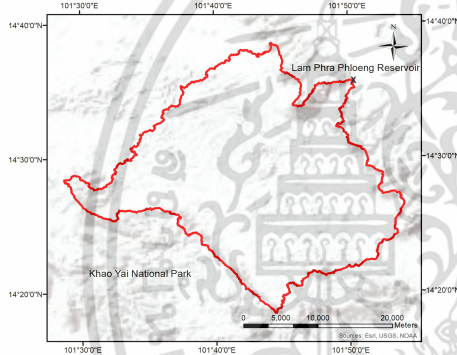


Fig. 1 The geographical map of Lam Phra Phloeng watershed

3 Methodology

3.1 Universal Soil Loss Equation

The Universal Soil Loss Equation (USLE) can evaluate an average rate of soil erosion for each feasible alternative combination of crop system and management practices in association with a specified soil type, rainfall pattern, and topography [4]. The equation of USLE is as follows [7].

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

A_m : soil loss (ton/ha/year)

R_m : rainfall factor (ton/ha/year)

K_m : soil erodibility factor (ton-hour/106joule/mm)

L : slope length factor

S : steepness factor

C : vegetation cover factor

P : conservation practice factor

This equation is widely accepted worldwide for erosion prediction. Each variable is considered as a layer in the GIS database to be used in the modeling process.

3.1.1 R_m : rainfall factor layer

$$R_m = 0.4669X - 12.1415 \quad (2)$$

where:

R_m – rainfall and runoff erosivity (Mg/ha/year)

X – average annual rainfall (mm/year)

The average annual rainfall of the study area was calculated based on the 10-year period

(from 2005 to 2015) rainfall by 9 stations in the watershed from Royal Irrigation Department (RID). Thiessen Polygons method was applied to create R_m factor layer.

3.1.2 K_m : soil erodibility factor layer

K_m factor layer was based on soil group map from LDD which the value identified by LDD [8]. Soil group map was provided by LDD at a scale of 1:50000

3.1.3 L, S -factor layer

These layers were topographic factors which were extracted from 30 m × 30 m digital elevation model (DEM) by using spatial analysis on ArcGIS 10.5. This DEM derived from Global Land Cover (USGS).

(a) L factor was calculated by following equations.

$$L = (\lambda/22.13)^m \quad (3)$$

where, λ is field slope length(m); m is a variable slope-length exponent that depends on slope described by [3], [4], [8], and [9].

$m = 0.2$ for gradients 0-1.0%

$m = 0.3$ for gradients 1.1-3.0%

$m = 0.4$ for gradients 3.1-5.0%

$m = 0.5$ for gradients >5.0

(b) S factor is the ratio of soil loss from the field slope gradient to a 9 percent slope. It was calculated by following equations.

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2 \quad (4)$$

where: s – slope (%) [4]

3.1.4 C vegetation cover factor layer

The cover and management factor, is the ratio of soil loss from an area with specified cover and management to that from an identical area in tilled continuous fallow [4]. To evaluate the C -factor layer, the value for each class of the land cover was assigned as identified by LDD [3] in Table. 1. In this study use 2015 land cover map from LDD and ESA/CCI to compare soil loss with different C value as shown in Fig. 2.

3.1.5 P conservation practice factor layer

In this study use land cover map from LDD and ESA/CCI to evaluate P factor layer. This P factor layer was established by LDD [3] in Table. 1.

Table. 1 Vegetation cover factor (C) and Conservation practice factor (P) for land use land cover classes (LULC) [3].

LULC Class	C Value	P Value
Mixed crops	0.255	1
Paddy field	0.280	0.10
Field crops	0.525	1
Perennial trees	0.150	1
Orchards	0.300	1
Horticulture crops	0.600	1
Grassland	0.100	1
Shifting cultivation	0.250	1
Evergreen forest	0.003	1
Deciduous forest	0.048	1
Forest plantation	0.088	1
Agro forestry	0.088	1
Natural grassland	0.015	1
Water body	0	0
Urban	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

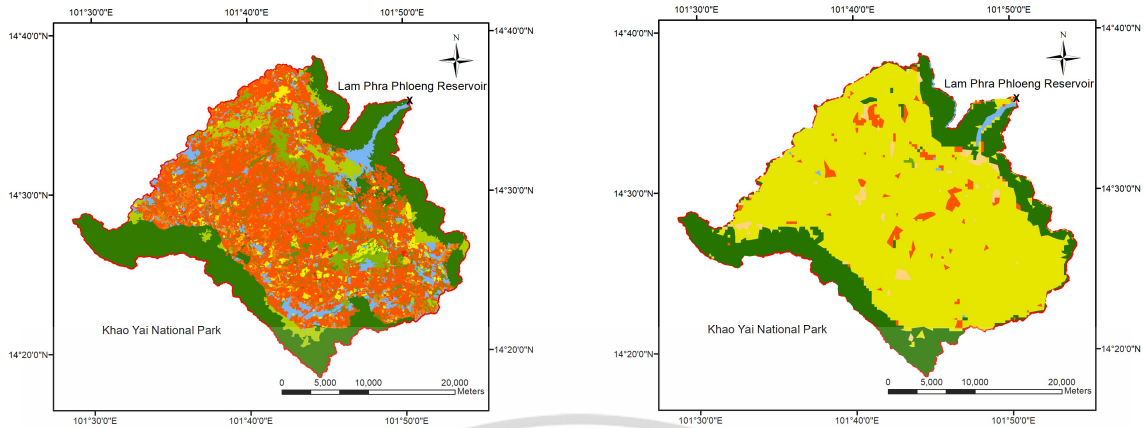


Fig. 2 Vegetation cover factor map (a) Land cover from LDD (b) Land cover from ESA/CCI

4 Results and discussion

4.1 Assessment of land use on soil erosion in Lam Phra Phloeng watershed by USLE model

The soil erosion map resulting from spatial overlay of the factor layers with the USLE model in Lam Phra Phloeng watershed is presented in Fig. 3 and Table. 2.

As mentioned before, this study evaluated soil erosion with USLE model by using land cover from different sources, (a) land cover data from LDD has 6.96% high risk soil erosion, 16.90% very high risk soil erosion and the average of soil erosion was 64.29 ton/ha/year as shown in Table.2.

In Fig. 3(a) show a high risk of soil erosion in the central of watershed and near Khao Yai National Park because the most agriculture in this area is field crop, paddy field and high steepness slope that affect high value of soil erosion.

(b) land cover data from ESA/CCI has 2.05% high risk soil erosion, 3.30% very high risk soil erosion and the average of soil erosion was 29.16 ton/ha/year as shown in Table.2

In Fig. 3(b) show a small risk of soil erosion because land use data from ESA/CCI is a global land cover data then it has less detailed than LDD.

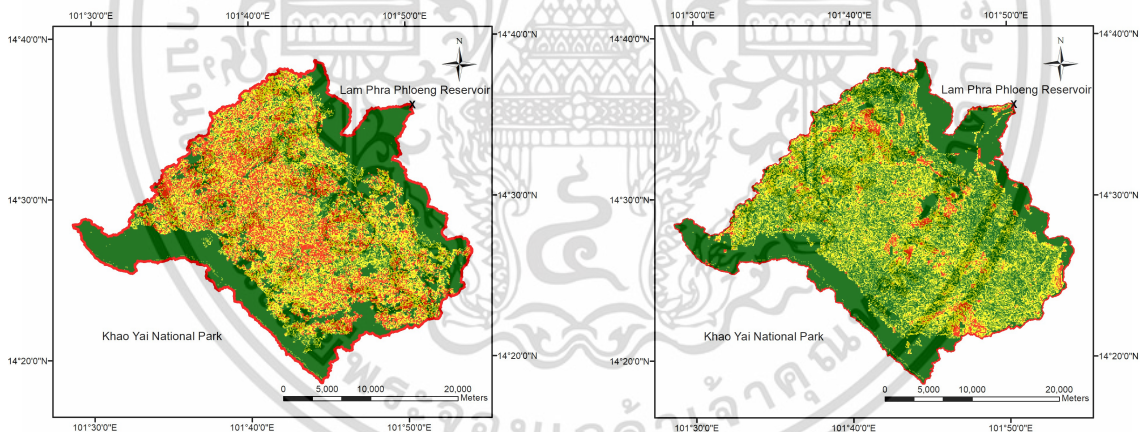


Fig. 3 Soil erosion map (a) Land cover from LDD (b) Land cover from ESA/CCI

Table. 2 Soil erosion risk categories

Category	Land cover data from LDD		Land cover data from ESA/CCI	
	Area(ha)	%	Area(ha)	%
Low risk (0-12.5 ton/ha/year)	32134	39.42	34181	41.93
Slightly low risk (12.5-31.25 ton/ha/year)	9354	11.47	25146	30.85
Moderately risk (31.25-93.75 ton/ha/year)	20582	25.25	17827	21.87
High risk (93.75-125 ton/ha/year)	5674	6.96	1676	2.05
Very high risk (>125 ton/ha/year)	13776	16.90	2690	3.30

5 Conclusions

This research has evaluated a soil erosion value by using USLE model. This model is widely acceptable for land cover management and organization that work about environment. In this study focus on different land cover sources to see an effect of soil loss with different land covers. Land cover data from LDD mostly has field crops, horticulture crops and paddy field. These land cover has huge impact to soil erosion as shown in Table. 1 but Land cover data from ESA/CCI mostly has grassland that has less impact than land cover from LDD. Therefore, the land cover management should emphasize on agriculture area to prevent and reduce a soil erosion rate.

rangelands: the wildlife versus livestock issue in the Amboseli ecosystems, Southern Kenya. In Proceedings of the conference on geo-information for sustainable land management, ITC. (1997).

Acknowledgements

This research was funded by King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. for the financial sponsorship. Sincere appreciation goes to the Land Development Department, Royal Irrigation Department Global Land Cover(USGS) and ESA Climate change initiative for the data.

References

1. Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Montanarella, L. Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*, **48**, 38-50. (2015)
2. Schellenberg, G., Donnelly, C. R., Holder, C., & Ahsan, R. Dealing with Sediment: Effects on Dams and Hydropower Generation. *Hydro Review Worldwide*. (2017)
3. Land Development Department. *Soil Erosion in Thailand*. Land Development Department, Bangkok. (2000)
4. Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. Predicting Rainfall Erosion Losses. *USDA Agriculture Handbook No.537*. (1978)
5. Phetprayoon, T., Sarapirome, S., Navanugraha, C., & Wonprasaid, S. Surface runoff estimation using grid-based curve number method in the upper Lam Phra Phloeng Watershed, Thailand. In 30th Asian conference on remote sensing, 18-23. (2009)
6. Polpanich, O., Nongpho, K., Boonwan, K., Chandraphabha, C., Hakari, M. & Samarakoon, L. Integration of RS/GIS for Estimation of Soil Erosion in Lam Phra Phloeng Reservoir, Nakhon Ratchasima Province, Thailand. *Asian Association on Remote Sensing*. (2010)
7. Gray, D. H. & Sotir, R. B., *Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control*, John Wiley & Sons, Inc., (1996)
8. McCool, D.K., Foster, G.R., Mutchler, C.K., Meyer, L.D. Revised Slope Length Factor for The Universal Soil Loss Equation. *Trans. ASAE*, **32**, 1571-1576. (1989)
9. Toxopeus, A. G. *Spatial and temporal modelling for sustainable management of semi-arid*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาของเอกสารต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายจตุวัฒน์ วัฒนเศรษฐพงศ์
วัน เดือน ปีเกิด 1 มีนาคม 2537
ที่อยู่ 4/674 ถนนนวมินทร์ แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม กทม. 10230
ประวัติการศึกษา 2555 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559

ศึกษาต่อระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555 – 2559

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

พ.ศ. 2561

“Assessment of land cover on soil erosion in Lam Phra Phloeng watershed by USLE model” นำเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการ The 4th International Conference on Engineering Applied Sciences and Technology (ICEAST 2018) ระหว่างวันที่ 4 - 7 กรกฎาคม 2561 โรงแรมสวิสโฮเทล รีสอร์ท ภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้