

ผลงานฉบับเต็ม

เรื่อง

การประเมินการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์

(Evaluation of Soil Erosion in Thailand by Mathematical Model)



เสนอ

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ

ตำแหน่งเลขที่ ๖ ผู้เชี่ยวชาญด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
บทที่ 2 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย	
1. ที่ตั้ง สภาพภูมิประเทศ และการแบ่งเขตภูมิประเทศ	3
2. สภาพภูมิอากาศ การแบ่งเขตภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์	3
3. สภาพทรัพยากรดิน	4
4. สภาพทรัพยากรป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน	6
5. สภาพทรัพยากรน้ำ	11
บทที่ 3 การชะล้างพังทลายของดิน	
1. การชะล้างพังทลายของดินในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ ของโลก	14
2. ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน	14
3. สถานการณ์การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	17
4. รูปแบบการชะล้างพังทลายของดินที่สำคัญในประเทศไทย	17
บทที่ 4 แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน	
1. วิวัฒนาการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	19
2. แบบจำลอง Morgan, Morgan and Finney (MMF) และสมการสูญเสียดินสากล (Universal soil loss equation: USLE)	21
3. แบบจำลองที่เสนอแนะมาประยุกต์ใช้กับดินในประเทศไทย	26
4. การเปรียบเทียบผลการประเมินระหว่างใช้แบบจำลอง MMF และสมการสูญเสียดินสากล	27
5. วิธีดำเนินการ	27
บทที่ 5 การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน (ประเทศไทย)	
1. การประเมินการแตกกระจายของดิน (Soil detachment)	34
2. การประเมินการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่า (Soil transportation)	35
3. การประเมินการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion assess)	37
4. การแบ่งระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	57
5. การจัดทำแผนที่แสดงความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	58
บทที่ 6 การวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน	
1. การวางแผนป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน	90
2. การวางแผนแก้ไขปัญหการชะล้างพังทลายของดิน	91
3. มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแต่ละภูมิภาค	92

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
1. สรุปผลการศึกษา	95
2. ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารอ้างอิง	96



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 จำนวนพื้นที่ของดินที่มีปัญหาในประเทศไทย	5
ตารางที่ 2 พื้นที่ป่าก่อนและหลังการยกเลิกสัมปทานป่าไม้	6
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประเภทของประเทศไทยปี 2523, 2529 และ 2541	8
ตารางที่ 4 ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมของประเทศ	9
ตารางที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย ปี 2541	10
ตารางที่ 6 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	28
ตารางที่ 7 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ประมวลผลในแบบจำลอง MMF	29
ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนจำแนกตามเนื้อดิน	31
ตารางที่ 9 ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ และ ค่าการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ประเมินตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินตามภูมิภาค	32
ตารางที่ 10 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง MMF จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน	33
ตารางที่ 11 การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	38
ตารางที่ 12 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	57
ตารางที่ 13 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในระดับที่เป็นปัญหาจำแนกตามภาค	61
ตารางที่ 14 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือ	62
ตารางที่ 15 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	66
ตารางที่ 16 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคกลาง	69
ตารางที่ 17 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออก	72
ตารางที่ 18 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตก	75
ตารางที่ 19 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้	78
ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบพื้นที่การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นใน ปี 2545 กับ 2546	81
ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF กับ การชะล้างพังทลายของดินโดยสมการสูญเสียดินสากล	85
ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF กับ การชะล้างพังทลายของดินโดยสมการสูญเสียดินสากล	87
ตารางที่ 23 หลักเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	91

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 การแบ่งประเภทของแบบจำลองคณิตศาสตร์	21
ภาพที่ 2 แผนภาพโนโมกราฟ	25
ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดหลักในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง MMF	39
ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายปีในปี 2545	44
ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายปีในปี 2546	44
ภาพที่ 6 จำนวนวันฝนตกในรอบปีในปี 2545	45
ภาพที่ 7 จำนวนวันฝนตกในรอบปีในปี 2546	45
ภาพที่ 8 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมงในปี 2545	46
ภาพที่ 9 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมงในปี 2546	46
ภาพที่ 10 ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม	47
ภาพที่ 11 ความหนาแน่นรวมของดิน	47
ภาพที่ 12 ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน	48
ภาพที่ 13 ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ	48
ภาพที่ 14 ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้	49
ภาพที่ 15 อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด	49
ภาพที่ 16 ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้	50
ภาพที่ 17 ระดับความสูงของภูมิประเทศ	50
ภาพที่ 18 พลังงานจลน์ของเม็ดฝนในปี 2545	51
ภาพที่ 19 พลังงานจลน์ของเม็ดฝนในปี 2546	51
ภาพที่ 20 ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจายโดยพลังงานจากน้ำฝนในปี 2545	52
ภาพที่ 21 ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจายโดยพลังงานจากน้ำฝนในปี 2546	52
ภาพที่ 22 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปีในปี 2545	53
ภาพที่ 23 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปีในปี 2546	53
ภาพที่ 24 ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้	54
ภาพที่ 25 ความลาดชันของภูมิประเทศ	54
ภาพที่ 26 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินในปี 2545	55
ภาพที่ 27 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินในปี 2546	55
ภาพที่ 28 ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าในปี 2545	56
ภาพที่ 29 ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าในปี 2546	56
ภาพที่ 30 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF	59
ภาพที่ 31 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	60
ภาพที่ 32 การชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือของประเทศไทย ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF	63
ภาพที่ 33 การชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 34 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF	67
ภาพที่ 35 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	68
ภาพที่ 36 การชะล้างพังทลายของดินในภาคกลางของประเทศไทย ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF	70
ภาพที่ 37 การชะล้างพังทลายของดินในภาคกลางของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	71
ภาพที่ 38 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกของประเทศไทย ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF	73
ภาพที่ 39 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	74
ภาพที่ 40 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตกของประเทศไทย ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF	76
ภาพที่ 41 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตกของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	77
ภาพที่ 42 การชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้ของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	79
ภาพที่ 43 การชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้ของประเทศไทย ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF	80
ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินใน ปี 2545 กับ 2546	83
ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดินโดยสมการสูญเสียดินสากล	86
ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดินโดยสมการสูญเสียดินสากล	88
ภาพที่ 47 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกล	94
ภาพที่ 48 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีพืช	94
ภาพที่ 49 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีเกษตรกรรม	94
ภาพที่ 50 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกลร่วมกับวิธีพืช (การปลูกแฝกบนคันดิน)	94

บทที่ 1

บทนำ

ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยนั้น เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และการเกษตรกรรม ที่สำคัญปัญหาหนึ่ง การชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งอาจเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัตถุธาตุหรือสารแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนที่บริเวณอีกแห่งหนึ่ง (นิพนธ์, 2545) โดยผลกระทบที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินนั้นได้แก่ การสูญเสียหน้าดิน ทำให้น้ำและสมบัติของดินเสื่อมลง เกิดมลภาวะในแหล่งน้ำ ทำให้อ่างเก็บน้ำตื้นเขิน

จากที่การชะล้างพังทลายของดินสามารถก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและการเกษตรตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น กรมพัฒนาที่ดินซึ่งมีหน้าที่ดูแลและรับผิดชอบ จึงได้มีการศึกษาถึงระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยขึ้น โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic model) ซึ่งในการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์นั้นเป็นการเลียนแบบกระบวนการต่าง ๆ ทางธรรมชาติโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ และยังได้ผนวกถึงการใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ คือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic information system: GIS) ที่กำหนดเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่ต้องการ

ในส่วนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น ได้มีการพัฒนาขึ้นมาตลอดเวลาจนทำให้เกิดแบบจำลองต่าง ๆ ขึ้นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่เป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นบนสมมติฐานที่ว่าเหตุการณ์ช่วงหนึ่ง ๆ นั้นสามารถกำหนดได้แน่นอนลงไปว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรและให้ผลออกมาแน่นอนตายตัวเราเรียกแบบจำลองประเภทนี้ว่า แบบจำลองที่ให้คำตอบตายตัว (Deterministic model) นิพนธ์ (2545) กล่าวว่าสามารถถูกจำแนกประเภทออกไปได้อีก 3 ประเภท คือ แบบจำลองเอ็มไพริคอล (Empirical based) แบบจำลองทางด้านกายภาพ (Physical based) หรือแบบจำลองแบบตารางกริด (Grid based) และแบบจำลองโมโนทัศน์ (Process based) สำหรับแบบจำลองชนิดเอ็มไพริคอล นั้นสามารถนำมาใช้ได้สะดวก แต่จุดอ่อนสำหรับแบบจำลองประเภทนี้คือค่าคงที่บางตัวของปัจจัยที่ใช้ในแบบจำลองนี้อาศัยพื้นฐานมาจากการทดลองในพื้นที่ เช่น ค่าการปกคลุมของพืช หากผู้ใช้นำแบบจำลองมาใช้โดยมิได้ทราบถึงที่มาของค่าต่าง ๆ ย่อมส่งผลให้การใช้แบบจำลองได้ผลที่ไม่แม่นยำ ในส่วนของแบบจำลองอีกประเภทหนึ่งคือ แบบจำลองทางด้านกายภาพ ซึ่งอาศัยการประเมินบนฐานของกฎทางฟิสิกส์โดยพยายามเลียนแบบกลไกทางธรรมชาติ และในประเภทสุดท้ายคือ แบบจำลองโมโนทัศน์ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อพยายามเข้าใจถึงหลักการพื้นฐาน และกลไกย่อยทั้งหมด ซึ่งเป็นแบบจำลองประเภทที่ให้ผลในการประเมินดีที่สุด แต่ก็มีข้อจำกัดของข้อมูลมากที่สุดเช่นกันทำให้สามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้จริงได้ยาก

สำหรับวิธีการประเมินการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยนั้นที่ผ่านมาได้มีการใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal soil loss equation: USLE) ซึ่งเป็นแบบจำลองประเภทเอ็มไพริคอลในการประเมินระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินทั้งประเทศไทย และพบว่าในพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินประมาณ 40 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งประเทศราว 320 ล้านไร่ ซึ่งผลการศึกษาเป็นการใช้ข้อมูลเฉลี่ยในช่วง 30 ปีย้อนหลัง จึงส่งผลให้ปริมาณพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นตามผลประเมินเป็นผลการศึกษาในภาพรวมมิใช่ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ส่วนในการนำไปใช้ประโยชน์ควรมีการศึกษาประเมินใหม่อีกครั้ง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) จากการศึกษาการนำผลที่ได้ไปใช้ในการประเมินสถานการณ์เพื่อวางแผนทางในการแก้ไขปัญหานั้นอาจไม่สอดคล้องกับระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นจริงในรอบปีนั้น ๆ จึงจำเป็นต้องหาแนวทางเพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยเป็นรายปี อย่างไรก็ตาม Morgan et al.

(1984) ได้พัฒนาแบบจำลองการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินรายปี และ สะดวกต่อผู้ใช้งาน โดยยังคงอาศัยหลักการของสมการการสูญเสียดินสากลในการพัฒนาอยู่อันเป็นที่มาของ แบบจำลองผสมระหว่างแบบจำลองทางด้านกายภาพ และแบบจำลองเอ็มไพริคอล คือ แบบจำลอง Morgan, Morgan and Finney (MMF) โดยแบบจำลอง MMF นี้พัฒนาขึ้นเพื่อทำนายการชะล้างพังทลายของดินรายปี ในพื้นที่ลาดเขา สำหรับกลไกการพิจารณาของแบบจำลอง MMF นั้นจะพิจารณาทั้งการแตกกระจายของดิน (Soil detachment) และการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย (Transportation) เมื่อได้ข้อมูลทั้ง 2 ส่วน มาแล้วปัจจัยใดที่มีค่าน้อยกว่าปัจจัยนั้นจะเป็นตัวจำกัดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งเป็นข้อดี ประการหนึ่งของแบบจำลอง MMF และจากปัญหาที่ว่าควรมีการศึกษาถึงระดับความรุนแรงของการชะล้าง พังทลายของดินในประเทศไทยเป็นรายปี เพื่อนำผลการศึกษามาใช้ในการวางแผนทางแก้ไขได้อย่างทันท่วงที นั้น แบบจำลอง MMF จึงเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งถูกนำมาใช้เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของการชะล้าง พังทลายของดินในประเทศไทยเป็นรายปี โดยการผนวกการใช้แบบจำลอง MMF เข้ากับเทคโนโลยีทาง คอมพิวเตอร์ คือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้จะนำข้อมูลที่จำเป็นต่อการประเมินโดย แบบจำลองจัดทำให้อยู่ในรูปข้อมูลของซอฟต์แวร์ (Software) ทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ และอาศัย ความสามารถของโปรแกรมในการประมวลผล ซึ่งสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และสามารถที่จะทำให้ผลการ ประเมินที่ได้แสดงออกมาในรูปของแผนที่ และภาพ 3 มิติ อันง่ายต่อความเข้าใจ และการนำไปใช้ เพื่อประเมิน การชะล้างพังทลายของดินที่ระดับความรุนแรงต่าง ๆ ในประเทศไทย โดยใช้แบบจำลอง MMF และสามารถนำ แนวโน้มของผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ในการป้องกันและบรรเทาปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในปัจจุบันอัน เป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมและเกษตรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย

1. ที่ตั้ง สภาพภูมิประเทศ และการแบ่งเขตภูมิประเทศ

ประเทศไทยมีทำเลตั้งอยู่กลางคาบสมุทรอินโดจีน ปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ทางด้านตะวันตกของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 5 องศา 37 ลิปดา ถึง 20 องศา 27 ลิปดา เหนือ และระหว่างลองจิจูดที่ 97 องศา 21 ลิปดา ถึง 105 องศา 30 ลิปดา ตะวันออก

ทิศเหนือ	ติดต่อกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และราชอาณาจักรกัมพูชา
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์
ทิศใต้	ติดต่อกับประเทศมาเลเซีย

ประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 513,000 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 320,768,467 ไร่ ลักษณะภูมิประเทศของประเทศไทยประกอบด้วยกลุ่มเทือกเขาในบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตก มีที่ราบสูงโคราชอยู่ทางด้านทิศตะวันออกและแอ่งที่ราบเจ้าพระยาในบริเวณภาคกลางซึ่งอยู่เหนืออ่าวไทยกับแหลมทางภาคใต้

สภาพภูมิประเทศส่วนที่เป็นทิวเขาในประเทศไทยนั้น เป็นส่วนที่ต่อเนื่องมาจากทางตอนใต้ของเทือกเขาที่วางตัวในแนวเหนือใต้คลุมพื้นที่สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมาร์ ด้านตะวันตกของประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย ซึ่งเกิดจากอิทธิพลจากการยกตัวของเทือกเขาหิมาลัย ความสูงของทิวเขาดังกล่าวลดระดับไปทางใต้ เปลี่ยนเป็นที่ราบที่มีระดับใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลในบริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเขตที่ราบลุ่มภาคกลางเกิดจากการสะสมของตะกอนดินที่ถูกกัดเซาะ และพัดพามาโดยน้ำจั่นสะสมตัวเป็นที่ราบลุ่ม จากที่ราบลุ่มภาคกลางถัดไปทางตะวันออกพื้นที่มีการยกตัวสูงขึ้นเป็นทิวเขาไม่สูงมากบริเวณชายแดนตะวันออก ระหว่างประเทศไทยกับตอนใต้ของราชอาณาจักรกัมพูชา ภูมิประเทศที่เป็นที่ราบสูงมีพื้นที่ประมาณ 1 ใน 3 ของประเทศ อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ โดยพื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่งโครงสร้างที่กว้างใหญ่อยู่ทางด้านตะวันออกของทิวเขา คือแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร สำหรับทิวเขาในพื้นที่นี้ความสูงและการวางตัวของทิวเขาเกิดจากอิทธิพลการแทรกดันตัวของหินอัคนี

สำหรับการแบ่งเขตภูมิประเทศออกเป็นส่วนนั้น สามารถแบ่งเขตภูมิประเทศของไทยออกเป็น 6 เขตใหญ่ ๆ คือ

- เขตภูเขาและหุบเขาภาคเหนือ
- เขตที่ราบลุ่มภาคกลาง
- เขตที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- เขตชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย
- เขตเทือกเขาและหุบเขาภาคตะวันตก
- เขตคาบสมุทรภาคใต้

2. สภาพภูมิอากาศ การแบ่งเขตภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์

ในการแบ่งเขตภูมิอากาศโลกแบบเคิปปิน (Koeppen) สำหรับประเทศไทย พบว่าเดือนที่หนาวที่สุดของประเทศไทยไม่มีเดือนใดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส แต่เนื่องมาจากมีการกระจายของฝนที่แตกต่างกันไป จึงสามารถแบ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทยออกได้ 3 เขต คือ

- เขตภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้น (Tropical rain forest climate: Af)
ภูมิอากาศแบบนี้ไม่มีเดือนใดเลยที่ปริมาณฝนตกต่ำกว่า 62 มิลลิเมตร จึงมีความชุ่มชื้นและฝนตกตลอดปี พบเพียง 4 จังหวัดคือ นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส
- เขตภูมิอากาศแบบมรสุมร้อน (Tropical monsoon climate: Am)
เป็นภูมิอากาศที่มีฤดูแล้งสั้น ๆ แทรกอยู่อย่างน้อย 1 เดือนที่ปริมาณฝนต่ำกว่า 62 มิลลิเมตร พบอย่างกว้างขวางในบริเวณภาคใต้ และเขตภูเขาที่รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาปะทะภูเขาได้แก่ บริเวณจังหวัดตราด และจันทบุรี
- เขตภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical savanna climate: Aw)
ได้แก่ บริเวณหัวหินขึ้นมาจนถึงภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออก บริเวณดังกล่าวจะมีฤดูฝนสลับฤดูแล้งอย่างละ 6 เดือน

3. สภาพทรัพยากรดิน

3.1 ลักษณะดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทย

- บริเวณที่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงของสองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งมีโคลนตะกอนทับถมกันทุกปี จะมีดินตะกอนที่ยังมีอายุน้อย ลักษณะของดินมักเป็นดินเหนียวยังไม่มีการชะล้างแร่ธาตุในดินมากนัก ดินค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ บางแห่งอาจมีดินเป็นกรดสูงหรือเป็นดินเปรี้ยว ดินบริเวณนี้เหมาะสำหรับการทำนา
- บริเวณที่เป็นที่ราบลุ่มต่ำมาก มีน้ำท่วมขัง และมีซากของพืชที่ทับถมกันเป็นชั้นหนา จะมีดินที่มีอินทรีย์วัตถุปะปนอยู่มาก ใช้ประโยชน์ได้น้อย เช่น บริเวณชายฝั่งจังหวัดนราธิวาส บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์
- บริเวณที่เป็นชายฝั่งทะเล มีเนินทราย หรือหาดทรายจะมีดินเป็นทรายจัด ดินชนิดนี้จะมี ความอุดมสมบูรณ์มาก ใช้เพาะปลูกไม่ได้ เช่น ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดสงขลา
- บริเวณลานตะพักลำน้ำ จะอยู่ห่างจากสองฝั่งของแม่น้ำออกไป ดินถูกชะล้างแร่ธาตุจึงลด ความอุดมสมบูรณ์ลงมักเป็นดินเหนียว บริเวณนี้ถ้ามีอายุมากขึ้น ความอุดมสมบูรณ์ก็ลดลงตามลำดับ
- บริเวณภูเขาที่ไม่สูงชันมาก จะมีป่าไม้ปกคลุมตามธรรมชาติ ดินจะมีสภาพค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ มีอินทรีย์วัตถุในดินมาก ถ้านำดินในภูมิประเทศนี้มาใช้ในการเพาะปลูก จะลดความอุดมสมบูรณ์ลงอย่างมากเพราะมีการชะล้าง และพังทลายสูงเมื่อไม่มีพืชปกคลุมดิน
- บริเวณที่มีดินประเภทต่าง เช่น หินปูน ปูนมาร์ล หินบะซอลต์ เมื่อสลายเกิดเป็นดินจะให้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น สระบุรี ลพบุรี กาญจนบุรี เหมาะในการปลูกพืชไร่ ส่วนหินประเภทกรด ได้แก่ หินทราย หินแกรนิต

3.2 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรดิน

- ความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติต่ำ
เนื่องจากวัตถุดิบกำเนิดดินมีแร่ธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบต่ำ ประกอบกับประเทศไทยอยู่ในเขตที่มีฝนตกชุก แร่ธาตุต่าง ๆ เปลี่ยนสภาพและถูกชะล้างไปกับน้ำได้รวดเร็ว อีกทั้งพื้นที่ที่ทำการเกษตรกรรมถูกใช้มาเป็นเวลาช้านานโดยไม่มีการบำรุงดูแลรักษา
- ดินมีปัญหาพิเศษ ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ทำการศึกษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนพื้นที่ของดินที่มีปัญหาในประเทศไทย

ดินที่มีปัญหา	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
1. ดินเค็ม (Salt affected soils)	21,718,774
1.1 ดินเค็มชายทะเล (Coastal saline soils)	3,611,567
1.1.1 ดินเค็มชายทะเลที่มีความเปรี้ยวแฝง (Coastal saline soils, Potentially acid)	2,885,081
1.1.2 ดินเค็มชายทะเลที่ไม่มีความเปรี้ยวแฝง (Coastal saline soils, Non-potentially acid)	726,486
1.2 ดินเค็มนอกพื้นที่ชายทะเล (Inland saline หรือ Sodic soils)	18,107,207
1.2.1 ดินเค็มมาก	1,771,223
1.2.2 ดินเค็มปานกลาง	3,690,249
1.2.3 ดินเค็มน้อย	12,645,735
2. ดินทรายจัด (Sandy soils)	7,127,085
2.1 ดินทรายจัดที่ไม่มีชั้นดานอินทรีย์	6,613,157
2.2 ดินทรายจัดที่มีชั้นดานอินทรีย์	513,928
3. ดินเปรี้ยวจัด (Acid sulphate soils)	5,326,786
4. ดินอินทรีย์ (Organic soils)	505,184
5. ดินตื้น (Shallow soils)	51,291,143
5.1 ดินปนลูกรังและดินปนกรวด	31,796,205
5.2 ดินปนเศษหิน	17,327,596
5.3 ดินปนปูนมาร์ล	2,167,342
6. ดินบนพื้นที่ภูเขา (Slope complex soils)	96,158,205
ผลรวมดินที่มีปัญหาทั้งหมด	182,127,177

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2527)

- สภาพภูมิอากาศไม่อำนวย

เนื่องจากการเพาะปลูกส่วนใหญ่ในประเทศเรายังอาศัยน้ำฝนธรรมชาติเป็นหลัก (Rain fed cultivation) ช่วงการกระจายของฝนไม่สม่ำเสมอทำให้พืชผลที่ปลูกได้รับผลกระทบกระเทือน หรือเสียหายเนื่องจากฝนตกมากเกินไป หรือฝนทิ้งช่วงทำให้พืชขาดแคลนน้ำได้

- การชะล้างพังทลายของดิน

ทำให้ดินเสื่อมโทรมรุนแรงที่สุดและเป็นปัญหาที่สำคัญที่จะต้องแก้ไขเพื่อรักษาคุณภาพของดินให้เหมาะสมและให้ใช้ประโยชน์ได้เป็นเวลานาน ๆ การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ที่ต้องการการดูแล ป้องกันและรักษาไว้มีจำนวนมากถึง 134.54 ล้านไร่ หรือเท่ากับ 41.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย

4. สภาพทรัพยากรป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

4.1 สภาพทรัพยากรป่าไม้

การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าอย่างต่อเนื่องในช่วงสี่ทศวรรษที่ผ่านมาทำให้ประเทศไทยสูญเสียพื้นที่ป่าไปแล้วประมาณ 67 ล้านไร่ หรือเฉลี่ยประมาณ 1.6 ล้านไร่ต่อปี กล่าวคือ ปี 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าอยู่ถึง 53.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ หรือประมาณ 171.00 ล้านไร่ และลดลงมาโดยตลอดจนในปี 2532 ประเทศไทยเหลือพื้นที่ป่าเพียง 27.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด หรือประมาณ 90.00 ล้านไร่ รัฐบาลในอดีตได้พยายามจะรักษาพื้นที่ป่าโดยประกาศยกเลิกสัมปทานการทำไม้ในป่าบกทั้งหมด ในปี 2532 แต่หลังจากยกเลิกสัมปทานป่าไม้ สถานการณ์ดีขึ้นในระยะแรกเท่านั้น ต่อมาการทำลายก็ยังคงเกิดขึ้นไม่แตกต่างจากสถานการณ์ก่อนยกเลิกสัมปทานป่าไม้เท่าใดนัก โดยพื้นที่ป่าที่ถูกบุกรุกก่อนการยกเลิกสัมปทาน (ปี 2525 - 2532) เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 1.20 ล้านไร่ และพื้นที่ป่าที่ถูกบุกรุกหลังการยกเลิกสัมปทาน (ปี 2532 - 2541) เฉลี่ย 1.10 ล้านไร่ต่อปี

ตารางที่ 2 พื้นที่ป่าก่อนและหลังการยกเลิกสัมปทานป่าไม้

รายการ	พื้นที่ป่า (ล้านไร่)	พื้นที่ถูกทำลายเฉลี่ยต่อปี (ล้านไร่)
ปี 2504	171.00	-
ปี 2525	97.80	3.50
ปี 2532 (ประกาศยกเลิกสัมปทานป่าไม้)	89.60	1.20
ปี 2541	81.10	1.10

ที่มา: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2548)

ภาคกลางมีพื้นที่ป่าไม้ รวมทั้งหมด 2,663.97 ตารางกิโลเมตร (8.84 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาคกลาง) และจังหวัดลพบุรีเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 1,095.76 ตารางกิโลเมตร (17.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด) แต่เมื่อเทียบต่อพื้นที่จังหวัด พบว่าจังหวัดสระบุรีมีพื้นที่ป่าไม้ต่อพื้นที่จังหวัดมากที่สุด คือ 22.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด ภาคตะวันออก มีพื้นที่ป่าไม้ รวมทั้งหมด 8,033.40 ตารางกิโลเมตร (22.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคตะวันออก) และจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 2,138.41 ตารางกิโลเมตร (33.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด) ภาคตะวันตก มีพื้นที่ป่าไม้ รวมทั้งหมด 19,563.60 ตารางกิโลเมตร (52.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคตะวันตก) และจังหวัดกาญจนบุรีเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 12,285.07 ตารางกิโลเมตร (63.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด) ภาคเหนือ มีพื้นที่ป่าไม้ รวมทั้งหมด 95,074.74 ตารางกิโลเมตร (56.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคเหนือ) และจังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 16,609.48 ตารางกิโลเมตร (82.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด) แต่เมื่อเทียบต่อพื้นที่จังหวัด พบว่าจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีพื้นที่ป่าไม้ต่อพื้นที่จังหวัดมากที่สุด คือ 88.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ป่าไม้ รวมทั้งหมด 27,555.54 ตารางกิโลเมตร (16.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และจังหวัดเลยเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด 3,926.48 ตารางกิโลเมตร (34.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่จังหวัด)

4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

- การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคกลาง

เมื่อพิจารณาถึงการใช้น้ำประปาในเขตภาคกลาง พบว่าพื้นที่ทางการเกษตรลดลงอย่างเห็นได้ชัด และการลดลงนี้ มีความสอดคล้องกับการลดลงของพื้นที่เพาะปลูกข้าว ซึ่งลดลงเกือบ 5 ล้านไร่ ขณะที่ภาพรวมของ ประเทศไทยมีพื้นที่เกษตรกรรมคงที่ แต่พื้นที่เพาะปลูกข้าวมีการลดลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่หากพิจารณาพืชหลัก ที่สำคัญ เช่น พืชไร่อื่น ๆ ก็ลดลง เช่นเดียวกัน มีเพียงการปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นเท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

- การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคเหนือ

ในเขตภาคเหนือมีภูมิศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นที่สูง หรือภูเขา ทำให้พื้นที่ป่าจึงเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ในเขตภูมิภาคนั้น โดยในเขตที่ราบบางส่วนสามารถทำการเพาะปลูกได้ แต่พื้นที่เกษตรในภาคเหนือมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับการลดลงของที่ทำนา เมื่อพิจารณาพืชหลักชนิดอื่นประกอบพบว่า พืชไร่ชนิดอื่นมีแนวโน้มลดลงและในขณะที่มีการหันมาปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นประมาณ 2 ล้านไร่

- การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ป่าไม่ถึง 1 ใน 3 ของพื้นที่ทำการเกษตร และราวสองในสามของพื้นที่ทำการเกษตรถูกใช้ในการผลิตข้าวเป็นหลัก และแนวโน้มของการใช้น้ำประปาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างคงที่ พื้นที่ทำนามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเช่นกัน แตกต่างจากภูมิภาคอื่น ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังคงมีการเพาะปลูกข้าวเป็นหลัก โดยตลอด 20 ปีที่ผ่านมา มีการใช้พื้นที่ราว 37.5 ล้านไร่ในการผลิตข้าวป้อนสู่ตลาด มากกว่าการปลูกพืชไร่ชนิดอื่นมากถึงสองเท่าตัว นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตอย่างหนึ่งคือ การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้นที่อดีตมีน้อยมากแต่มีแนวโน้มการปลูกเพิ่มมากขึ้นเกือบ 5 ล้านไร่ตลอด 20 ปีที่ผ่านมา

- การใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคใต้

ภาคใต้ของประเทศไทยเกษตรกรรมส่วนใหญ่นิยมปลูกไม้ยืนต้นเป็นหลัก เช่น ไม้ยางพารา แต่ก็มีมีการนิยมปลูกไม้ผลด้วยเช่นกัน อาทิ พุริณ มังคุด เงาะ และ ลองกอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปาล์มน้ำมันสำหรับการปลูกข้าวหรือทำนามี เพียงเล็กน้อย ราว 1 ใน 3 ของพื้นที่เกษตรในปี 2529 และมีแนวโน้มของสัดส่วนนี้จะลดลงเหลือเพียง 1 ใน 7 ในปี 2549 ซึ่งการปลูกข้าวของภาคใต้มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดอีก ภูมิภาคหนึ่ง แต่การลดลงดังกล่าวสวนทางกับการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ทำการเกษตรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นราว 5.00 ล้านไร่จากเดิมที่มีอยู่ประมาณ 15 ล้านไร่ ในปี 2529 เป็นเกือบ 20 ล้านไร่ในปี 2549 ซึ่งตลอด 20 ปีที่ผ่านมา ภาคใต้ไม่นิยมปลูกพืชไร่และมีแนวโน้มปลูกพืชไร่และทำนาลดลงเช่นเดียวกัน

- การเปรียบเทียบการใช้น้ำประปาที่ดินบางประเภทของประเทศไทยปี 2523, 2529 และ

2541

จากข้อเท็จจริงที่ว่ามีการใช้น้ำประปานั้นไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำประปาที่ดินของประเทศไทย โดยการแปลภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม และการตรวจสอบในสนาม ในปี 2523, 2529 และ 2541 พบว่าในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ลดลง พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น รวมทั้งพื้นที่ชุมชนที่เพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่าตัวจากปี 2523 อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าตั้งแต่ปี 2529 เป็นต้นมา พื้นที่นาได้ลดลงประมาณ 3.5 ล้านไร่ ขณะเดียวกันพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เพิ่มขึ้นประมาณ 1 ล้านไร่

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประเภทของประเทศไทยปี 2523, 2529 และ 2541

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ในแต่ละปี (ไร่)		
	2523 ¹⁾	2529 ²⁾	2541 ³⁾
พื้นที่เกษตรกรรม	147,102,887	167,138,540	174,858,853
นาข้าว	83,721,093	83,471,030	79,940,845
พืชไร่	48,462,508	59,510,570	50,634,155
ไม้ยืนต้นทั้งหมด	14,608,433	23,304,280	25,937,599
พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	448,891 ⁴⁾	511,080	1,413,600
พื้นที่ป่าไม้	n.a. ⁵⁾	110,808,720	105,507,602
พื้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์	32,129,439	36,451,780	29,896,970 ⁶⁾
พื้นที่ชุมชน	1,444,810	1,586,750	4,663,923
พื้นที่น้ำ	2,431,074	2,480,390	3,508,125

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2542)

หมายเหตุ: 1) - 3) แปลจากภาพถ่ายเทียมมาตราส่วน 1 : 500,000

4) รวมนาเกลืออยู่ด้วย

5) ไม่ได้จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้โดยเฉพาะ แต่รวมอยู่ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีพื้นที่ทุกประเภทรวม 134,523,887 ไร่

6) เป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติที่มีที่ดินที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์รวมอยู่ด้วย

ตารางที่ 4 ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมของประเทศ

ประเภทของความเหมาะสมของที่ดิน เพื่อการเกษตรกรรม	พื้นที่ (ไร่)					
	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออก	ภาคใต้	รวม
1. พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพืชไร่ทั่ว ๆ ไป	20,036,318	30,894,340	11,485,471	5,308,758	160,642	67,863,529
2. พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำนา	16,434,526	40,520,843	14,873,477	5,583,579	7,057,075	84,469,300
3. พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับไม้ยืนต้นใน เขตฝนตกชุก	-	-	702,428	960,385	14,696,933	16,359,806
4. พื้นที่ที่โดยทั่ว ๆ ไปไม่เหมาะสม สำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ แต่ อาจนำมาใช้ได้สำหรับการปลูกพืช บางอย่างได้ ถ้ามีมาตรการที่เหมาะสม แต่โดยทั่ว ๆ ไปแนะนำให้ใช้ทำทุ่งหญ้า เลี้ยงสัตว์หรือสงวนไว้เป็นป่า ถ้า จำเป็นต้องนำมาใช้ปลูกพืชควรมีการ สำรวจอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่งเพื่อกัน พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมออกมา	14,724,446	21,250,255	3,355,121	5,565,188	4,933,812	49,828,820
5. พื้นที่ที่ดินไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ในการกสิกรรมต้องสงวนไว้เป็นป่า เพื่อ รักษาต้นน้ำลำธาร หรือคงไว้ ซึ่งระบบ นิเวศที่เหมาะสม	54,241,443	12,092,402	12,647,168	3,988,102	18,707,570	99,876,685
6. พื้นที่น้ำ	590,947	796,323	156,838	83,802	640,300	2,478,810
รวม	106,027,680	105,533,963	43,450,503	21,487,714	44,196,332	320,696,950

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2527)

กรมพัฒนาที่ดินได้ดำเนินการสำรวจ การใช้ประโยชน์ที่ดินระดับประเทศเมื่อปี 2542 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-TM มาตราส่วน 1 : 500,000 ซึ่งใช้ภาพในปี 2541 ผลการสำรวจพบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่ดินดังนี้

พื้นที่เกษตรกรรม	174,858,853 ไร่
พื้นที่ป่าไม้	105,507,602 ไร่
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	32,158.383 ไร่
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	4,663,923 ไร่
พื้นที่น้ำ	3,508,125 ไร่

ตารางที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย ปี 2541

สัญลักษณ์	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่		เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ
		ตารางกิโลเมตร	ไร่	
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	7,462.28	4,663,923	1.45
	พื้นที่เกษตรกรรม	279,774.16	174,858,853	54.5
A1	นาข้าว	127,905.35	79,940,845	24.9
A2	พืชไร่	81,014.65	50,634,155	15.8
A3	ไม้ยืนต้น	41,500.16	25,937,599	8.09
A4	ไม้ผล	12,736.21	7,960,132	2.48
A5	พืชสวน	116.05	72,531	0.02
A6	ไร่มวนเวียน	14,153.36	8,845,852	2.76
A7	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	86.62	54,139	0.02
A9	สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	2,261.16	1,413,600	0.44
	พื้นที่ป่าไม้	168,812.16	105,507,602	32.9
F1	ป่าไม้ผลัดใบ	85,393.96	583,371,227	16.6
F105	ป่าพุ่ม	387.28	242,052	0.08
F106	ป่าชายเลน	1,653.06	1,033,165	0.32
F2	ป่าผลัดใบ	80,565.25	50,353,280	15.7
F3	สวนป่า	812.61	507,878	0.16
W	พื้นที่น้ำ	5,613.00	3,508,189	1.09
	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	51,453.41	32,158,383	10.0
M1	ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	47,835.15	29,896,970	9.32
M2	พื้นที่ลุ่ม	2,783.23	1,739,521	0.54
M3	เหมืองแร่ บ่อขุด	599.68	374,800	0.11
M4	นาเกลือ หาดทราย	235.34	147,092	0.05
	พื้นที่รวม	513,115.02	320,696,950	100

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2542)

- หมายเหตุ: 1. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจัดทำแผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดินระดับลุ่มน้ำและระดับจังหวัดปีล่าสุด และวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-TM มาตราส่วน 1 : 500,000 บันทึกข้อมูลปี 2541
2. พื้นที่ป่าไมรรวมทั้งพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมด้วย
3. พื้นที่สวนป่ารวมอยู่ในพื้นที่บางส่วนของไม้ยืนต้นด้วย
4. ไร่มวนเวียนเป็นการเพาะปลูกพืชอายุสั้นบนพื้นที่ลาดชันการปลูกพืชจะย้ายหมุนเวียนพื้นที่เพาะปลูกให้ดินพักตัวและมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมในการปลูกพืช
5. หุ่นภูมิธรรมชาติ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือพื้นที่เคยถูกใช้ทำประโยชน์มาก่อนมีสภาพเป็นหุ่นภูมิสลับไม้พุ่มหรือมีไผ่ขึ้น
6. พื้นที่ลุ่มเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช้ประโยชน์มีสภาพเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขังมีหญ้าหรือวัชพืชน้ำขึ้นปกคลุม

5. สภาพทรัพยากรน้ำ

5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

- ภาคเหนือ มีภูมิประเทศเป็นทิวเขาสลับกับที่ราบหุบเขา จึงมีบริเวณต้นน้ำลำธาร และมีแม่น้ำไหลผ่าน ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน แม่น้ำอิง แม่น้ำกก กว๊านพะเยาในจังหวัดพะเยา
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่กว้างขวางและไม่มีทิวเขากั้น จึงมีแม่น้ำน้อย ได้แก่ แม่น้ำชี แม่น้ำมูล แม่น้ำลำพระเพลิง แม่น้ำลำตะคอง แม่น้ำลำปายมาศ แม่น้ำลำเซ แม่น้ำลำโดมน้อย ลำปาว นอกจากนี้มีบึงน้ำจืดหลายแห่ง ได้แก่ หนองหาน จังหวัดสกลนคร หนองหานกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี และหนองญาติ จังหวัดนครพนม
- ภาคกลาง เป็นแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดของประเทศ เพราะมีทั้งแหล่งน้ำบนผิวดินและใต้ดิน น้ำบนผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำสายต่าง ๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำสะแกกรัง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำป่าสัก นอกจากนี้มีบึงน้ำจืดหลายแห่ง ได้แก่ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ บึงสีไฟ จังหวัดพิจิตร บึงสรรพยา จังหวัดชัยนาท และทะเลแกว จังหวัดพิษณุโลก
- ภาคตะวันตก มีแม่น้ำไม่มากนัก ได้แก่ แม่น้ำแควน้อยและแม่น้ำแควใหญ่ ซึ่งไหลไปรวมกันเป็นแม่น้ำแม่กลอง นอกจากนี้มีแม่น้ำเมย แม่น้ำเพชรบุรี และแม่น้ำปราณบุรี
- ภาคตะวันออก มีแม่น้ำสายสั้น ๆ ได้แก่ แม่น้ำประแส แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำตราด และแม่น้ำระยอง

- ภาคใต้ มีแม่น้ำสายสั้น ๆ ได้แก่ แม่น้ำตานี แม่น้ำปากจั่น แม่น้ำตรัง แม่น้ำหลังสวน แม่น้ำปัตตานี แม่น้ำคีรีรัฐ แม่น้ำชุมพร และแม่น้ำสายบุรี

น้ำต้นทุนประกอบด้วย 25 ลุ่มน้ำหลัก มีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งประเทศปีละ 1,425 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรวมปีละ 199,277 ล้านลูกบาศก์เมตร ปัจจุบัน (ปี 2553) มีแหล่งเก็บกักน้ำท่า ความจุรวม 76,599 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือประมาณ 38.0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำท่าทั้งหมด โดยเป็นแหล่งเก็บกักขนาดใหญ่ (ความจุมากกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร) ประมาณ 90.0 เปอร์เซ็นต์ของความจุรวมทั้งหมด มีปริมาณน้ำใช้งานได้สูงสุดรวม 56,000 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่มีปริมาณน้ำไหลเข้าแหล่งเก็บกักน้ำเฉลี่ยปีละ 49,000 ล้านลูกบาศก์เมตร

ความต้องการใช้น้ำทุกภาคส่วน (ปี 2552) มีปริมาณปีละ 162,151 ล้านลูกบาศก์เมตรเป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรสูงถึง 106,169 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือ 65.0 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำทั้งหมด ในจำนวนนี้อยู่ในเขตที่มีแหล่งเก็บกักน้ำและระบบชลประทานอยู่แล้ว 45,054 ล้านลูกบาศก์เมตรที่เหลืออีก 61,116 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรที่อยู่นอกเขตชลประทาน ซึ่งอาศัย

น้ำฝนเป็นหลักกรองลงไปเป็นการใช้น้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ 18.0 เปอร์เซ็นต์ การอุปโภคบริโภค 15.0 เปอร์เซ็นต์ การอุตสาหกรรม 1.60 เปอร์เซ็นต์ และการปศุสัตว์ 0.40 เปอร์เซ็นต์

ความสมดุลน้ำในเขตเกษตรชลประทานปัจจุบัน มีแหล่งเก็บกักน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล มีปริมาตรรวมทั้งประเทศใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน ซึ่งประกอบด้วยน้ำเพื่อการเกษตร อุปโภคบริโภคอุตสาหกรรมและการปศุสัตว์ แต่ในบางปีมีปริมาณน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่าปริมาณน้ำที่ต้องการปีละมากกว่า 20,000 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเห็นได้ว่าแม้ปริมาณน้ำที่ต้องการส่วนหนึ่งได้มาจากน้ำท่าตามธรรมชาติและน้ำบาดาล แต่การใช้น้ำภาคการเกษตรในเขตพื้นที่ชลประทานซึ่งเป็นผู้ใช้น้ำรายใหญ่มักจะได้รับผลกระทบ โดยถูกปรับลดพื้นที่การปลูกพืชฤดูแล้งลง เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำในภาคส่วนอื่น ทำให้บางปีที่เกิดภาวะฝนทิ้งช่วงและมีการปลูกพืชฤดูแล้งมากกว่าแผนที่กำหนดก็จะเกิดการขาดแคลนน้ำ สำหรับพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทานเป็นการใช้น้ำฝนหรือการสูบน้ำจากน้ำบาดาล ความเสี่ยงจึงขึ้นกับความไม่แน่นอนของปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี

ในส่วนของการใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศน์ ซึ่งเป็นปริมาณมากเช่นกัน ส่วนหนึ่งได้จากปริมาณน้ำท่าซึ่งเกิดจากฝนที่ตกทำให้อ่างเก็บน้ำ และส่วนหนึ่งก็เป็นน้ำที่ระบายมาจากอ่างเก็บน้ำเพื่อส่งให้ภาคส่วนต่าง ๆ อยู่แล้ว ทำให้ความต้องการน้ำในส่วนนี้มีปัญหาไม่มากนัก เว้นแต่บางช่วงที่มีปัญหาน้ำทะเลหนุนสูง หรือน้ำเสียซึ่งจำเป็นต้องใช้น้ำจากทางตอนบนของกลุ่มน้ำมาผลักดันหรือเจือจาง

ความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ ลักษณะทางอุทกวิทยา ความจุเก็บกักและความต้องการน้ำเป็นรายภาค สรุปได้ดังนี้

- ภาคเหนือ ประกอบด้วย 7 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำสาละวิน กลุ่มน้ำกก กลุ่มน้ำปิง กลุ่มน้ำวัง กลุ่มน้ำยม กลุ่มน้ำน่านและกลุ่มน้ำโขง (เหนือ) ปริมาณน้ำท่ารวมปีละ 43,425 ล้านลูกบาศก์เมตร มีแหล่งเก็บกักน้ำความจุได้สูงถึง 59.0 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำท่ารายปี ซึ่งน้อยกว่าความต้องการโดยรวมของภาค แต่อย่างไรก็ตาม แหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ของภาคเหนือ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำภูมิพลและอ่างเก็บน้ำสิริกิติ์ เป็นแหล่งเก็บกักน้ำหลัก ที่มีปริมาณน้ำใช้ประโยชน์ได้มากกว่าความต้องการน้ำในพื้นที่เกษตรชลประทานของภาคเหนือบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ ถึง 2 เท่า จึงเป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำคัญที่สามารถโยกน้ำให้กับพื้นที่ในภาคกลางกลุ่มเจ้าพระยาได้

- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 3 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำโขง (อีสาน) กลุ่มน้ำชี และกลุ่มน้ำมูล มีปริมาณน้ำท่ารวมปีละ 49,040 ล้านลูกบาศก์เมตร มีแหล่งเก็บกักน้ำความจุเพียง 23.0 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย มีพื้นที่ชลประทานเพียง 12.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตรเท่านั้น โดยพื้นที่การเกษตรมากกว่า 60 ล้านไร่ หรือเกือบ 90.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของภาค ต้องทำการเกษตรที่ขึ้นกับปริมาณน้ำฝนเป็นหลัก

- ภาคกลาง ประกอบด้วย 9 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำเจ้าพระยา กลุ่มน้ำสะแกกรัง กลุ่มน้ำป่าสัก กลุ่มน้ำท่าจีน กลุ่มน้ำปราจีนบุรี กลุ่มน้ำบางปะกง กลุ่มน้ำโตน ทะเลสาบชายฝั่งทะเลตะวันออก และกลุ่มน้ำแม่กลอง มีปริมาณน้ำท่า รวมน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ คือ ปีละ 35,487 ล้านลูกบาศก์เมตร มีความจุแหล่งเก็บกักน้ำ 87.0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำท่ารายปี ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่กลุ่มน้ำแม่กลอง ภาคกลางมีความต้องการน้ำสูงถึงปีละ 44,172 ล้านลูกบาศก์เมตร สูงกว่าปริมาณน้ำท่า 1.25 เท่าจึงต้องพึ่งพาน้ำท่าจากภาคเหนือ (ส่วนใหญ่จากกลุ่มน้ำปิง และกลุ่มน้ำน่าน) โดยเฉพาะพื้นที่กลุ่มเจ้าพระยาใหญ่

- ภาคใต้ ประกอบด้วย 7 กลุ่มน้ำ คือ กลุ่มน้ำเพชรบุรี ชายฝั่งทะเลตะวันตก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันตกตาปี ทะเลสาบสงขลา และกลุ่มน้ำปัตตานี มีปริมาณน้ำท่ารวมรายปีสูงที่สุด

เมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ คือ ปีละ 71,325 ล้านลูกบาศก์เมตร มีความจุแหล่งเก็บกักน้ำ มากกว่าความต้องการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทานจึงไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำ

พื้นที่ชลประทาน ปัจจุบัน (ปี 2553) มีพื้นที่ชลประทาน 28.36 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 21.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่การเกษตรถือครอง ซึ่งเป็นข้อมูล ณ ปี 2546 พบว่าประเทศอินเดียมีพื้นที่ชลประทานมากที่สุด จำนวน 348.80 ล้านไร่ รองลงมาคือประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จำนวน 341.20 ล้านไร่ ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นอันดับ 3 จำนวน 139.90 ล้านไร่ ส่วนประเทศไทย มีการพัฒนาพื้นที่ชลประทานเป็นอันดับ 8 ของโลก จำนวน 31.10 ล้านไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แล้วประเทศไทยมีการพัฒนาพื้นที่ชลประทานมากเป็นอันดับ 1 ในภูมิภาค

เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนพื้นที่ชลประทานต่อประชากรพบว่าความแตกต่างที่ชัดเจน นั้นคือประเทศอินเดียถึงแม้จะมีพื้นที่ชลประทานมากที่สุดในโลก แต่พื้นที่ชลประทานต่อจำนวนประชากรเท่ากับ 0.32 ไร่ต่อคน อยู่อันดับที่ 43 และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีพื้นที่ชลประทานต่อจำนวนประชากรเท่ากับ 0.26 ไร่ต่อคน เป็นอันดับที่ 53 สำหรับประเทศไทยอัตราส่วนพื้นที่ชลประทานต่อจำนวนประชากรเท่ากับ 0.49 ไร่ต่อคน อยู่อันดับที่ 24 สำหรับประเทศที่ครองอันดับหนึ่งสำหรับพื้นที่ชลประทานต่อจำนวนประชากร คือ ประเทศเติร์กเมนิสถาน มีอัตราส่วนพื้นที่ชลประทานต่อจำนวนประชากร เท่ากับ 2.39 ไร่ต่อคน โดยมีพื้นที่ชลประทาน จำนวน 11.25 ล้านไร่ และจากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าการพัฒนาพื้นที่ชลประทานต่อจำนวนประชากร แม้แต่ในประเทศเกษตรกรรม ยังอยู่ในอัตราส่วนที่ค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ยังมีการพัฒนาพื้นที่ชลประทานอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของประชากรในแต่ละประเทศ อาจมีผลต่อข้อมูลในปัจจุบัน

5.2 สถานภาพการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำ

การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลาง เริ่มเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 - 3 (ปี 2505 - 2519) ในพื้นที่ภาคเหนือ และพื้นที่ภาคกลาง (รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตก) ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 และ 5 (ปี 2520 - 2529) ในขณะที่ในพื้นที่ภาคใต้มีการพัฒนามากในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (ปี 2530 - 2534) การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดเล็ก เริ่มต้นในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 - 5 (ปี 2520 - 2529) ส่วนใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (ปี 2530 - 2534) เริ่มมีการใช้รูปแบบการพัฒนาแหล่งน้ำเป็นระบบลุ่มน้ำ แต่ยังคงให้ความสำคัญการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กและการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบชลประทานและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 - 10 (ปี 2535 - 2554) โดยทำการพัฒนากระจายทั่วพื้นที่ของประเทศ ต่อมาพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี 2535 เริ่มบังคับใช้ ประกอบกับการพัฒนาแหล่งน้ำทำได้ยากขึ้น เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านภูมิประเทศ และต้องใช้เวลาในการศึกษา สำรวจ รวมถึงการทำความเข้าใจกับประชาชนที่ได้รับผลกระทบในพื้นที่มากขึ้น จึงเน้นการบริหารจัดการน้ำที่เป็นระบบลุ่มน้ำ โดยให้ความสำคัญของผลกระทบสิ่งแวดล้อม การมีส่วนร่วมของประชาชน การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นโดยเพิ่มขีดความสามารถการเก็บกักแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิม พื้นฟูแหล่งน้ำธรรมชาติ และพัฒนาโครงการข่ายเชื่อมโยง (กรมชลประทาน, 2553)

บทที่ 3 การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งอาจเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำให้วัตถุธาตุหรือสารแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนที่บริเวณอีกแห่งหนึ่ง (นิพนธ์, 2545)

1. การชะล้างพังทลายของดินในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก

สาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินถูกชะล้างพังทลาย คือ ฝนและลม ซึ่งผลกระทบจากปัจจัยทั้งสองต่อการชะล้างพังทลายของดินนี้ จะแตกต่างกันไปตามสภาพทางภูมิศาสตร์ของโลก กล่าวคือ ด้วยปริมาณและคุณภาพของฝนและลม และสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละภูมิภาค จะทำให้ความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินแตกต่างกัน เช่น ในเขตที่มีฝนตกน้อยเกินไปหรือเขตที่มีฝนตกมากเกินไป การชะล้างพังทลายของดินมักไม่ค่อยรุนแรงนัก สำหรับประเทศไทยนั้น จะเน้นไปที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับอัตราการชะล้างพังทลายของดินเป็นหลัก

พื้นที่ใดก็ตามที่มีฝนตกน้อย อัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำจะมีน้อย เนื่องจากขาดแรงตกกระทบจนทำให้อนุภาคดินแตกแยกหรือมีก็น้อย ในขณะที่เดียวกันก็จะขาดพลังน้ำจากน้ำไหลบ่าหน้าดินด้วย และอัตราการชะล้างพังทลายของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีปริมาณฝนที่ตกมีมากขึ้น แต่เมื่อพื้นที่ใดมีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป อัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำก็จะเริ่มลดลง ทั้งนี้เพราะปริมาณฝนในปริมาณดังกล่าวจะเป็นปัจจัยที่ทำให้พืชพรรณและป่าไม้หนาแน่นมากขึ้น และปกคลุมหน้าดินได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำ จะเกิดขึ้นได้มากที่สุดในบริเวณที่มีปริมาณฝนตกปานกลาง ซึ่งพืชพรรณไม่หนาแน่นมากนัก อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกมากนั้น ถ้าหากพืชพรรณหรือป่าไม้ที่ปกคลุมถูกทำลายหรือเปลี่ยนสภาพไป ศักยภาพในการชะล้างพังทลายของดินก็จะสูงมากขึ้นทันที ซึ่งความเป็นจริงเช่นนี้สามารถสังเกตได้จากลักษณะการตกของฝนและพลังชะล้างพังทลายของน้ำฝนในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก

2. ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่ออัตราการชะล้างพังทลายของดิน เมื่อพิจารณาตามกระบวนการที่กล่าวโดยรายละเอียดในตอนต้นนั้น สรุปได้ดังนี้

อิทธิพลของลมฟ้าอากาศ

- อิทธิพลของฝน

ปัจจัยอันสำคัญที่สุดในบรรดาปัจจัยเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดินก็คือ ฝน ทั้งนี้เพราะแรงตกกระทบของเม็ดฝนนับเป็นพลังงานอันแรกที่ทำให้ดินเกิดการแตกแยกออกจากกัน แรงตกกระทบดังกล่าวยังเป็นตัวการต่อเนื่องที่ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการเคลื่อนย้ายอนุภาคดินด้วย

ลักษณะอื่น ๆ ของฝนที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทลายของดิน คือ ลักษณะการกระจายของฝน (Distribution) ปริมาณการชะล้างพังทลายจะเกิดขึ้นได้สูงสุดเมื่อฝนตกหนัก และหน้าดินว่างเปล่าปราศจากสิ่งปกคลุม หรือในช่วงที่พืชพรรณเพิ่งเริ่มงอกหรือเพิ่งเริ่มตั้งตัวได้

- อิทธิพลของการเปลี่ยนอุณหภูมิ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิระหว่างกลางวันและกลางคืน หรือระหว่างฤดูกาลนั้น มีผลต่อการปรับตัวของโครงสร้างดิน ทำให้การจับตัวกันของอนุภาคดินมีแรงยึดกันน้อยลง

อิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ

- ความลาดเทของพื้นที่

ความลาดเทของพื้นที่นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน โดยทั่วไปแล้วเมื่อความลาดเทมากขึ้นอัตราการชะล้างพังทลายของดินจะมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะพื้นที่ลาดชันนั้นมักทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก เพราะดินมีโอกาสเก็บกักน้ำฝนที่ตกลงมาได้น้อย ทำให้มีการไหลบ่าหน้าดินรวดเร็วและรุนแรง

บนพื้นที่ที่มีความลาดเทมากนั้น เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดได้รวดเร็วพลังน้ำจะกัดกร่อนและพัดพาดินที่ถูกชะล้างลงสู่ที่ต่ำได้มาก อย่างไรก็ตามความลาดชันจะมีผลเพียงเล็กน้อยในขณะที่ฝนตกแผ่วเบา และนานจนกระทั่งน้ำไหลบ่าหน้าดินมีอัตราไหลคงที่ แต่จะมีอิทธิพลรุนแรงมากถ้าฝนตกในช่วงเวลาสั้น ๆ

- ความยาวของแนวความลาดเท

จากการศึกษาพบว่าปริมาณของดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความยาวของความลาดเทมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากอัตราการไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้นไปตามความยาวของความลาดเทที่ยาวมากขึ้นนั่นเอง อย่างไรก็ตามบนพื้นที่ลาดชัน การกัดกร่อนผิวหน้าดินมักจะไม่สามารถเห็นบนบริเวณสันเขา และส่วนที่เป็นเชิงลาดลงมา ในกรณีที่ฝนตกสม่ำเสมอทั่วทั้งลาดเขา แต่จะเห็นการชะล้างพังทลายของดินอย่างชัดเจนบริเวณที่ต่ำลงมา ตรงจุดที่ที่น้ำไหลบ่าหน้าดินเริ่มมีพลังกัดเซาะสูงกว่าแรงต้านทานของอนุภาคดิน ดังนั้นจึงมักเห็นเสมอว่าตามแนวสันเขานั้นจะมีความกว้างอยู่ขนาดหนึ่งซึ่งไม่ค่อยมีการชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นมากนัก ซึ่งความกว้างของแต่ละแนวสันเขานี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการด้วยกัน

เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่ที่ต่ำนั้น ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งพลังการเคลื่อนย้ายดินของน้ำไหลบ่าหน้าดินหมดสมรรถนะ ไม่สามารถจะพัดพาเคลื่อนย้ายมวลดินตะกอนลงต่ำไปได้อีกแล้ว กระบวนการตกตะกอนก็จะเกิดขึ้น ณ จุดนั้น ส่วนมากมักจะเป็นบริเวณใกล้สองฝั่งลำธาร ดังนั้นการที่จะลดอัตราและปริมาณการชะล้างพังทลายของดินบริเวณลาดเขาควรจะทำเครื่องกีดขวางทางน้ำเป็นช่วง ๆ ตามลาดเขาด้วยระยะทางที่เหมาะสม

- รูปร่างของความลาดเท

ความลาดเทของพื้นที่ผิวดินหนึ่ง อาจมีลักษณะของแนวความลาดเทแบบตรงเรียบหรือลาดนูนขึ้น และโค้งลง หรือลาดเว้าลง และงอขึ้นก็ได้ บนความลาดเทที่โค้งขึ้น (Convex) นั้น ความลาดเอียงจะมีมากตอนใกล้จุดต่ำสุดของแนวลาดเท ซึ่งเป็นบริเวณที่อัตราความเร็วของน้ำไหลบ่าหน้าดินจะเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาคือการชะล้างพังทลายของดินจะมากกว่าความลาดเทแบบอื่น ๆ บนความลาดเทแบบเว้า (Concave) ความลาดเอียงจะลดน้อยลงตอนบริเวณใกล้จุดสิ้นสุดของความลาดเท ซึ่งมักทำให้เกิดการตกตะกอนบริเวณดังกล่าวนี้ มากกว่าที่จะเกิดการชะล้างพังทลายต่อไป ทั้งนี้เพราะอัตราการไหลบ่าของน้ำหน้าดินและถูกทำให้ลดลงอย่างรวดเร็วนั่นเอง

ปัจจัยเกี่ยวกับดิน

ดินแต่ละชนิดจะถูกชะล้างพังทลายได้ยากง่ายแตกต่างกันไป แม้ว่าจะถูกชะและถูกเคลื่อนย้ายด้วยแรงปะทะของน้ำฝน และพลังเคลื่อนย้ายของน้ำไหลบ่าหน้าดินในอัตราและปริมาณเดียวกัน บนความลาดเทและพืชพรรณที่คลุมผิวหน้าดินหนาแน่นเท่าเทียมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของดินที่สำคัญ

- ความคงทนต่อการถูกกัดเซาะและเคลื่อนย้าย

ในกระบวนการชะล้างพังทลายของดินซึ่ง มี 3 ขั้นตอน คือ การกัดเซาะ การเคลื่อนย้าย และการตกทับถมนั้น การทดลองในห้องปฏิบัติการ แสดงให้เห็นแล้วว่า กระบวนการในลำดับต่างๆ นั้น เกิดขึ้นกับดินแต่ละชนิดแตกต่างกันไป โดยทั่วไปนั้น ความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลาย (Detachability) จะเพิ่มขึ้นไปตามขนาดของอนุภาคดิน แต่จะเป็นไปในทำนองตรงกันข้าม เมื่อกล่าวถึงความยากง่ายในการเคลื่อนย้าย (Transportability)

ตัวอย่างเช่น อนุภาคของดินเหนียวจะยากต่อการถูกกัดเซาะมากกว่าอนุภาคดินทราย แต่ก็ง่ายต่อการที่ถูกพัดพาเคลื่อนย้ายไปมากกว่าดินทราย เป็นต้น

- อัตราการซึมผ่านของดิน

ความสามารถในการเปียกน้ำของดิน และสมรรถนะการอุ้มน้ำสูงสุดของดิน การเคลื่อนย้ายของน้ำจากผิวดินลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป ไม่ว่าจะผ่านลงไปใ้ในรูดินตามธรรมชาติ รอยแยกของดิน รูที่เกิดจากการผุพังของรากไม้ หรือรูที่สัตว์ขุดขึ้น เป็นที่รู้จักกันดีในหมู่นักอนุรักษ์ดินและน้ำ และเรียกกันว่า การซึมผ่านผิวดิน (Infiltration)

น้ำฝนที่ตกลงสู่ผิวดินนั้น ส่วนหนึ่งจะต้องซึมผ่านผิวดินลงสู่ชั้นที่ลึกลงไป น้ำไหลบ่าหน้าดินจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อดินเปียกเต็มที่แล้วสมรรถนะในการยอมให้น้ำซึมผ่านผิวดินเริ่มคงที่ ถ้าหากว่ายังมีฝนตกตามมาเรื่อย ๆ อัตราการซึมผ่านผิวดินของน้ำ (Infiltration rate) แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติทางกายภาพของดินอันได้แก่ ปริมาณและขนาดของช่องว่างในดิน ดินที่มีโครงสร้างจับตัวกันหลวม ๆ และรูปร่างของเม็ดดินค่อนข้างกลม (Granular) นั้น ถ้าหากมีอนุภาคของดินที่ละเอียดจับตัวคลุกเคล้ากันเป็นกลุ่มก้อน มักมีความสามารถดูดซับน้ำได้ดีพอสมควร ดินชนิดนี้จึงมีความสามารถต้านทานต่ออำนาจการชะล้างพังทลายได้สูง ถ้าเม็ดดินไม่ถูกทำให้แตกโดยแรงตกระทบของเม็ดฝนโดยตรงเพราะโอกาสที่จะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินบนดินชนิดนี้มีน้อย และมักมีอัตราการไหลบ่าหน้าผิวดินต่ำ

ลักษณะที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งของอัตราการซึมผ่านผิวดินก็คือ จะเป็นไปอย่างรวดเร็วในดินที่ค่อนข้างแห้ง และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อดินเริ่มเปียก ในที่สุดก็จะเข้าสู่อัตราการซึมคงที่ ซึ่งจะกินเวลานานพอที่จะได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อดิน และโครงสร้างของดินเป็นสำคัญ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการนี้ เนื่องจากความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุด (Maximum water holding capacity) ของมันเองสูง และมักจะเป็นตัวเชื่อมปรับปรุงให้ดินมีโครงสร้างจับตัวกันลักษณะค่อนข้างกลม ลักษณะดังกล่าวนี้จะพบในดินที่มีการไถพรวนหญ้า และหญ้าผสมพืชตระกูลถั่วกลบดินคลุกเคล้ากัน

- ความลึกของดินชั้นบน

ดินที่บริเวณผิวดินถูกกัดเซาะไปนั้นมักจะง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน ทั้งนี้เพราะหน้าดินซึ่งเคยเป็นเนื้อดินร่วนซุย โครงสร้างดีและอินทรีย์วัตถุสูง ได้ถูกชะล้างไปจนหมดแล้ว ดินที่เหลืออยู่จึงจะมีสมรรถนะซึมซับน้ำได้น้อยกว่าที่เคยเป็น ทำให้น้ำไหลบ่าดินเกิดขึ้นได้ง่ายและมาก อัตราการชะล้างพังทลายจึงเป็นไปได้ให้อัตราสูง

ปกติการชะล้างพังทลายของดินรูปแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น ได้เกิดขึ้นอยู่เสมอในธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของการปรับระดับผิวโลก แต่มักเป็นไปในอัตราที่ต่ำและเป็นไปอย่างช้า ๆ และผลกระทบที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าวตามธรรมชาตินี้มีผลดีต่อมวลมนุษยมากกว่าผลเสีย แต่ถ้าหากว่ากระบวนการชะล้างพังทลายนี้ถูกเร่งโดยการกระทำของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเหตุผลประการใดก็ตาม ผลเสียหายจะเริ่มตามมาและเพิ่มพูนขึ้นเรื่อย ๆ หากไม่มีมาตรการควบคุมหรือป้องกัน

3. สถานการณ์การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

ประเทศไทยพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0 – 50 ตันต่อไร่ต่อปี โดยภาคใต้มีการสูญเสียดินสูงกว่าภาคอื่น คือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 – 50 ตันต่อไร่ต่อปี เนื่องจากการสูญเสียดินสูงสุดเกิดในพื้นที่ลาดชันสูงที่เป็นป่าเสื่อมโทรม และมีฝนตกมาก 3,000 – 4,000 มิลลิเมตรต่อปี

ขณะที่ภาคเหนือพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 – 38 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่

ภาคกลางพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 – 17 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดขึ้นในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่หรือสภาพเป็นป่าเสื่อมโทรมและมีฝนตกมาก

ภาคตะวันออกพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 – 16 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่

ภาคตะวันตกมีการสูญเสียดินระหว่าง 0 – 10 ตันต่อไร่ต่อปี การสูญเสียดินสูงสุดเกิดในพื้นที่ลาดชันสูงที่มีการปลูกพืชไร่

และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการสูญเสียต่ำสุด คือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 – 4 ตันต่อไร่ต่อปี เนื่องจากพื้นที่ลาดชันสูงมีอยู่น้อยเพียง 7.80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งภาค และสภาพการใช้ที่ดินเป็นป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

4. รูปแบบการชะล้างพังทลายของดินที่สำคัญในประเทศไทย

ลักษณะการชะล้างพังทลายของดินไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดนั้น มีสาเหตุมาจากความรุนแรงของเม็ดฝนที่ตกกระทบ และจากแรงของน้ำไหลบ่าหน้าดิน อันเกิดจากดินไม่สามารถรับการซึมของน้ำฝนได้หมด และถ้าฝนตกหนักมากอาจเกิดการเคลื่อนและการเลื่อนไหลของมวลดินโดยแรงดึงดูดของโลกและแรงดันของน้ำใต้ผิวดิน แม้ว่าการเลื่อนไหลของดินจะเป็นการพังทลายของดินที่มีปริมาณมาก แต่มักไม่เกิดบ่อยนัก การพังทลายของดินส่วนใหญ่จึงมักเกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นสำคัญ และมักจะเกิดขึ้นเสมอบนพื้นที่ลาดเขา ถ้าหากว่าฝนตกหนัก พลังงานของน้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะมีเพียงการชะล้างพังทลายของหน้าดินและพัดพาสิ่งต่ำ แต่จะตกตะกอนในตอนใดตอนหนึ่งของลาดเขาโดยไม่พัดพาสิ่งต่ำ ธารตะกอนที่ตกทับถมกันถึงร่องลำธารก็จะเป็นแหล่งของดินที่จะถูกพัดพาสู่ที่ต่ำลงไปอีกจากฝนตกในคราวต่อ ๆ ไป ยกเว้นเสียว่าไม่มีฝนตกตามมาในเวลาใกล้เคียงกัน จนพืชพรรณขึ้นปกคลุมอย่างดี ดินที่ตกตะกอนดังกล่าวจะได้รับการป้องกันจากพลังงานไหลบ่าหน้าดินได้ดียิ่งขึ้น

รูปแบบการชะล้างพังทลายของดินที่สำคัญ ๆ ในประเทศไทยมีดังนี้

- การชะล้างพังทลายแบบกระเด็น (Splash erosion)

การตกกระทบของเม็ดฝนติดต่อกัน จากน้ำฝนนับหมื่นนับล้านเม็ดนั้น จะทำให้อนุภาคดินบนผิวน้ำแตกกระจาย และกระเด็นออกไปจากตำแหน่งเดิม โดยเฉพาะจะเกิดอย่างรุนแรงบนผิวดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม การชะล้างพังทลายชนิดนี้ถ้าเกิดในที่ราบเม็ดดินก็จะไปไม่ได้ไกลนัก แต่ถ้าเกิดบนพื้นที่ลาดเขาจะถูกน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาไป อย่างไรก็ตาม การกัดกร่อนในลักษณะนี้ เป็นจุดเริ่มต้นของการสูญเสียดินที่ค่อยเป็นค่อยไป และมักไม่ค่อยมีคนสนใจกันมากนัก

- การชะล้างพังทลายแบบผิวผ่าน (Sheet erosion)

เม็ดดินที่ถูกกัดชะโดยกระบวนการชะล้างพังทลายแบบประเด็นนี้ นับเป็นแหล่งดินตะกอนที่จะถูกพัดพาเคลื่อนที่ออกไปจากพื้นที่ลาดเขาโดยแรงน้ำไหลบ่าหน้าดินซึ่งไหลเอ่อเหนือผิวดินเป็นแผ่นบาง ๆ

อัตราการถูกพัดพาของน้ำที่ต่ำขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นสำคัญ ขนาด รูปร่าง และความหนาของตะกอนก็มีส่วนอย่างมากในการที่จะถูกพัดพาไปได้มากหรือน้อย ซึ่งการกัดกร่อนในลักษณะนี้เห็นได้ยาก และชาวไร่ก็มักไม่ค่อยได้สังเกต การกัดกร่อนแบบนี้ให้เสียหน้าดินที่มีสีดำนับเป็นส่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอย่างมาก เพราะมีอินทรีย์วัตถุสูง การปล่อยให้มีการกัดกร่อนเช่นนี้เกิดขึ้นบ่อย ๆ จะทำให้ผลผลิตของพืชลดลง ในขณะที่เดียวกันก็จำเป็นต้องลงทุนหาปุ๋ยมาใส่ทดแทนมากขึ้น

- การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว (Rill erosion)

การชะล้างพังทลายในลักษณะนี้เกิดจากน้ำไหลบ่าหน้าดินร่วมกันเป็นทางน้ำเล็ก ๆ แล้วกัดเซาะลงไปบนเนื้อดิน แต่เนื่องจากความคงทนของดินแตกต่างกันไป ประกอบกับแผ่นน้ำไหลบ่าหน้าดินยังไม่หนามากนัก การกัดกร่อนจึงเป็นไปในลักษณะร่องตื้นขนาดเล็ก กระจายทั่วผิวน้ำดิน ปกติร่องขนาดเล็กดังกล่าวจะมีแนวเกือบเป็นเส้นตรงยาวติดต่อกันไป และขนานกันไปเป็นริ้ว ๆ ร่องดังกล่าวนี้ต้นจนสามารถปรับให้หายไปได้โดยการไถพรวนแบบธรรมดา

ความรุนแรงของกระบวนการกัดเซาะ และกระบวนการเคลื่อนย้ายในกรณีที่เกิดการชะล้างพังทลายแบบนี้ มีความรุนแรงมากกว่าที่เกิดในลักษณะการชะล้างพังทลายแบบแผ่น การชะล้างพังทลายแบบร่องริ้วนี้ หน้าดินบางส่วนจะสูญเสียไป แต่เมื่อใดที่ร่องริ้วแล้วและไม่มีการปรับผิวน้ำดินใหม่ น้ำในร่องริ้วก็จะกัดกร่อนร่องริ้วนี้ให้ลึก และกว้างจนถึงขั้นล่างได้อย่างรวดเร็ว

- การชะล้างพังทลายแบบร่องลึก (Gully erosion)

การเกิดการชะล้างพังทลายของดินลักษณะนี้เกิดขึ้น เนื่องจากไม่ได้มีการป้องกัน หรือปรับปรุงหน้าดินที่มีลักษณะการชะล้างพังทลายแบบร่องริ้ว ปล่อยให้ น้ำฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินกัดกร่อนลึกลงไปเรื่อย ๆ ร่องริ้วจึงขยายตัวขึ้นเป็นร่องลึกลงไปถึงดินชั้นล่าง การเกิดการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึกนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำไหลในร่องทั้งในลักษณะการกัดเซาะและการเคลื่อนย้ายดิน รูปตัดของร่องลึกนี้มักมีรูปร่างเป็นรูปตัว U) หรือ ตัววี (V) แล้วแต่ชนิดของดิน การชะล้างพังทลายแบบร่องลึกนี้ ยากที่จะปรับหน้าดินใหม่ด้วยเครื่องไถพรวนชนิดใด ต้องเสียเวลาและลงทุนมากในการที่จะควบคุมให้กลับสู่สภาพที่ใช้ประโยชน์ได้ดีเช่นเดิม

- การชะล้างพังทลายแบบเลื่อนไหล (Mass soil movement)

การชะล้างพังทลายของดินแบบเลื่อนไหลนี้เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินหรือหินบนที่ที่มีความลาดชันสูง เนื่องจากแรงถ่วงของโลก และความแตกต่างของความชื้นของมวลสารชนิดเดียวกันหรือคนละชนิดกัน การพังทลายแบบนี้อาจเกิดตามธรรมชาติได้ แต่กิจกรรมของมนุษย์มักเป็นตัวเร่งและก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินแบบนี้มากกว่าธรรมชาติ รายละเอียดของการพังทลายแบบนี้จะกล่าวถึงในโอกาสต่อไป

- การชะล้างพังทลายโดยธารน้ำ (Stream-bank erosion หรือ Channel erosion)

การพังทลายแบบนี้เกิดขึ้น เพราะลำน้ำค่อนข้างใหญ่นั้นจะมีน้ำไหลผ่านในร่องน้ำเป็นปริมาณมาก และเป็นเวลายาวนาน โดยเฉพาะภายหลังฝนตกหนัก พลังน้ำไหลตามร่องหรือลำน้ำนี้จะกัดเซาะดินชายฝั่งซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำดิน ทำให้เกิดชะงักงัน ไตผิวน้ำลึกเข้าไปในฝั่งจนดินบนเหนือระดับน้ำไม่มีฐานค้ำยันที่แข็งแรงเพียงพอที่จะไหลเลื่อนและพังลงมาสู่ท้องลำธารได้ การพังทลายแบบนี้จะมีมากบริเวณ ลำธาร หักโค้งหรือลำน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล ซึ่งในบางแห่งก็ทำให้เสียทั้งที่ทำกินและที่อยู่อาศัยบริเวณสองฝั่งลำน้ำได้มากทีเดียว

บทที่ 4

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์การเกิดการชะล้างพังทลายของดิน การเกิดตะกอนในลำน้ำและการปนเปื้อนของมลสารต่าง ๆ ในน้ำ สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการคาดหมายหรือพยากรณ์ เช่น เพื่อนำผลที่ได้ไปจัดเตรียมแผนป้องกันผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมหรือเพื่อประเมินผลกระทบต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรจากการสูญเสียหน้าดิน

ปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ให้ความสำคัญกับปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้น โดยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อการประเมินและทำนายการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการประเภทหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินและทำนายการชะล้างพังทลายของดินได้ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นมีข้อดีในการช่วยลดระยะเวลาการศึกษาลงได้เมื่อทำการศึกษาในพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งส่งผลให้สามารถลดงบประมาณในการศึกษาวิจัยไปได้ส่วนหนึ่ง รวมถึงสามารถคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าได้ถูกต้องในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นจำนวนมาก

1. วิวัฒนาการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สำหรับวิวัฒนาการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในระยะเริ่มแรกนั้น เป็นการคาดหมายโดยใช้เพียงสมการ และวิธีการง่าย ๆ ต่อมาในยุคที่คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น สมการง่าย ๆ เหล่านั้นได้ถูกดัดแปลง และปรับปรุงจนเป็นแบบจำลองเลียนแบบกระบวนการทางธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับคำว่า “แบบจำลอง” นั้นได้เริ่มใช้กันมาตั้งแต่ค.ศ. 1970

Backer and Serban (1990) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองออกเป็น 2 ชนิดหลัก คือ แบบจำลองที่เลียนแบบเหตุการณ์ที่หาความแน่นอนไม่ได้ (Stochastic model) กับแบบจำลองที่ให้คำตอบตายตัว ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

แบบจำลองที่เลียนแบบเหตุการณ์ที่หาความแน่นอนไม่ได้

สำหรับแบบจำลองที่หาความแน่นอนไม่ได้ เป็นแบบจำลองที่กำหนดขึ้นบนสมมติฐานที่ว่า ผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ไม่มีความแน่นอน แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของดินที่ใช้แนวคิดเชิงสถิติที่หาความแน่นอนไม่ได้นั้นมีน้อยมาก แม้ว่าทุกฝ่ายจะยอมรับว่าเป็นแนวคิดที่ดี ด้วยเหตุที่ว่าแม้จะพยายามใส่ปัจจัยต่าง ๆ เข้าไปในแบบจำลอง แต่ก็ยังคงติดขัดอยู่กับการสร้างแบบจำลองพยากรณ์การตกของฝน ด้วยเหตุนี้ นักพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จึงหันมาใช้เป็นแบบจำลองที่ให้คำตอบตายตัว มากขึ้น

แบบจำลองที่ให้คำตอบตายตัว

แบบจำลองที่ให้คำตอบตายตัว สามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 ชนิด คือ แบบจำลองเอ็มไพริคอล แบบจำลองมโนทัศน์ และแบบจำลองทางด้านกายภาพ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- แบบจำลองเอ็มไพริคอล

แบบจำลองประเภทนี้นิยมเรียกกันว่าแบบจำลองกล่องดำ เนื่องจากเป็นการหาคำตอบโดยไม่สนใจว่าตัวกำหนดมีผลต่อผลลัพธ์อย่างไร เช่น การหาผลลัพธ์โดยใส่ข้อมูลเข้าไปแล้วตรวจผลที่วัดได้จริงไปเป็นตัวหาค่าคงที่ว่ามีค่าเท่าไร ค่าคงที่ที่ได้นั้นจึงเป็นการหาได้จากการทดลองจริง โดยที่ไม่ทราบค่า

มีกลไกอะไรเกิดขึ้นในกระบวนการธรรมชาติเหล่านั้น แบบจำลองชนิดนี้เกิดขึ้นในยุคแรก ๆ ตั้งแต่ยังไม่มีคำว่าแบบจำลอง โดยมากจะเรียกกันว่าสูตรหรือสมการ

แบบจำลองประเภทนี้ ได้แก่ สมการการสูญเสียดินสากล ที่ได้รับการพัฒนามาในระยะเริ่มแรกมาตั้งแต่ค.ศ. 1961 โดยกรมการเกษตรประเทศสหรัฐอเมริกา (United States department of agriculture: USDA) โดยได้จากการทำแปลงทดลองทั่วสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 แปลงต่อปี Wischmeier and Smith (1965) จึงมีการนำสมการนี้ไปใช้กันอย่างแพร่หลายในการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดิน และคาดคะเนปริมาณตะกอนจากพื้นที่

จากนั้นจึงมีการพัฒนาสมการอื่น ๆ ต่อมา ได้แก่ สมการการสูญเสียดินสากลดัดแปลง (Modified universal soil loss equation: MUSLE) โดย Willems and Berndt (1977) ที่ใช้ในการหาสมรรถนะการกักตะกอน (Detachment capacity) และสมรรถนะในการเคลื่อนย้ายตะกอน (Transport capacity) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้หาการพัดพาตะกอนจากยอดเขาลงสู่ร่องน้ำ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแบบจำลองอื่น ๆ อีก เช่น แบบจำลอง Soil loss estimation method for Southern Africa (SLEMSA) โดย Stocking (1981) แบบจำลอง Revised universal soil loss equation (RUSLE) โดย Renard et al. (1997) และ แบบจำลอง The differentiating universal soil loss equation (dUSLE) โดย Flacke et al. (1990) เป็นต้น

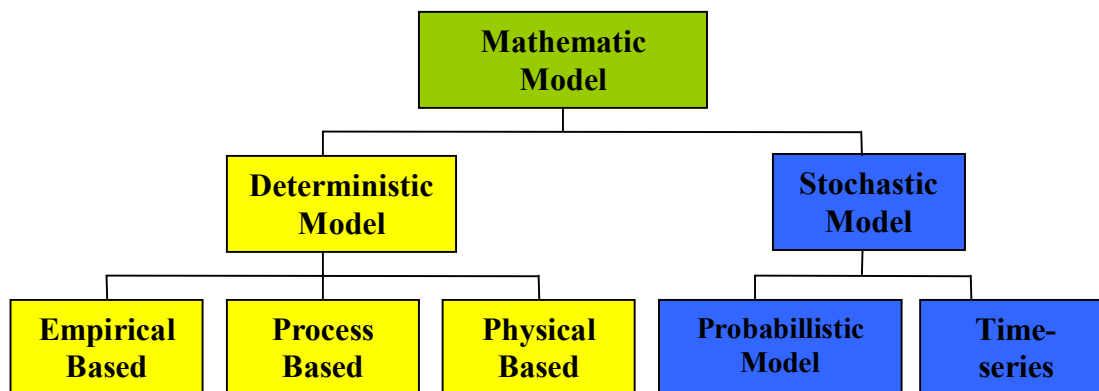
- แบบจำลองโมโนทัสส์

แบบจำลองประเภทนี้นับว่าเป็นแบบจำลองที่ซับซ้อนที่สุด ทั้งนี้ผู้พัฒนาพยายามจะกำหนดแนวคิดในการพัฒนาโดยอาศัยความเป็นไปทุกขั้นตอน ที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการย่อย ๆ และพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการย่อย ๆ นั้นไปพร้อมกันอย่างเป็นระบบ โดยพยายามให้มีการลำดับขั้นตอนการคำนวณเลียนแบบธรรมชาติให้มากที่สุด ด้วยเหตุนี้เองแบบจำลองประเภทนี้จึงเป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุด แต่ก็นำไปใช้ได้ยากที่สุดด้วยเช่นกัน เนื่องจากต้องอาศัยข้อมูลเป็นจำนวนมากเพื่อใส่เข้าไปในแบบจำลองแบบจำลองประเภทนี้ ได้แก่ แบบจำลอง Chemical run off and erosion from agricultural management systems (CREAMS) แบบจำลอง Water erosion prediction project (WEPP) ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง European soil erosion model (EUROSEM) สำหรับแบบจำลอง CREAMS ที่จัดทำขึ้นในค.ศ. 1980 นั้น พัฒนาขึ้นมาเพื่อเสริมรายละเอียดของ แบบจำลอง MUSLE โดยมุ่งเน้นในการใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการประเมินค่าอัตราการชะล้างพังทลายในพื้นที่ระดับสนาม และรวมถึงมลพิษทางเคมี โดยการพัฒนาที่อาศัยแนวคิดให้มีการเลียนแบบกระบวนการธรรมชาติต่าง ๆ ไว้ จากแนวคิดลักษณะนี้ของแบบจำลอง CREAMS แม้จะให้รายละเอียดในกระบวนการชะล้างพังทลายของดินได้ดีแต่การนำไปใช้จำเป็นต้องอาศัยตัวพารามิเตอร์มากและสลับซับซ้อน ในหลายกรณีการนำไปใช้ให้ได้ผลถูกต้องได้ดีจึงเป็นไปได้ยาก (นิพนธ์, 2545) แบบจำลองโมโนทัสส์ มีข้อดี คือ สามารถนำไปใช้กับพื้นที่อื่นได้ง่ายเพียงแต่อาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ในแต่ละปัจจัยที่นำมาพิจารณา แต่ข้อเสียของแบบจำลองประเภทนี้คือ มีความซับซ้อนสูงและอาศัยข้อมูลในการศึกษาพิจารณามาก (Shrestha, 2003)

- แบบจำลองทางด้านกายภาพ

แบบจำลองทางด้านกายภาพ เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนามาจากพื้นฐานของกฎทางฟิสิกส์ โดยพยายามที่จะใช้กฎเหล่านั้นเลียนแบบกลไกของกระบวนการทางธรรมชาติ แบบจำลองประเภทนี้ ได้แก่ แบบจำลอง Agricultural non-point source pollution (AGNPS) ของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา และแบบจำลอง A model for watershed planning (ANSWERS) โดย Beasley (1980) เป็นต้น

นอกจากประเภทของแบบจำลองที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ยังได้มีการนำแบบจำลอง 2 ประเภทเข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เช่น แบบจำลอง MMF ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ได้นำหลักการของแบบจำลองเอ็มไพริคอล และแบบจำลองทางด้านกายภาพมาใช้ร่วมกัน (Mixed model)



ภาพที่ 1 การแบ่งประเภทของแบบจำลองคณิตศาสตร์
ที่มา: ดัดแปลงจาก นิพนธ์ (2545)

2. แบบจำลอง Morgan, Morgan and Finney (MMF) และสมการการสูญเสียดินสากล (Universal soil loss equation: USLE)

2.1 แบบจำลอง MMF

แบบจำลอง MMF นั้นเป็นแบบจำลองการชะล้างพังทลายของดินที่นำเอาหลักการของแบบจำลองเอ็มไพริคอล และแบบจำลองทางด้านกายภาพมาใช้ร่วมกัน ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Morgan et al. (1984) การพัฒนาแบบจำลอง MMF ขึ้นนั้นยังคงอาศัยหลักการของสมการการสูญเสียดินสากลในการพัฒนา ซึ่งจุดประสงค์ของการสร้างแบบจำลองนี้ขึ้นก็เพื่อที่จะทำนายการชะล้างพังทลายของดินรายปีในพื้นที่ลาดเขา โดยมีข้อดี คือ มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ แบบจำลอง MMF ได้พิจารณาถึงกลไกที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในรูปแบบทางกายภาพ โดยคำนึงถึงกลไกย่อยต่าง ๆ เช่น พลังงานของเม็ดฝนในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ที่ทำให้เม็ดดินแตกกระจาย เป็นต้นซึ่งเป็นหลักการของ แบบจำลองทางด้านกายภาพ แต่เนื่องจากการพัฒนาดังกล่าวเหล่านี้นับว่าซับซ้อน การจะอธิบายถึงกลไกทั้งหมดจะต้องอาศัยข้อมูลและเวลาในการวิเคราะห์มาก ดังนั้นในแบบจำลอง MMF เองจึงต้องอาศัยการพิจารณาในรูปแบบของ แบบจำลองเอ็มไพริคอล เข้ามาผนวกด้วย โดยการนำค่าคงที่ที่ใส่ในแบบจำลอง

สำหรับหลักพิจารณาการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ของแบบจำลอง MMF นั้นได้พิจารณากระบวนการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 2 กระบวนการคือ การแตกกระจายของเม็ดดินที่เกิดจากเม็ดฝน และการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน

กระบวนการแตกกระจายของดิน

ในการพิจารณาถึงกระบวนการแตกกระจายของดินนั้น แบบจำลอง MMF จะได้พิจารณาถึงพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่สามารถทำให้ดินแตกกระจายออกเป็นเม็ดดิน ซึ่งขนาดของเม็ดฝนที่แตกต่างกันจะทำให้เกิดพลังงานจลน์ต่างกันตามไปด้วย ดังนั้นแบบจำลอง MMF จึงอาศัยการพิจารณาปริมาณของพลังงานจลน์ของเม็ดฝนแต่ละขนาดที่จะทำให้เกิดการแตกกระจายของเม็ดดิน ซึ่งปริมาณของพลังงานจลน์นั้นมีความสัมพันธ์กับ สภาพภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคของโลกเช่น ขนาดของเม็ดฝนในประเทศแถบเส้นศูนย์สูตรจะมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดฝนของประเทศในเขตขั้วโลก ดังนั้นพลังงานจลน์ที่เกิดจากเม็ดฝนในประเทศแถบเส้นศูนย์สูตร ย่อมมากกว่าที่เกิดในประเทศเขตขั้วโลก สำหรับการคำนวณปริมาณพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นจากเม็ดฝน

เพื่อนำมาใช้ในแบบจำลอง MMF นั้นจะอาศัยสมการที่เกิดขึ้นจากการทดลองมาแล้วในแต่ละเขตสภาพภูมิอากาศ โดยนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี และความหนักเบาของฝนที่เกิดขึ้นในหนึ่งชั่วโมงมาใช้ในคำนวณพลังงานจากน้ำฝน

สำหรับกระบวนการแตกกระจายของดินที่ได้พิจารณาถึงพลังงานจลน์จากเม็ดฝนแล้ว ยังผนวกด้วยการพิจารณาถึงความคงทนต่อการถูกกัดเซาะของดินแต่ละประเภทมาประกอบ ซึ่งค่าความคงทนจะขึ้นอยู่กับเนื้อดินบน

สมการของกระบวนการแตกกระจายของดินเป็นดังนี้

$$D = K.(E \exp^{-aA})b.10^{-3}$$

- D = ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจาย ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร
 K = ข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน (Soil detachability index)
 E = พลังงานจลน์ของฝน (Kinetic energy of rainfall)
 A = ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ (Crop interception percent factor)
 a = 0.05
 b = 1.0

การพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย

การพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่าจะเป็นการพิจารณา การพัดพาดินจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งพิจารณาถึงปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Run off) ประกอบกับความลาดชันของพื้นที่ รวมถึงชนิดของพืชที่ปกคลุมพื้นที่อยู่

สำหรับปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินนั้นจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อดินนั้นดูดซับน้ำจนถึงจุดอิ่มตัว (Saturation point) ในแบบจำลอง MMF นั้นจะพิจารณาจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวัน และความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินที่ระดับสนาม เพื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ดินสามารถกักเก็บไว้ได้ และน้ำที่มีปริมาณมากเกินไปนั้นก็จะเกิดเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินซึ่งสามารถพัดพาเอาเม็ดดินไปเป็นตะกอนดินได้ ซึ่งการพัดพาเอาตะกอนดินไปได้ไกลเพียงใดนั้นก็ขึ้นกับความลาดชันของพื้นที่ที่สามารถทำให้น้ำไหลไปได้ รวมถูกการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ว่าจะยับยั้งการไหลบ่าของน้ำได้มากน้อยเพียงใด

ซึ่งสมการของกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายเป็นดังนี้

$$T = C.Q^2.\sin S.10^{-3}$$

- T = ปริมาณเม็ดดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร
 C = ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ (Crop cover)
 Q = ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Overland flow)
 S = ค่าความลาดชันของพื้นที่ (Slope gradient)

หลังจากพิจารณาถึงกระบวนการแตกกระจายของดิน และกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย แนวคิดของแบบจำลอง MMF นั้นคือ การนำทั้ง 2 กระบวนการมาเปรียบเทียบกับ โดยที่กระบวนการใดก็ตามมีความสามารถน้อยกว่าก็จะเป็นตัวจำกัด และเป็นปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจริง เปรียบเทียบได้กับการขุดดิน กระบวนการแตกกระจายของดินนั้นเปรียบได้กับปริมาณดินที่ขุดออกมาได้ และกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายเปรียบได้กับรถยนต์ที่มาขนดิน ถ้าเราขุดดินได้ 100 ตันต่อวัน

แต่รถยนต์ที่มาชนดินชนได้เพียง 50 คันต่อวัน ดังนั้นดินที่ถูกชนไปได้ก็มีเพียง 50 คันต่อวัน กล่าวได้ว่ารถยนต์ชนดินจะเป็นตัวจำกัด ในทางกลับกันถ้าเราขุดดินได้เพียง 100 คันต่อวัน แต่รถยนต์ที่มาชนดินชนได้ 200 คันต่อวัน ปริมาณดินที่ถูกชนไปได้ก็มีเพียง 100 คันต่อวัน จำนวนดินที่ถูกขุดออกมาได้ก็จะเป็นตัวจำกัด

สำหรับการนำแบบจำลอง MMF ไปใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน นิพนธ์ (2545) กล่าวว่า การนำแบบจำลอง MMF มาใช้ให้ได้ประสิทธิภาพนั้นยังคงต้องคำนึงถึงความซับซ้อนของข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้แบบจำลองร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันและเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการประมวลผลด้วยจากแบบจำลอง MMF ซึ่งจะพบว่าไม่ได้ให้ความสำคัญไปที่ดินที่แตกกระจายเนื่องจากน้ำท่า และการพัดพาที่เกิดจากพลังงานจลน์ของน้ำฝน และไม่ได้พิจารณาถึงค่าอิทธิพลของความยาวของความลาดชันที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Slope length factor) จึงควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเหมาะสมและถูกต้องในการนำแบบจำลอง MMF มาใช้ในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

2.2 สมการการสูญเสียดินสากล

นิพนธ์ (2545) กล่าวว่า ความพยายามที่จะประเมินการสูญเสียดินจากอัตราการชะล้างพังทลายของน้ำฝนนั้น เริ่มตั้งแต่ค.ศ. 1930 เป็นต้นมา หลังจากสหรัฐอเมริกาสงบภาวะวิกฤติจากพายุน้ำฝุ่น (Dust bowl crisis) อันเนื่องมาจากการใช้ที่ดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ใด ๆ จึงได้มีการคิดสร้างสมการเพื่อใช้ในการคาดคะเนการสูญเสียดินขึ้น ซึ่งในช่วงแรกมีรูปแบบเป็นสูตรเอ็มไพริคอล และนักอนุรักษ์ดินและน้ำรุ่นหลัง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขกันต่อ ๆ มา และที่สำคัญคือ เป็นที่มาของสมการที่เรียกว่า “สมการการสูญเสียดินสากล (Wischmeier and Smith, 1978) ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในวงการนี้ สมการดังกล่าวมีรูปแบบดังนี้

$$A = RKLSCP$$

A = ปริมาณดินที่สูญเสียที่คำนวณได้ต่อพื้นที่

R = เป็นค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินของฝนในปีที่ฝนตกระดับปกติ

วิธีที่นิยมใช้ได้แก่ ผลรวมของพลังงานจลน์ของฝนที่ตกแต่ละครั้ง (Wischmeier and Smith, 1978) เรียกว่า ดัชนีวัดความเข้มของฝน (E_{30max}) ซึ่งประกอบด้วยค่าพลังงานของฝนที่ตกในครั้งนั้น ๆ คูณกับอัตราความหนักเบาในช่วง 30 นาทีสูงสุด (I_{30max}) ของฝนที่ตกครั้งนั้น ๆ เช่นกัน และค่าดัชนี E_{30max} จะแปรผลไปตามหน่วยที่แต่ละประเทศกำหนด สำหรับประเทศไทยนั้นกำหนดให้มีหน่วยเป็นระบบเมตร - กิโลกรัม - วินาที (Meter – Kilogram - Second: MKS System) ดังนั้นดัชนี E_{30max} จึงหาได้จากสมการดังนี้

$$KE = 210.3 + 89 \log_{10} (i_{cm})$$

KE = พลังงานจลน์ของฝนในหน่วยเป็นเมตร – ต้นต่อเฮกตาร์ – ชั่วโมง

i_{cm} = ความเข้มของฝนในหน่วยเป็นเซนติเมตรต่อชั่วโมง

ผลงานวิจัยในประเทศที่อยู่แถบอบอุ่นนั้นมักคิดเอาค่าพลังงานของฝนที่เกิดจากฝนที่ตกในอัตราหนักเบาต่ำ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดการพังทลายของดินรวมเข้าไปด้วย และจากการทดลองในเขตร้อนพบว่า ถ้าตัดส่วนของฝนที่มีพลังงานน้อยออกไป และใช้เฉพาะพลังงานของฝนที่ตกหนักเกินระดับวิกฤตจริง ๆ จะทำให้สหสัมพันธ์ของพลังงานจลน์กับการสูญเสียดินเพิ่มสูงมากขึ้น ดังนั้น Hudson (1965) จึงได้เสนอดัชนีพลังงานใหม่ขึ้นมา โดยคิดรวมเอาเฉพาะพลังงานที่เกิดจากฝนที่มีอัตราความหนักเบาสูงกว่า 1 นิ้วต่อชั่วโมง (25 มิลลิเมตร

ต่อชั่วโมง) ขึ้นไปเท่านั้นใช้แทนค่าดัชนี El_{30max} ซึ่งให้ผลเหมาะสมกว่าการใช้ดัชนี El_{30max} มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพภูมิอากาศแบบเขตร้อน ซึ่งประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศลักษณะดังกล่าว

นอกจากนี้ได้ทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตกทั้งหมดในแต่ละครั้งกับความหนักเบาสูงสุดของฝนที่ตกครั้งนั้นในประเทศไนจีเรีย ซึ่งพบว่าเหมาะสมที่จะใช้กับพื้นที่ที่มีความหนักเบาของฝนสูง ซึ่งประเทศไทยมีลักษณะดังกล่าวด้วยเช่นกัน โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$R = AI_m$$

A = ปริมาณฝนที่ตกทั้งหมดในแต่ละครั้ง

I_m = ความหนักเบาสูงสุดของฝนที่ตกครั้งนั้น

K คือ ค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน เป็นอัตราการสูญเสียดินต่อหนึ่งหน่วยของดัชนีการชะล้างพังทลาย (Erosion index) จากแปลงทดลองซึ่งมีลักษณะของหน้าดินที่ทำเป็นร่องไถพรวนขึ้น-ลง ติดต่อกันยาว 72.6 ฟุต (22.13 เมตร) บนพื้นที่ความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ โดยวิเคราะห์หาสัดส่วนเนื้อดินในรูปของทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว สำหรับกรณีที่มีปริมาณทรายแป้งไม่เกิน 70 เปอร์เซ็นต์ ต้องผนวกค่าของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ดัชนีโครงสร้างของดิน และอัตราการซึมซาบในดินเข้าไปด้วย ซึ่งนำมาสร้างเป็นสมการดังนี้

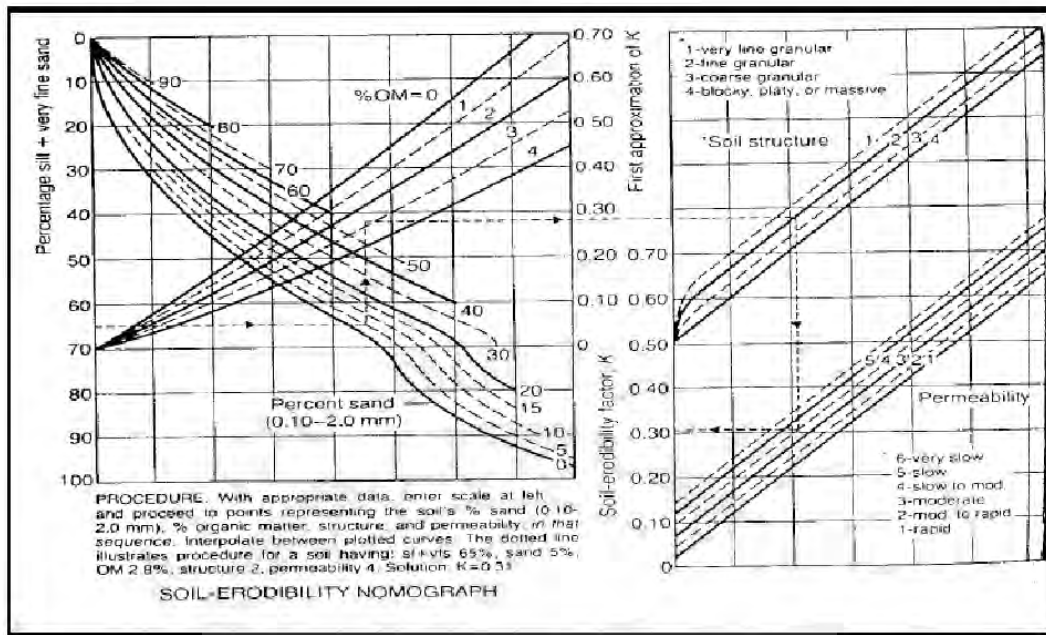
$$100K = 2.1M^{1.14} (10^{-4}) (12-a) + 3.25 (b-2) + 2.5 (c-3)$$

M = พารามิเตอร์ขนาดอนุภาคดิน ซึ่งหาได้จากผลรวมของเปอร์เซ็นต์ทรายแป้งกับเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียด (Very fine sand) คูณด้วยผลต่างของหนึ่งร้อยกับเปอร์เซ็นต์ดินเหนียว

a = ค่าของปริมาณอินทรีย์วัตถุในรูปของเปอร์เซ็นต์

b = รหัสที่ใช้เป็นค่าแทนลักษณะโครงสร้างดินสำหรับการหาค่าความคงทนของดินตามแผนภาพโนโมกราฟ (Nomograph) ดังภาพที่ 2

C = ระดับของอัตราการซาบซึมน้ำในชั้นของดินตามแผนภาพโนโมกราฟ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพโนโมกราฟ
ที่มา: Wischmeier et al. (1971)

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลแผนภาพโนโมกราฟ สามารถประยุกต์ใช้สมการหาค่า K โดยใช้เฉพาะเนื้อดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของ Williams et al. (1975) ดังนี้

$$K = [0.2 + 0.3 \exp \{-0.0256 \text{ SAN} (1 - \text{SIL}/100)\}] \{\text{SIL}/(\text{CLA} + \text{SIL})\}^{0.3} \\ [1.0 - \{0.25 \text{ C}/\text{C} + \exp (3.72 - 2.95 \text{ C})\}] \\ [1.0 - \{0.7 \text{ SN1}/\text{SN1} + \exp (-5.51 + 22.9 \text{ SN1})\}]$$

SAN = เปอร์เซ็นต์ของทราย

SIL = เปอร์เซ็นต์ของทรายแป้ง

CLA = เปอร์เซ็นต์ของดินเหนียว

C = อินทรีย์คาร์บอนในดิน

SN1 = $1 - \text{SAN}/100$

L = ค่าอิทธิพลความยาวความลาดชันที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน เป็นค่าได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินจากความยาวความลาดชันช่วงใดช่วงหนึ่งกับความยาวมาตรฐาน (72.6 ฟุต หรือ 22.13 เมตร) ซึ่งอยู่บนแนวความลาดเทอันเดียวกัน

S = ค่าอิทธิพลของความลาดชัน เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินจากความลาดชันระดับใดระดับหนึ่งต่อความลาดชันมาตรฐาน (9 เปอร์เซ็นต์)

ค่าค่าอิทธิพลความยาวความลาดชันที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน และค่าอิทธิพลของความลาดชัน สามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$LS = (\Lambda/22.13)^m (0.065 + 0.0456s + 0.006541s^2)$$

Λ = ความยาวความลาดเทของพื้นที่ หน่วยเป็นเมตร

M = ค่ายกกำลังซึ่งมีค่า 0.5 ในกรณีที่ระดับความลาดชันมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 0.4 ที่ระดับความลาดชันอยู่ระหว่าง 3.50 - 4.50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 0.3 ที่ระดับความลาดชันอยู่ระหว่าง 1 - 3 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเท่ากับ 0.2 ที่ระดับความลาดชันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์

S = ความลาดเทของพื้นที่ ในหน่วยเปอร์เซ็นต์

C = ค่าอิทธิพลของพืชหรือสิ่งคลุมดิน เป็นอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างพื้นที่ที่มีพืชชนิดใดชนิดหนึ่งปกคลุมอยู่กับการสูญเสียดินจากบริเวณที่ไถพรวนที่ปราศจากพืชปกคลุมดิน ซึ่งใช้ในการหาค่าความคงทนของดิน

P = ค่าอิทธิพลของมาตรการที่ใช้ในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน เป็นค่าอัตราส่วนการสูญเสียดินจากพื้นที่ที่มีวิธีการอนุรักษ์ดินแบบต่าง ๆ เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ (Contouring) การปลูกพืชเป็นแถบลาย (Strip cropping) หรือการทำขั้นบันไดดิน (Terracing) กับบริเวณที่ปลูกพืชขึ้นลงตามแนวขนานความลาดชัน

3. แบบจำลองที่เสนอแนะมาประยุกต์ใช้กับดินในประเทศไทย

การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อประเมินการสูญเสียดิน ผลที่ได้เป็นเพียงการคาดคะเน จำเป็นต้องทราบถึงปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นเครื่องมือชี้วัดความถูกต้องแม่นยำของแบบจำลองนั้น ๆ ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการนำแบบจำลองสมการการสูญเสียดินสากลมาประยุกต์ใช้ แต่เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลองความถูกต้องของการใช้สมการเพื่อคาดคะเนการสูญเสียดินได้นั้น ก็ต่อเมื่อเป็นดินที่มีเนื้อดินปานกลาง (Medium texture soil) อยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 3 – 18 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของความลาดเทไม่เกิน 400 ฟุต ตลอดจนมีการปลูกพืชและมีการจัดการคล้ายกับแปลงทดลองการสูญเสียดินซึ่งเป็นรากฐานในการสร้างสมการนี้ ในการคาดคะเนการสูญเสียดินเฉลี่ยระยะยาวมากกว่าเป็นค่าของปีใดปีหนึ่งโดยเฉพาะ และความถูกต้องในการคำนวณการสูญเสียดินเฉลี่ยบนพื้นที่ขนาดใหญ่ยังขึ้นอยู่กับค่าของปัจจัยซึ่งต้องมีสภาพกายภาพและการจัดการว่าถูกต้องมากน้อยเพียงไรบนดินที่มีการประเมินค่าปัจจัยต่าง ๆ สำหรับบริเวณนั้น ทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อน จึงมีการนำแบบจำลองอื่น ๆ ที่มีความถูกต้องมากกว่ามาประยุกต์ใช้ เช่น แบบจำลอง MMF (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

แบบจำลอง MMF นั้นยังคงอาศัยหลักการของสมการการสูญเสียดินสากลในการพัฒนา ซึ่งจุดประสงค์ของการสร้างแบบจำลองนี้ขึ้นก็เพื่อที่จะทำนายการชะล้างพังทลายของดินรายปีในพื้นที่ลาดเขา โดยมีข้อดี คือ มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้ แบบจำลอง MMF ได้พิจารณาถึงกลไกที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในรูปแบบทางกายภาพ โดยคำนึงถึงกลไกย่อยต่าง ๆ เช่น พลังงานของเม็ดฝนในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ที่ทำให้เม็ดดินแตกกระจาย เป็นต้น สำหรับหลักพิจารณาการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ของแบบจำลอง MMF นั้นได้พิจารณากระบวนการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 2 กระบวนการ คือ การแตกกระจายของเม็ดดินที่เกิดจากเม็ดฝน และการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย ไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน ดังนั้นการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MMF ในการวิเคราะห์และประเมินการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย จึงช่วยเพิ่มความถูกต้องและผลการดำเนินงาน และการวางมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การเปรียบเทียบผลการประเมินระหว่างการใช้แบบจำลอง MMF และสมการการสูญเสียดินสากล

ในการศึกษาเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินระหว่างการใช้แบบจำลอง MMF และสมการการสูญเสียดินสากล จะเป็นการนำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินได้จากแบบจำลอง MMF ของปี 2545 และ 2546 ไปทำการซ้อนทับ (Overlay) กับแผนที่การชะล้างพังทลายของดินที่ได้จากสมการการสูญเสียดินสากล ที่กรมพัฒนาที่ดิน ได้ศึกษาไว้ในปี 2545 เพื่อศึกษาพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกัน

นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบแผนที่การชะล้างพังทลายของดินที่ได้มาจากแบบจำลอง MMF ระหว่างปี 2545 และ 2546 เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของระดับการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละพื้นที่ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

- นำชั้นข้อมูลแผนที่การชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF ของปี 2545 และ 2546 รวมทั้งแผนที่การชะล้างพังทลายของดินที่ได้จากสมการการสูญเสียดินสากลมาทำการซ้อนทับกับด้วยคำสั่งยูเนียน (Union) ในโปรแกรม ArcInfo

- เปรียบเทียบพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินที่ตรงกันและต่างกันของแผนที่ทั้ง 3 แผนที่

5. วิธีดำเนินการ

5.1 ตรวจสอบเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการตรวจสอบเอกสารนั้นได้มีการศึกษาถึงข้อมูลเบื้องต้นของการชะล้างพังทลายของดิน รูปแบบของการชะล้างพังทลายของดิน ประเภทของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในส่วนของการใช้แบบจำลอง MMF เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงรายละเอียดของปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษา อันได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศและปัจจัยที่เกี่ยวกับดิน

5.2 ออกแบบการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน

ในออกแบบการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องและใช้ในแบบจำลอง และนำมาวางกระบวนการในการจัดการข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (Attribute data) เพื่อให้กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษา และสามารถดำเนินการได้โดยคำสั่งของโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้

5.3 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลทั้งในรูปแบบที่เป็นแผนที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลดิจิทัลที่มีพิกัดของจุดข้อมูลนั้นแน่นอนได้แก่ข้อมูลดังแสดงใน ตารางที่ 6

5.4 การเตรียมข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาทำการเตรียมข้อมูลให้เป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขของการศึกษา และตรวจสอบความถูกต้อง สำหรับข้อมูลที่ต้องทำการเตรียมก่อนการประมวลผลนั้นมีทั้งหมด 11 ปัจจัยดังแสดงใน ตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	ที่มา	รายละเอียดข้อมูล
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา - ข้อมูลปริมาณน้ำฝน - ข้อมูลจำนวนวันฝนตก - ข้อมูลความหนักเบาของฝน สูงสุดในช่วงชั่วโมง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบดิจิทัล พร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูล จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ โดยเป็นข้อมูลรายเดือนและรายปี ของปี 2545 และ 2546
ข้อมูลสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลแผนที่บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) จำนวน 1,273 จุดเก็บตัวอย่างทั่วประเทศ
ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลเส้นความสูงเท่า (Contour line) ของพื้นที่ทั่วประเทศ ในรูปแบบที่บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีระยะห่างชั้นละ 100 เมตร
ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2543 โดยการแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม มาตราส่วนแผนที่ 1 : 100,000 และ 1 : 50,000
ข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ฐานข้อมูลการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย มาตราส่วนระดับภาค 1 : 100,000 จัดทำในปี 2545
ข้อมูลขอบเขตการปกครองระดับตำบล อำเภอ และจังหวัด	กรมพัฒนาที่ดิน	ขอบเขตการปกครองอ้างอิงตามกรมการปกครองถึงปี 2542 มาตราส่วน 1 : 50,000

ตารางที่ 7 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ประมวลผลในแบบจำลอง MMF

ข้อมูล	ที่มาของข้อมูล
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา - ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual rainfall: R) - ข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี (Rainy day: Rn) - ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่ง ชั่วโมง (Rainfall intensity: I)	เตรียมโดยการใช้ข้อมูลจากจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ของปี 2545 และ ปี 2546
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิน - ข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม (Moisture content at field capacity: MS) - ข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density: BD) - ข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัด ชะด้วยน้ำฝน (Soil detachability index: K)	เตรียมจากฐานข้อมูลสมบัติทางกายภาพของดิน ของกรม พัฒนาที่ดิน ร่วมกับการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน - ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ (Crop interception percent factor: A) - ข้อมูลระดับความลึกของรากพืช (Rooting depth: RD) - ข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริง กับการระเหยน้ำสูงสุด (Ratio of actual to potential evapotranspiration: E_p/E_0) - ข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณ (Crop cover factor: C)	เตรียมขึ้นจากฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2543 โดยการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร
ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ - ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ (Elevation)	คำนวณจากข้อมูลเส้นความสูงเท่า ที่มีระยะห่างชั้นละ 100 เมตร

จาก ตารางที่ 7 ข้อมูลที่ใช้ในการป้อนเข้าสู่แบบจำลอง MMF นั้นมีทั้งสิ้น 11 ข้อมูลซึ่งมีวิธีการเตรียมดังนี้

5.4.1 ข้อมูลอุตุนิมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี
- ข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี
- ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง

ข้อมูลทั้ง 3 ประเภทนั้นได้นำมาจากรฐานข้อมูลของกรมอุตุนิมวิทยา โดยเป็นข้อมูลของปี 2545 และ 2546 ซึ่งข้อมูลที่ได้มาจะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ สำหรับซึ่งต้องนำมาเตรียมก่อนการวิเคราะห์ด้วยวิธีดังนี้

- นำเข้าข้อมูลเชิงปริมาณและพิกัดภูมิศาสตร์แบบเส้นละติจูด-ลองจิจูด ของแต่ละข้อมูลไปเป็นฐานข้อมูลตารางในรูปแบบไฟล์ฐานข้อมูล (Database file: DBF)
- นำเข้าสู่ชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS
- แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบพิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (UTM Indian_Datum_1975) Zone 47
- แปลงข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1
- เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับมาเป็นเพียงจุดตามพิกัดจึงต้องทำการกระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก (Interpolation) ที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย (Moving average) ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะผกผัน (Inverse distance weight) โดยอัลกอริทึม (Algorithm) ของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาดของกริดเซลล์ (Grid cell size) 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

5.4.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิน

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดินที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วย

- ข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม
- ข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน
- ข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน

สำหรับข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม และข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน นำมาจากรฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งค่าที่ได้มานั้นเป็นค่าที่ได้มาจากการสำรวจจุดตัวอย่างจำนวน 1,273 จุดทั่วประเทศ ในส่วนของข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน อาศัยค่าที่ได้จากการตรวจเอกสารซึ่งอ้างอิงกับข้อมูลเนื้อดิน ซึ่งมาจากรฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดินเช่นกัน สำหรับค่าที่นำมาใช้นั้นแสดงดัง ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝนจำแนกตามเนื้อดิน

เนื้อดิน	ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน (กรัมต่อจุล)
ดินทราย (Sand)	1.20
ดินทรายปนดินร่วน (Loamy sand)	0.30
ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)	0.70
ดินร่วน (Loam)	0.80
ดินทรายแป้ง (Silt)	1.00
ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam)	0.90
ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam)	0.10
ดินร่วนเหนียว (Clay loam)	0.70
ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silt clay loam)	0.80
ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay)	0.30
ดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silt clay)	0.50
ดินเหนียว (Clay)	0.05

ที่มา: Morgan (2001)

สำหรับวิธีการเตรียมข้อมูลก่อนการนำไปวิเคราะห์มีดังนี้

- บ่อนค่าของข้อมูลที่ได้จากการตรวจเอกสาร เข้าสู่ฐานข้อมูลกายภาพของดินในรูปแบบข้อมูลตารางของโปรแกรม Arcview GIS
- แปลงข้อมูลจากรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS เข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1
- เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับมาเป็นเพียงจุดตามพิกัดจึงต้องทำการกระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการโดยการแทรก ที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะผกผัน โดยอัลกอริทึมของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาดของกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

5.4.3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นประกอบด้วย

- ข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณ
- ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้
- ข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำ
- ข้อมูลระดับความลึกของรากพืช

ข้อมูลของค่าการปกคลุมของพืชพรรณที่นำมาใช้นั้นเป็นการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร ซึ่งได้จัดทำไว้โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ซึ่งค่าการปกคลุมของพืชพรรณในที่นี้เป็นผลคูณระหว่างค่าปัจจัยการจัดการพืช (Crop management factor: C) และค่าการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (Practice factor: P) ที่ใช้ในสมการการสูญเสียดินสากล ซึ่งบอกถึงความสามารถของพืชที่คลุมดินว่าสามารถมีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างไร โดยการให้ค่านั้นจะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ดังตารางที่ 9

ในส่วนของการเตรียม ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ และข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด นั้นได้ใช้ค่าจากการตรวจเอกสารโดยจำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน และในการเตรียมข้อมูลระดับความลึกของรากพืช ในการศึกษานี้ได้ใช้ค่าจากแบบจำลอง MMF ซึ่งได้ใช้คำว่า “ค่าระดับความลึกของน้ำที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ (Effective hydrological depth)” แทนคำว่า “ระดับความลึกของรากพืช” ค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าความลึกที่รากพืชสามารถดึงเอาน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ (ในหน่วยเมตร) ค่าของทั้ง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ค่าการปกคลุมของพืชพรรณและ ค่าการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ประเมินตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินตามภูมิภาค

กลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ภาคกลาง		ภาคตะวันตก		ภาคเหนือ		ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคตะวันออก		ภาคใต้	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
นาข้าว	0.280	1.0	0.280	1.0	0.280	0.1	0.280	0.1	0.280	1.0	0.280	1.0
พืชไร่	0.485	1.0	0.485	1.0	0.474	1.0	0.525	1.0	0.485	1.0	0.322	1.0
ไม้ยืนต้น	0.150	1.0	0.150	1.0	0.150	1.0	0.150	1.0	0.150	1.0	0.160	1.0
ไม้ผล	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0	0.300	1.0
พืชสวน	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0	0.600	1.0
ไร่มวนเวียน	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0	0.250	1.0
ทุ่งหญ้า	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0	0.100	1.0
เกษตรผสมผสาน	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0	0.225	1.0
ป่าไม่ผลัดใบ	0.003	1.0	0.003	1.0	0.003	1.0	0.003	1.0	0.001	1.0	0.001	1.0
ป่าผลัดใบ	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0	0.048	1.0
สวนป่า	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0
วนเกษตร	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0	0.088	1.0
ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0	0.015	1.0

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมพัฒนาที่ดิน (2545)

หมายเหตุ: C คือ ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ P คือ ค่าการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

สำหรับวิธีการเตรียมข้อมูลก่อนการนำไปวิเคราะห์มีดังนี้

- ป้อนค่าของข้อมูลที่ได้จากการตรวจเอกสาร เข้าสู่ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบข้อมูลตารางของโปรแกรม Arcview GIS
- แปลงข้อมูลจากรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS เข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1
- เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวอยู่ในรูปแบบ พื้นที่ปิด (Polygon) ซึ่งเป็นข้อมูลเวกเตอร์ จึงต้องทำการแปลงข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบราสเตอร์ (Raster) ของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 10 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง MMF จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	A (เปอร์เซ็นต์)	E_t/E_0	RD (เมตร)
พื้นที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์	0.00	0.09	0.09
พื้นที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์ ที่มีความลาดชัน	0.00	0.05	0.05
ป่าไม้ผลัดใบ	30.0	0.90	0.20
ป่าไม้ไม่ผลัดใบ	35.0	0.90	0.20
เหมือง	0.00	0.05	0.05
พืชไร่	25.0	0.60	0.12
สวนป่า	25.0	0.90	0.20
พืชสวน	20.0	0.90	0.15
นาข้าว	35.0	1.35	0.12
ไม้ยืนต้น	20.0	0.90	0.15
ทุ่งหญ้า	20.0	0.88	0.14
ไร่เลื่อนลอย	0.00	0.05	0.05
เมือง หรือหมู่บ้าน	0.00	0.00	0.00
แหล่งน้ำ	0.00	0.00	0.00

ที่มา: ดัดแปลงจาก นิพนธ์ (2545) และ Morgan (2001)

หมายเหตุ: A คือ ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ E_t/E_0 คือ อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการ
ระเหยน้ำสูงสุด
RD คือ ระดับความลึกของรากพืช

5.4.4 ข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการหาระดับความสูงของภูมิประเทศ คือ ข้อมูลเส้นความสูงเท่า ที่มี
ระยะห่างกันชั้นละ 100 เมตร ซึ่งมีวิธีการเตรียมข้อมูลให้เป็นความสูงของภูมิประเทศได้ดังนี้

- แปลงข้อมูลเส้นชั้นความสูงเท่าจากรูปแบบของโปรแกรม Arcview GIS เข้าสู่

โปรแกรม ILWIS 3.1

- เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวอยู่ในรูปแบบเส้นชั้นความสูงเท่า ดังนั้นจึงต้องทำการกระจาย

ค่าข้อมูลโดยวิธีการแทรก เพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital elevation model: DEM)
ด้วยอัลกอริทึมของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

บทที่ 5

การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน (ประเทศไทย)

การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปีโดยแบบจำลอง MMF ในการศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำขึ้น 2 ปี คือ ปี 2545 และ 2546 โดยขั้นตอนในการจัดทำนั้นมีลักษณะเดียวกันทั้ง 2 ปี รวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดิน และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นก็เป็นการใช้ข้อมูลเดียวกัน เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปน้อยเมื่อมองในภาพรวมของพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้นั้นจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละปี เนื่องจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอนในแต่ละปี

สำหรับการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปีโดยแบบจำลอง MMF นั้นจะแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการแตกกระจายของดินที่เกิดจากเม็ดฝน และกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน อันเป็นแนวคิดของแบบจำลอง MMF ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

1. การประเมินการแตกกระจายของดิน (Soil detachment)

การจัดทำแผนที่ปริมาณการแตกกระจายของดิน นั้นจะต้องอาศัยการหาพลังงานของน้ำฝนที่จะก่อให้เกิดการแตกกระจายของเม็ดดินก่อน แล้วจึงนำพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นนั้นมาประเมินปริมาณดินที่กระจายออกเป็นเม็ดดิน ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

- การหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝน

การหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่จะก่อให้เกิดการแตกตัวของดิน ซึ่งในที่นี้ได้ใช้สมการของ Hudson (1965) ที่ได้ทำการทดลองหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝนในประเทศซิมบับเว (Zimbabwe) สมการนี้ได้พัฒนาขึ้นให้เหมาะสมสำหรับใช้กับประเทศในเขตร้อนชื้น

การวิเคราะห์ทำการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีในหน่วย มิลลิเมตร และข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมงในหน่วย มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ที่อยู่ในรูปข้อมูลแบบราสเตอร์ ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อมาทำการวิเคราะห์ตามสมการของ Hudson (1965) เพื่อที่จะได้ข้อมูลพลังงานจลน์ของฝน ในหน่วยจูลต่อตารางเมตร ในรูปข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่มีขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร สมการการหาพลังงานจลน์ของฝน โดย Hudson (1965) คือ

$$E = R [29.8 + (127.5/I)]$$

E = พลังงานจลน์ของฝน ในหน่วยจูลต่อตารางเมตร

R = ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วยมิลลิเมตร

I = ข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมง

- การหาปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจาย

การหาปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจายจากพลังงานของเม็ดฝน เป็นการใช้ข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ และข้อมูลพลังงานจลน์ของฝน ที่อยู่ในรูปราสเตอร์ ที่มีขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร มาทำการวิเคราะห์ตามสมการเพื่อให้ได้ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจาย ซึ่งสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

$$D = K.(E \exp^{-aA})b.10^{-3}$$

- D = ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจาย ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร
 K = ข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน ในหน่วยกรัมต่อจุล
 E = พลังงานจลน์ของฝน ในหน่วยจุลต่อตารางเมตร
 A = ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้
 a = 0.05
 b = 1.0

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมการทั้ง 2 สมการข้างต้นจะใช้การเขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลตามคำสั่งที่เขียนเอาไว้ โดยใช้ข้อมูลที่เตรียมไว้ในการประมวลผล และได้ผลลัพธ์สุดท้ายออกมาเป็น แผนที่ปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยอยู่ในรูปของข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

2. การประเมินการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่า (Soil transportation)

การทำแผนที่การพัดพาอนุภาคดินด้วยน้ำไหลบ่าหน้าดินนั้น จะต้องพิจารณาจากปัจจัยย่อย ๆ ก่อน แล้วจึงนำปัจจัยเหล่านั้นมาประเมินหาปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปด้วยน้ำไหลบ่า ปัจจัยย่อยที่ต้องนำมาพิจารณาก่อนนั้นได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ทั้ง 2 ปัจจัยที่พิจารณาได้จะสามารถนำไปคำนวณเป็นปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เกิดขึ้น และนำไปวิเคราะห์หาค่าของปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- การหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี (Mean rain per rainy day)

การประเมินปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันนั้น ได้มาจากการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วยมิลลิเมตร มาพิจารณาร่วมกับข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี ซึ่งการพิจารณาเป็นดังสมการต่อไปนี้

$$R_0 = R/R_n$$

R_0 = น้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน

R = ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วยมิลลิเมตร

R_n = ข้อมูลจำนวนวันฝนตกในรอบปี ในหน่วยวัน

- การหาปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ (Soil moisture capacity under actual vegetation)

การหาปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ จะอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของดิน 2 ปัจจัย คือ ข้อมูลความจุความชื้นของดินที่ระดับสนามในหน่วย เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก และข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน ในหน่วยเมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยนำปัจจัยทั้ง 2 มาพิจารณาร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชอีก 2 ปัจจัยคือ ข้อมูลอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด และข้อมูลระดับความลึกของรากพืช ในหน่วย เมตร ซึ่งในการประมวลผลจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการเตรียมข้อมูลมาประมวลผลในสมการต่อไปนี้

$$R_c = 1000.MS.BD.RD.(E_r/E_0)^{0.05}$$

R_c = ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ในหน่วยมิลลิเมตร

MS = ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ในหน่วยเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก

BD = ข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน ในหน่วยเมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

RD = ระดับความลึกของรากพืช ในหน่วยเมตร

E_r/E_0 = อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด

- การหาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน

การหาปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน นั้นเป็นการนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ มาพิจารณาร่วมกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี โดยค่าที่ได้นั้นจะนำมาพิจารณาร่วมกับปริมาณน้ำฝนรายปีอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะให้ผลออกมาเป็นปริมาณน้ำไหลบ่าที่เกิดขึ้นในหน่วย มิลลิเมตร ซึ่งการพิจารณา นั้นเป็นไปตามสมการต่อไปนี้

$$Q = R.exp^{(-RC/R_0)}$$

Q = ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในหน่วยมิลลิเมตร

R = ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในหน่วยมิลลิเมตร

R_c = ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ในหน่วยมิลลิเมตร

R_0 = น้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน

- การหาปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพา

ในการจัดทำแผนที่ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพานั้นจะอาศัยค่าของปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน มาพิจารณาร่วมกับข้อมูลค่าการปกคลุมของพืชพรรณรวมถึงค่าความลาดชันของภูมิประเทศในหน่วยองศา ซึ่งค่าของความลาดชันนี้สามารถหาได้จากข้อมูลความสูงของระดับภูมิประเทศโดยการใช้คำสั่งในโปรแกรม ILWIS 3.1 เมื่อได้ข้อมูลครบทั้ง 3 ปัจจัยแล้วจึงนำมาประมวลผลตามสมการดังต่อไปนี้

$$T = C.Q^2.sinS.10^{-3}$$

T = ปริมาณเม็ดดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร

C = ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ

Q = ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในหน่วยมิลลิเมตร

S = ค่าความลาดชันของภูมิประเทศ ในหน่วยองศา

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมการข้างต้นจะการใช้การเขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 เพื่อให้โปรแกรมทำการประมวลผลตามคำสั่งที่เขียนเอาไว้ โดยใช้ข้อมูลที่เตรียมไว้ในการประมวลผล และได้ผลลัพธ์สุดท้ายออกมาเป็น แผนที่ปริมาณเม็ดดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า ในหน่วย กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยอยู่ในรูปของข้อมูลแบบราสเตอร์ ที่ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

3. การประเมินการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion assess)

หลังจากการประมวลผลข้อมูลอันได้มาซึ่งแผนที่ปริมาณการแตกกระจายของดิน ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร และแผนที่ปริมาณเม็ดดินที่สามารถถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า ในหน่วยกิโลกรัมต่อตารางเมตร แล้วตามแนวคิดของแบบจำลอง MMF จะนำแผนที่ของทั้ง 2 กระบวนการมาเปรียบเทียบกับกันโดยที่ปริมาณของกระบวนการใดที่น้อยกว่ากระบวนการนั้นก็จะเป็นปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน สำหรับการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินสามารถทำได้ดังนี้

- เขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 โดยมีเงื่อนไขว่าระหว่างปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดิน และปริมาณเม็ดดินที่สามารถถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า ปริมาณของกระบวนการใดมีค่าน้อยกว่าให้ถือเป็นปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน

- เมื่อได้แผนที่การชะล้างพังทลายของดินซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเมตร แล้ว จะใช้การเขียนคำสั่งบนโปรแกรม ILWIS 3.1 เพื่อเปลี่ยนค่าดังกล่าวให้อยู่ในหน่วย ต้นต่อไร่

- ทำการแปลงจากข้อมูลแบบราสเตอร์ ขนาดกริดเซลล์ 100 x 100 ตารางเมตร ไปเป็นข้อมูลแบบคัฟเวอร์เรจ (Coverage) ของโปรแกรม ArcInfo 8

- ทำการแบ่งระดับการชะล้างพังทลายของดินออกเป็นระดับความรุนแรง 5 ระดับ คือตั้งแต่ระดับที่มีการชะล้างพังทลายของดินน้อยมากจนถึงระดับที่รุนแรงมาก และแยกระหว่างพื้นที่ราบและพื้นที่สูง จะได้ผลการศึกษาเป็นแผนที่ระดับการชะล้างพังทลายของดินรายปี สำหรับการจัดแบ่งระดับความรุนแรงอธิบายดัง ตารางที่ 11

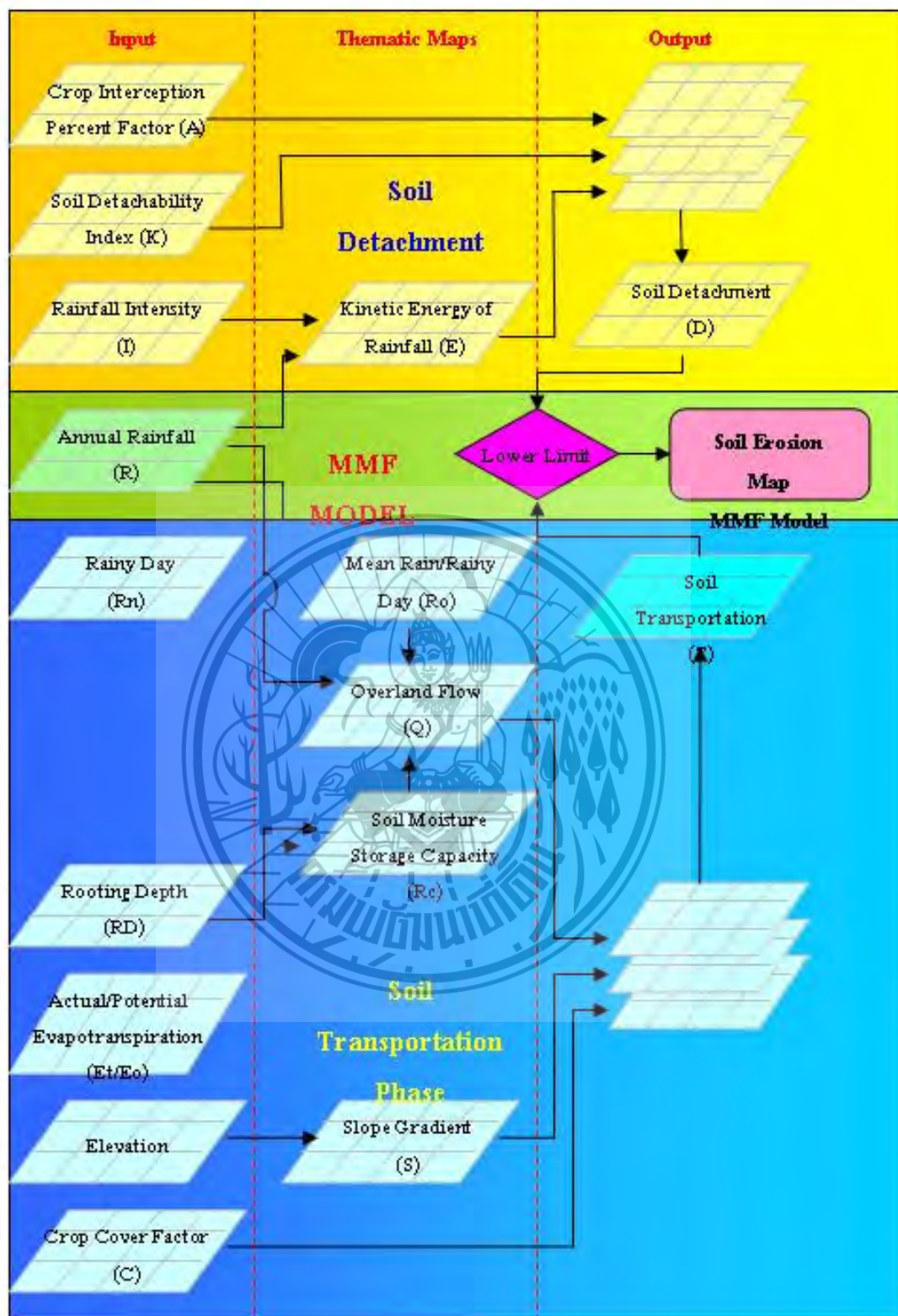


ตารางที่ 11 การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตันต่อไร่ต่อปี	มิลลิเมตรต่อปี
พื้นที่ราบ		
1L : น้อยมาก (Very slight)	0 – 2	0 – 0.96
2L : น้อย (Slight)	2 – 5	0.96 – 2.40
3L : ปานกลาง (Moderate)	5 – 15	2.40 – 7.20
4L : รุนแรง (Severe)	15 – 20	7.20 – 9.60
5L : รุนแรงมาก (Very severe)	มากกว่า 20	มากกว่า 9.60
พื้นที่สูง		
1H : น้อยมาก (Very slight)	0 – 2	0 – 0.96
2H : น้อย (Slight)	2 – 5	0.96 – 2.40
3H : ปานกลาง (Moderate)	5 – 15	2.40 – 7.20
4H : รุนแรง (Severe)	15 – 20	7.20 – 9.60
5H : รุนแรงมาก (Very severe)	มากกว่า 20	มากกว่า 9.60

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมพัฒนาที่ดิน (2545)

หมายเหตุ: พื้นที่ราบ หมายถึง ที่ราบลุ่มน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขาความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์
พื้นที่สูง หมายถึง ภูเขาและที่ลาดหุบเขาความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดหลักในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง MMF

3.1 ปัจจัยและกระบวนการในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

ในการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF สามารถได้ผลการศึกษาเบื้องต้น คือ ผลจากการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแตกกระจายของเม็ดดิน และกระบวนการพัดพาอนุภาค ดินไปกับน้ำไหลบ่า เพื่อใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน โดยผลจากการเตรียมข้อมูลให้เป็นชั้น ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขของ การศึกษา ได้ผลการศึกษาดังนี้

3.1.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนรายปี ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีนั้น เป็นค่าที่ได้มาจากสถานีตรวจอากาศ ของกรมอุตุนิยมวิทยา จากการเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ในปี 2545 และ 2546 โดยการกระจายค่า ข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก ที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะผกผัน พบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีของประเทศไทยในปี 2545 และ 2546 อยู่ในช่วง 279 - 6,840 มิลลิเมตร และ 647 - 4,329 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ภาพที่ 4 และภาพที่ 5

จำนวนวันฝนตกในรอบปี ข้อมูลจำนวนวันฝนตกของประเทศไทย ซึ่งได้จาก กระบวนการเตรียมข้อมูลนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 24 - 209 วัน ในปี 2545 และ 67 - 193 วัน ในปี 2546 และจาก ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีจำนวนวันฝนตกสูงนั้น มีการกระจายตัวอยู่ในบริเวณพื้นที่ภาคตะวันตกตอนล่าง และภาคใต้ตอนบน สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ภาพที่ 6 และภาพที่ 7

ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง จากการเตรียมข้อมูลความหนักเบาของฝน สูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ที่ตรวจวัดโดยสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า

ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมงของประเทศไทย ในปี 2545 และ 2546 มีค่า อยู่ในช่วง 1.28 - 69.99 มิลลิเมตร และ 11.01 - 99.94 มิลลิเมตร ตามลำดับ สำหรับผลการศึกษาสามารถ แสดงดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9

ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ข้อมูลค่าความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ที่เตรียมขึ้นจากการกระจายค่าข้อมูล จากจุดสำรวจตัวอย่างจำนวน 1,273 จุดทั่วประเทศที่สำรวจโดยกรมพัฒนา ที่ดิน ลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก ที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย นั้น จากผลการศึกษาพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.02 - 0.60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก โดยพื้นที่ที่มีค่าความจุความชื้นของดินต่ำนั้น ส่วนมากจะอยู่ในพื้นที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับผลการศึกษาในส่วนของการเตรียมค่าความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม สามารถแสดงดัง ภาพที่ 10

ความหนาแน่นรวมของดิน การเตรียมข้อมูลความหนาแน่นรวมของดินนั้นสามารถ เตรียมขึ้นจากการกระจายค่าข้อมูลจากจุดสำรวจตัวอย่างจำนวน 1,273 จุดทั่วประเทศ ลงสู่ทุกพื้นที่โดยการแทรก ที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นรวมของดินในประเทศไทยมีค่าอยู่ในช่วง 0.16 - 2.33 เมกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งดินที่มีค่าความหนาแน่นรวมสูงนั้น ส่วนมากกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ภาพที่ 11

ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน ค่าดัชนีความคงทนของดินต่อการ ถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน สามารถเตรียมขึ้นโดยอาศัย ค่าที่ได้จากการตรวจเอกสาร และนำค่าดังกล่าวมาอ้างอิงกับ ข้อมูลเนื้อดิน ที่เป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อทำการเตรียมข้อมูล โดย การกระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่ โดยการแทรก ที่ใช้เส้นค่าเฉลี่ย พบว่าค่าดัชนีความคงทนของดิน ต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน มีค่าอยู่ในช่วง 0.05 - 1.20 กรัมต่อจุล สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ภาพที่ 12

ค่าการปกคลุมของพืชพรรณข้อมูลของค่าการปกคลุมของพืชพรรณที่นำมาใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF นั้นเป็นการใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน (2545) เป็นผู้ศึกษาและจัดทำไว้ โดยการให้ค่านั้นจะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ จากการเตรียมข้อมูลค่าที่นำมาใช้จะอยู่ในช่วง 0.00 - 0.80 ซึ่งค่าที่มากขึ้นจะส่งผลให้การชะล้างพังทลายของดินลดลง สำหรับผลการศึกษาในการจำแนกค่าการปกคลุมของพืชพรรณตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน แสดงดัง ภาพที่ 13

ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ ในการเตรียมข้อมูลร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ เป็นการนำค่าจากการตรวจเอกสารที่จำแนกตามประเภทของพืช และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการให้ค่านั้นจะอ้างอิงกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ จากฐานข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน และจากการเตรียมข้อมูลค่าที่นำมาใช้นั้นจะอยู่ในช่วง 0 - 35 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้ที่มีค่าต่ำนั้น จะส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงขึ้น สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดังภาพที่ 14

อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด ค่าของอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุดนั้น เป็นการเตรียมข้อมูลโดยใช้ค่าจากการตรวจเอกสาร ซึ่งค่าต่าง ๆ จะขึ้นกับชนิดของพืช และการใช้ประโยชน์ที่ดิน สำหรับการให้ค่านั้นจะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ซึ่งค่าอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุดที่นำมาใช้นั้น จะอยู่ในช่วง 0.00 - 1.35 โดยค่าอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด ที่มีค่ามากนั้น จะส่งผลให้การชะล้างพังทลายของดินลดลง สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 15

ระดับความลึกของรากพืช ค่าระดับความลึกของรากพืชนั้น เป็นการนำค่าซึ่งอ้างอิงจากการตรวจเอกสาร สำหรับค่าระดับความลึกของรากพืช จะหมายถึงปริมาณน้ำในดินที่รากพืชสามารถดึงไปใช้ได้ ค่าที่ใช้จะบอกเป็นระดับความลึกของน้ำในดิน สำหรับการเตรียมข้อมูลนั้น จะอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับค่าการปกคลุมของพืชพรรณโดยค่าระดับความลึกของรากพืช ที่ใช้ในการศึกษาจะอยู่ในช่วง 0.0 - 0.2 เมตร สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 16

ระดับความสูงของภูมิประเทศ ค่าระดับความสูงของภูมิประเทศนั้นสามารถเตรียมได้จากข้อมูลเส้นชั้นความสูงเท่า โดยวิธีการกระจายค่าของข้อมูลลงสู่ทุกพื้นที่ด้วยวิธีการแทรก เพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ซึ่งเป็นข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ โดยค่าที่ได้จากการทำ แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ของประเทศไทยนั้นจะอยู่ในช่วง 47.9 - 2,415.9 เมตร สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 17

3.1.2 กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน

กระบวนการแตกกระจายของดินอันเนื่องมาจากฝน ผลการศึกษาในส่วนของการกระบวนการแตกกระจายของดินอันเนื่องมาจากฝนนั้น เป็นผลการประเมินหาปริมาณดินที่ถูกแรงกระทำจากน้ำฝนและแตกกระจายออกเป็นเม็ดดิน การแตกกระจายของเม็ดดินเหล่านี้ ถือเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ในการพิจารณาปริมาณการแตกกระจายของดินอันเนื่องมาจากฝน สามารถพิจารณาได้เป็น 2 ส่วน คือ การหาพลังงานจลน์ของเม็ด และการหาปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจาย ซึ่งผลการศึกษาได้ดังนี้

- พลังงานจลน์ของเม็ดฝน การหาพลังงานจลน์ของเม็ดฝนโดยใช้สมการของ Hudson (1965) จากการประมวลผลข้อมูลที่เตรียมขึ้น อันประกอบไปด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี และข้อมูลความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ สามารถทราบถึงพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่กระทำต่อดินได้ โดยค่าพลังงานจลน์ของเม็ดฝนของประเทศไทยที่ประเมินได้นั้นมีค่าสูงสุด

185,440.314 จุลต่อตารางเมตร ในปี 2545 และ 120,131.632 จุลต่อตารางเมตร ในปี 2546 จากหลักการพิจารณาของแบบจำลอง MMF สามารถกล่าวได้ว่าค่าพลังงานจลน์ของเม็ดฝน ที่มีค่าสูงนั้นจะส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายสูงขึ้นได้ เมื่อปัจจัยอื่น ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 18 และ ภาพที่ 19

- ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจาย ผลการศึกษาในส่วนของการประเมินปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจายด้วยพลังงานจลน์ของฝนนั้น อาศัยข้อมูลดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน พลังงานจลน์ของฝน และร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดจับไว้ได้ เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาประมวลผลตามหลักการพิจารณาของแบบจำลอง MMF ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจายอันเนื่องมาจากน้ำฝนของประเทศไทย ที่ได้จากการประเมินจะอยู่ในช่วง 0.002 - 88.696 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือคิดเป็น 0.003 - 141.914 ตันต่อไร่ ในปี 2545 และในปี 2546 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณเม็ดดินที่แตกกระจายอันเนื่องมาจากน้ำฝนของประเทศไทยมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.260 - 51.911 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือคิดเป็น 0.416 - 83.058 ตันต่อไร่ โดยพื้นที่ที่มีปริมาณการแตกกระจายของเม็ดดินสูง ส่วนมากพบในพื้นที่ภาคเหนือและภาคใต้ สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงได้ดัง ภาพที่ 20 และภาพที่ 21

กระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่า ผลการศึกษาในส่วนของการกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจายไปกับน้ำไหลบ่า นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 5 ส่วน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ ความลาดชันของภูมิประเทศ ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน และการหาปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพา สำหรับผลจากการศึกษามีดังนี้

- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันสามารถประเมินได้จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี และจำนวนวันฝนตกในรอบปี โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี มีค่าอยู่ในช่วง 4 - 38 มิลลิเมตรต่อวัน ในปี 2545 และ 7 - 22 มิลลิเมตรต่อวัน ในปี 2546 สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงได้ดัง ภาพที่ 22 และภาพที่ 23

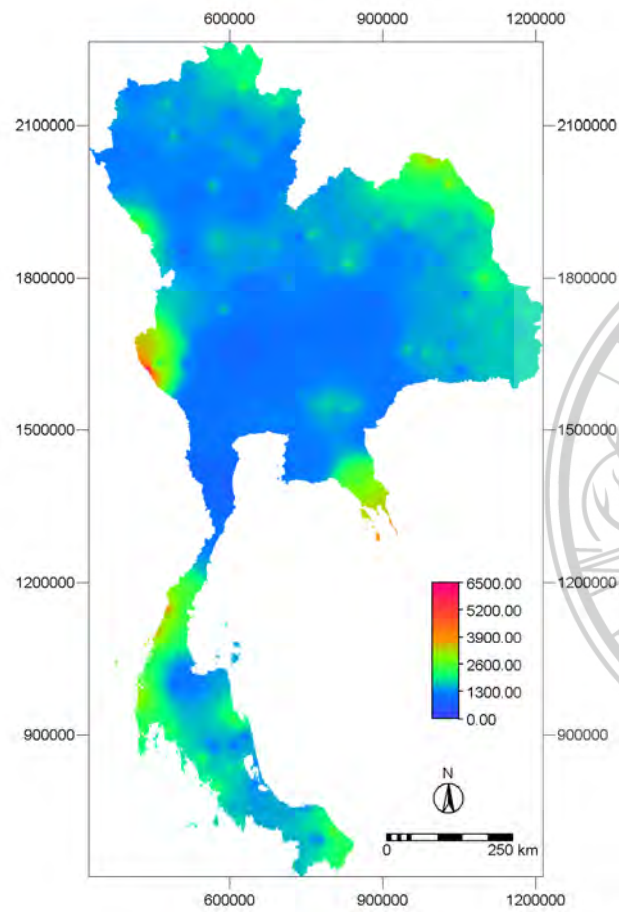
- ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ การประมวลผลเพื่อประเมินหาปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้นั้น อาศัยข้อมูลที่เตรียมขึ้นคือ ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม ความหนาแน่นรวมของดิน ระดับความลึกของรากพืช และอัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ ผลการศึกษาที่ได้พบว่า ค่าของปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้นั้นมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 135 มิลลิเมตร โดยผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 24

- ความลาดชันของภูมิประเทศ ในการพิจารณากระบวนการพัดพาอนุภาคดินไปกับน้ำไหลบ่า เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินด้วยแบบจำลอง MMF นั้น ความลาดชันของภูมิประเทศเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน สำหรับข้อมูลความลาดชันของภูมิประเทศ สามารถประเมินได้จากข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีความลาดชันของภูมิประเทศอยู่ในช่วง 0.00 - 74.39 องศา โดยพื้นที่ที่มีระดับความลาดชันของภูมิประเทศลาดชันมากนั้น ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณเทือกเขาทางภาคเหนือ รวมถึงเทือกเขาที่ทอดตัวลงมาจากภาคตะวันตกและภาคใต้ นอกจากนี้ยังพบในพื้นที่ที่เป็นภูเขาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกอีกด้วย สำหรับผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 25

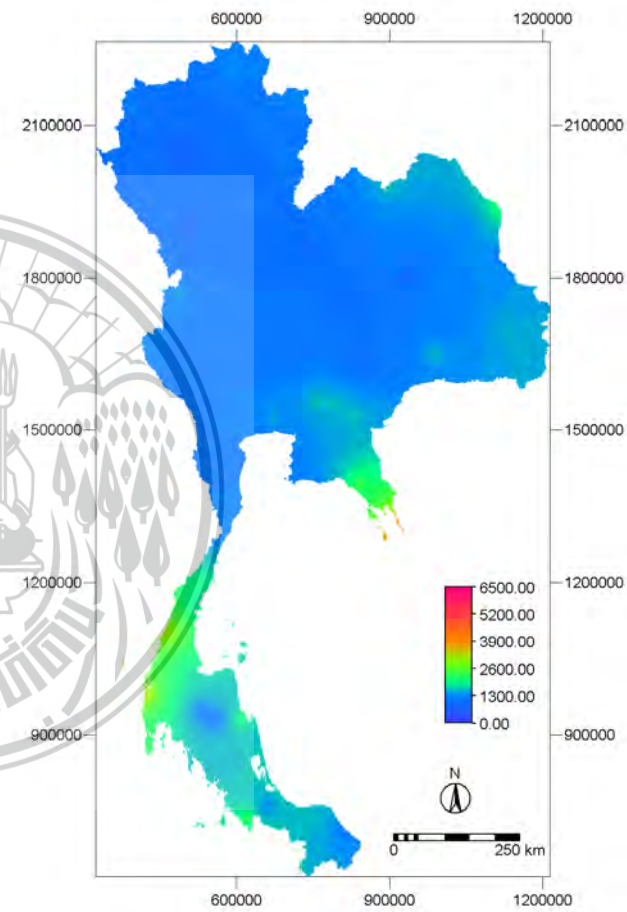
- ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินนั้นสามารถประเมินได้จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวัน และปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้ โดยผลการศึกษาจากการประเมินตามหลักการของแบบจำลอง MMF พบว่าปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน หรือน้ำท่า นั้นมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 - 5,919.58 มิลลิเมตร ในปี 2545 และค่าอยู่ในช่วง 0.03 - 4,323.70 มิลลิเมตร ในปี 2546 ผลการศึกษาแสดงได้ดัง ภาพที่ 26 และภาพที่ 27

- ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพา การประเมินปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่านั้น จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าของประเทศไทย ที่ได้จากการประเมินจะอยู่ในช่วง 0.00 - 16,701.32 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือคิดเป็น 0.00 - 26,722.11 ตันต่อไร่ ในปี 2545 และในปี 2546 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าของประเทศไทย มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.00 - 2,365.06 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือคิดเป็น 0.00 - 3,784.10 ตันต่อไร่ จากค่าดังกล่าวพบว่าค่าสูงสุดของปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าที่พบนั้นมีค่าสูงมาก อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวเป็นเพียงค่าในทางทฤษฎีเท่านั้น ในความเป็นจริงปริมาณดังกล่าวอาจจะไม่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากปริมาณอนุภาคดินที่สามารถถูกพัดพาไปได้อาจจะไม่มีมากถึงค่าดังกล่าว สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงได้ดัง ภาพที่ 28 และภาพที่ 29

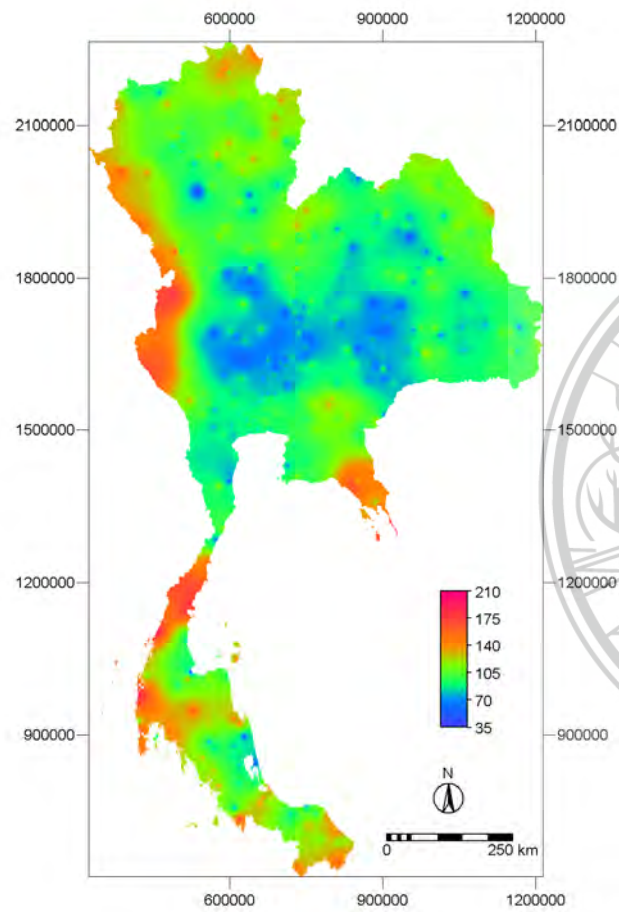




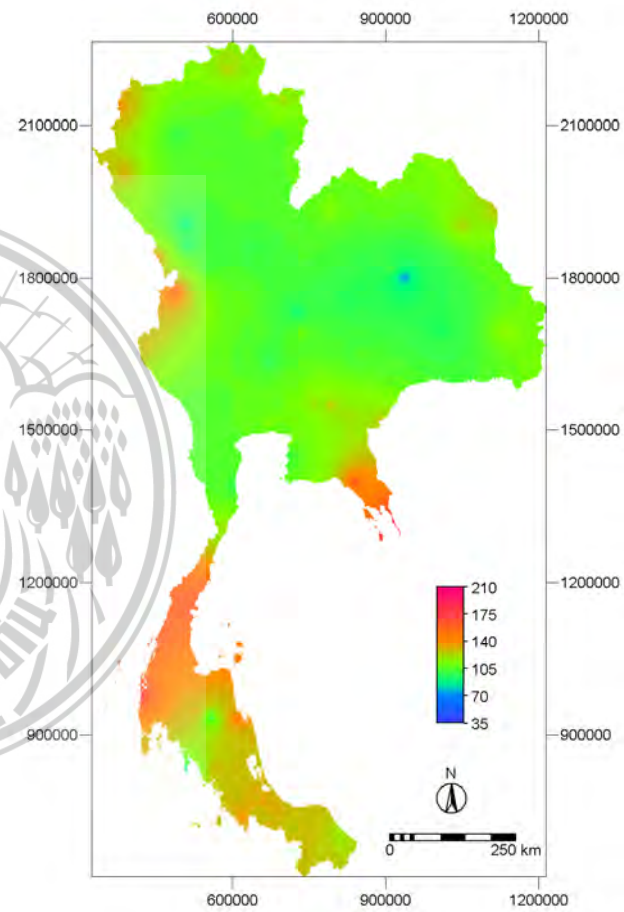
ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายปี ในปี 2545



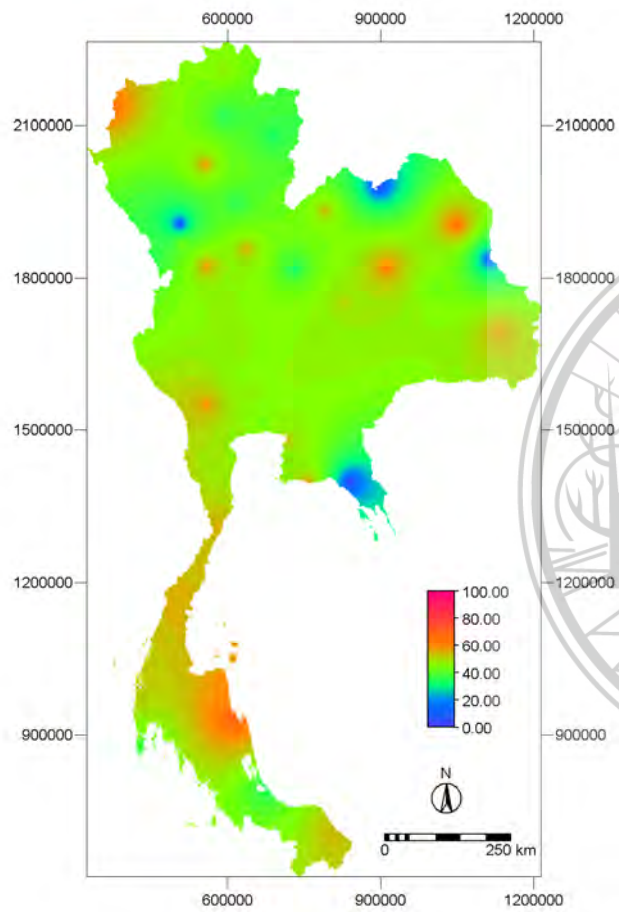
ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายปี ในปี 2546



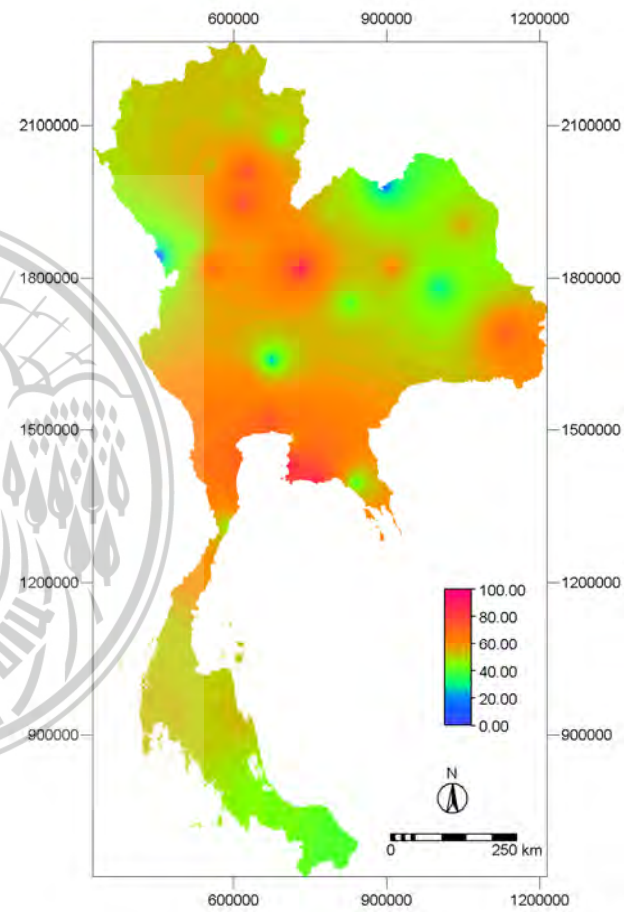
ภาพที่ 6 จำนวนวันฝนตกในรอบปี ในปี 2545



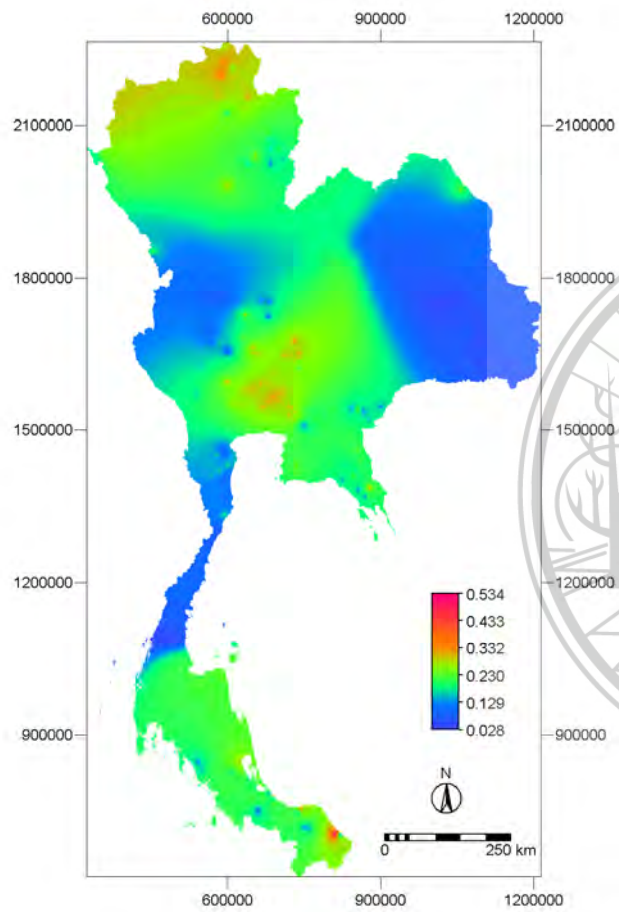
ภาพที่ 7 จำนวนวันฝนตกในรอบปี ในปี 2546



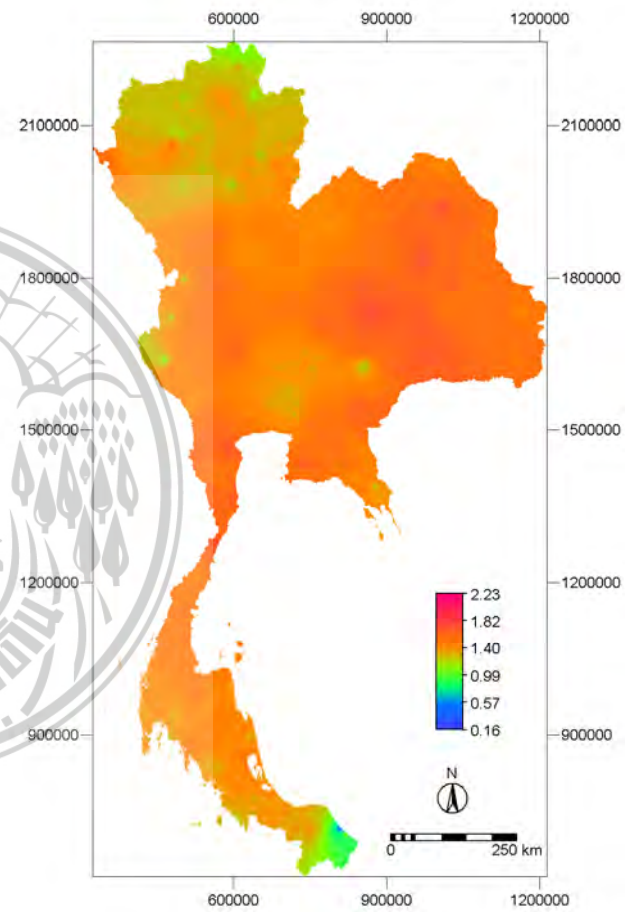
ภาพที่ 8 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในปี 2545



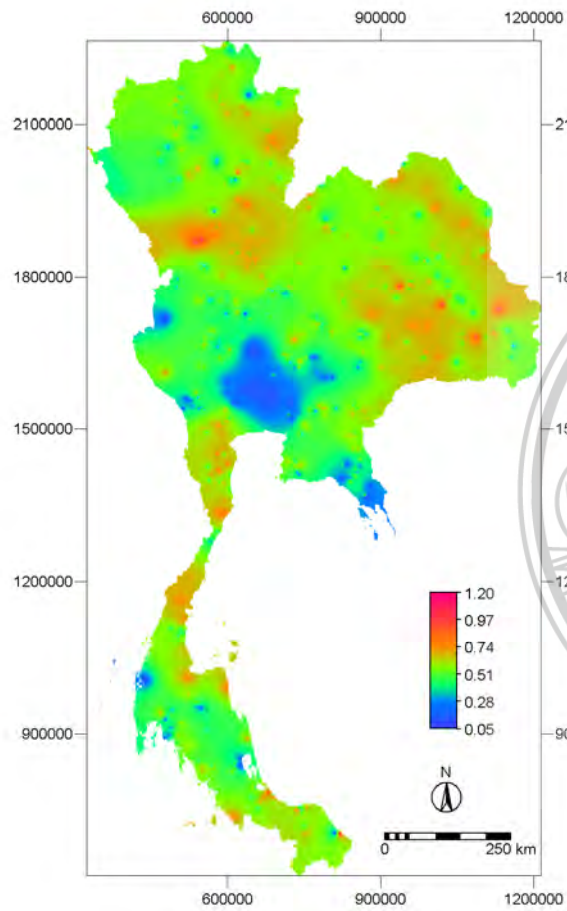
ภาพที่ 9 ความหนักเบาของฝนสูงสุดในหนึ่งชั่วโมง ในปี 2546



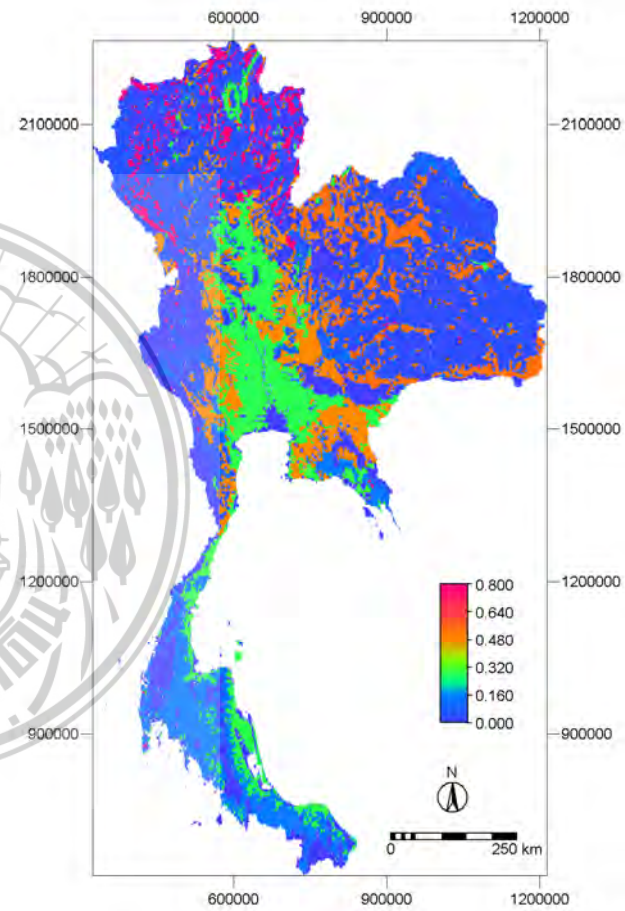
ภาพที่ 10 ความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม



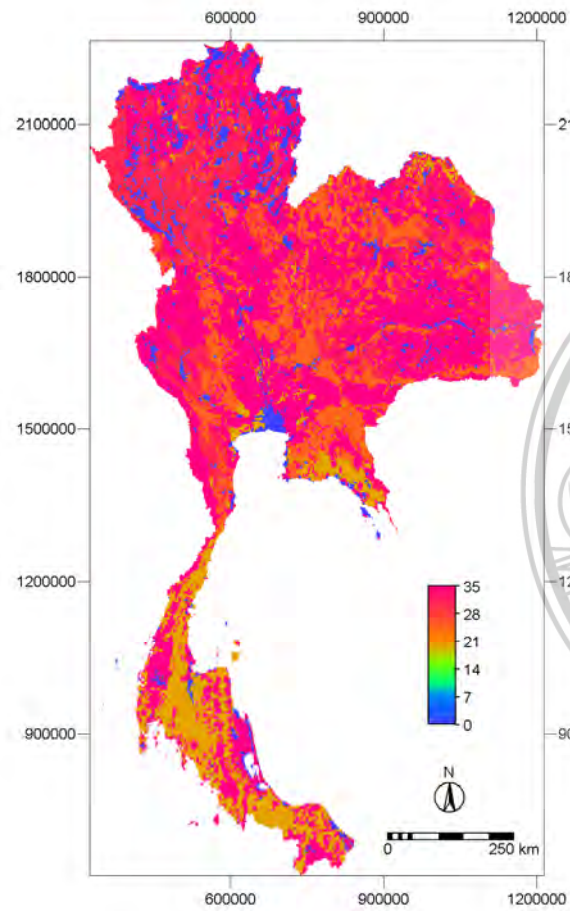
ภาพที่ 11 ความหนาแน่นรวมของดิน



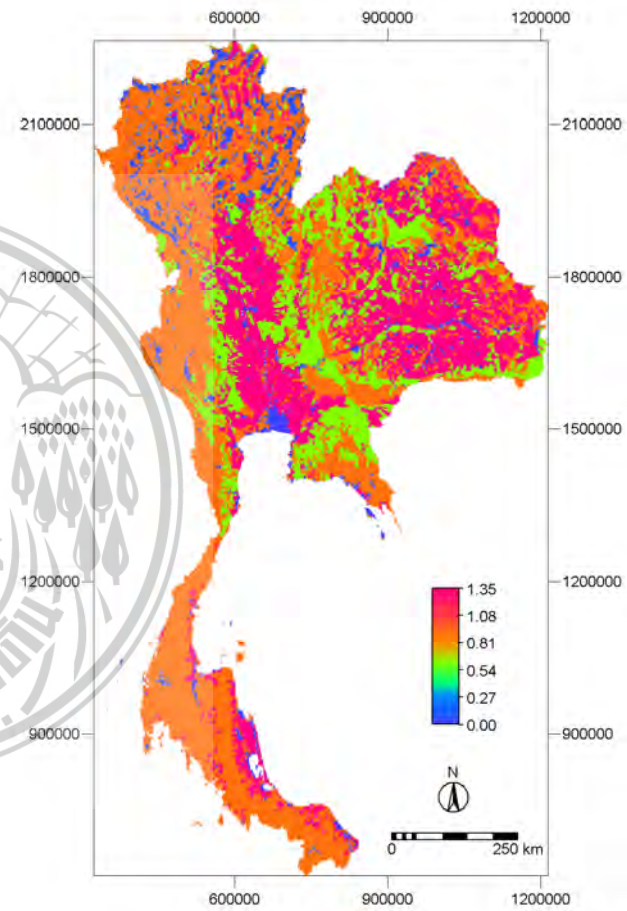
ภาพที่ 12 ดัชนีความคงทนของดินต่อการถูกกัดเซาะด้วยน้ำฝน



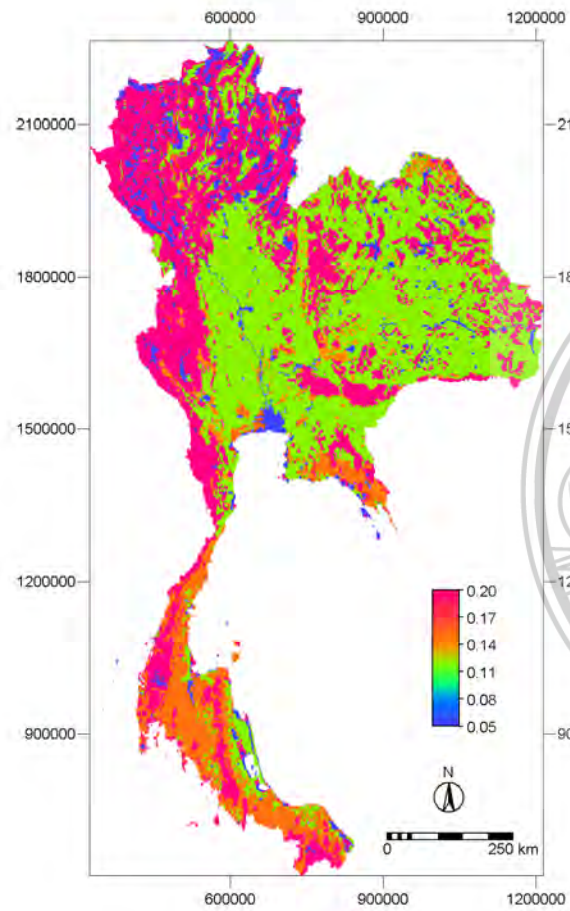
ภาพที่ 13 ค่าการปกคลุมของพืชพรรณ



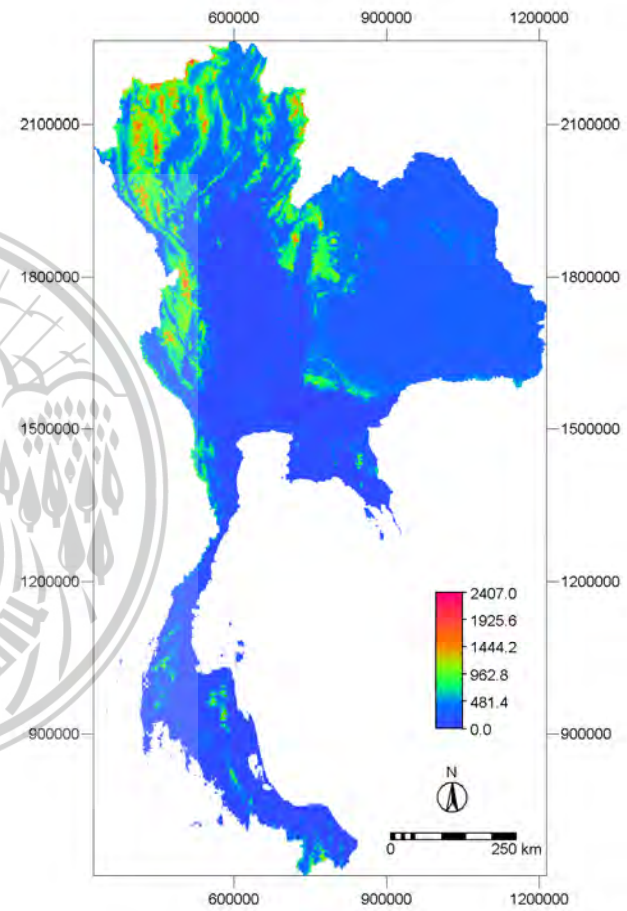
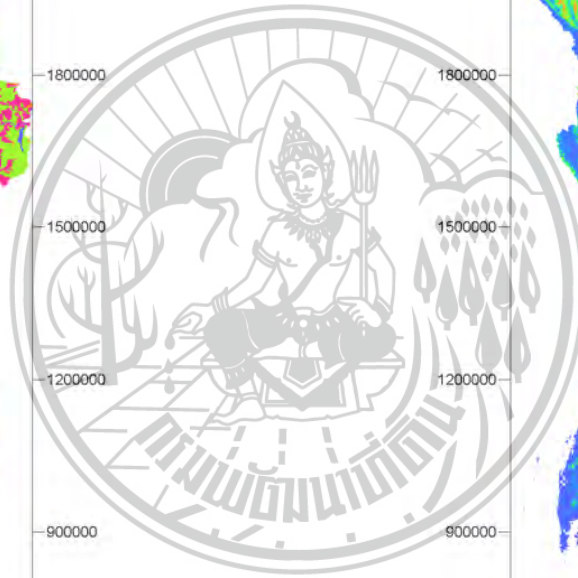
ภาพที่ 14 ร้อยละของน้ำฝนที่พืชยึดไว้



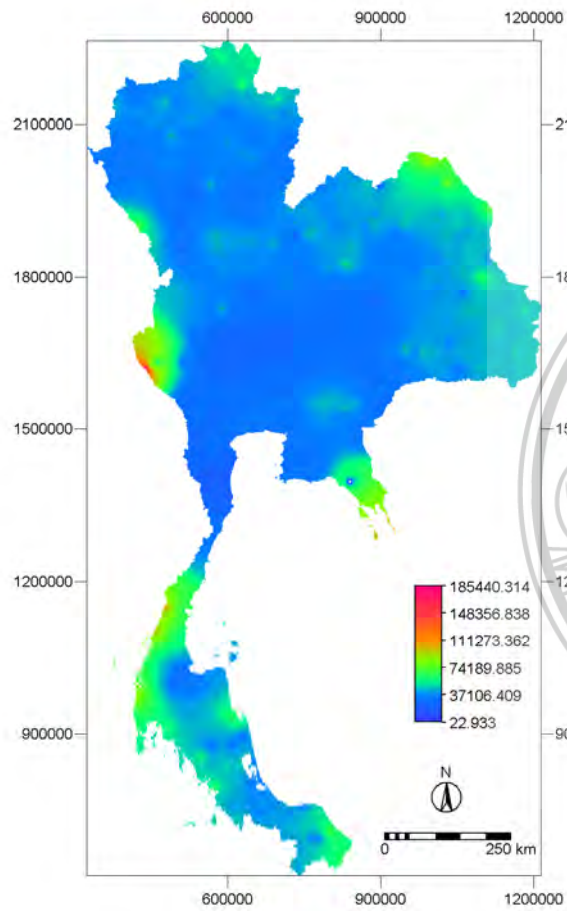
ภาพที่ 15 อัตราส่วนระหว่างการคายระเหยจริงกับการระเหยน้ำสูงสุด



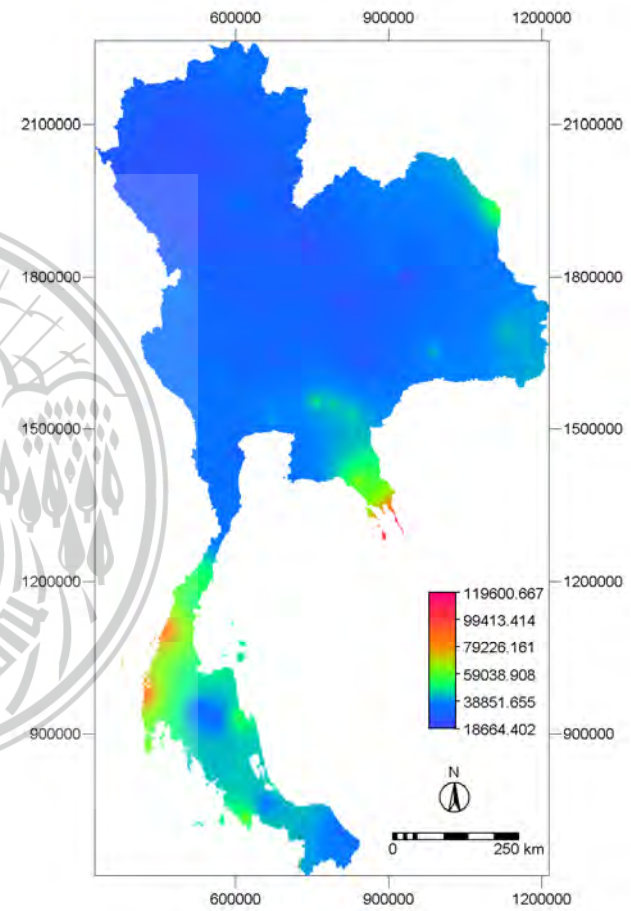
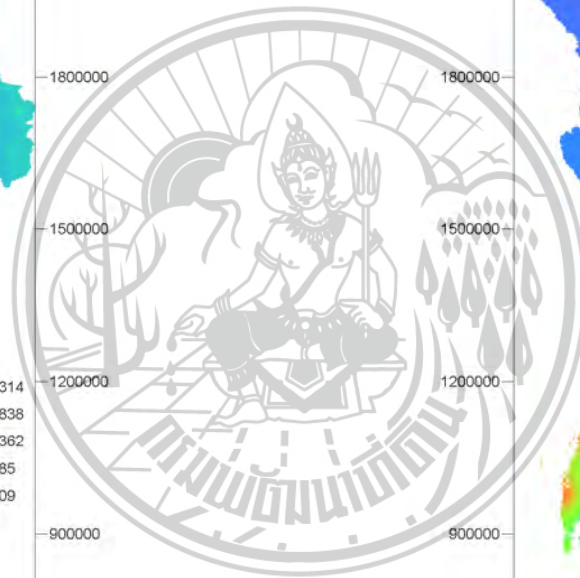
ภาพที่ 16 ความลึกของน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้



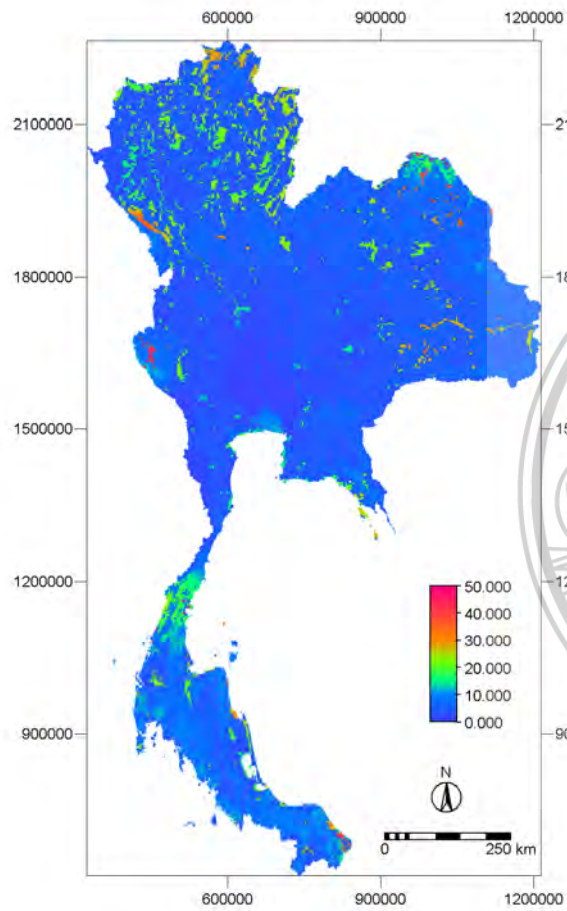
ภาพที่ 17 ระดับความสูงของภูมิประเทศ



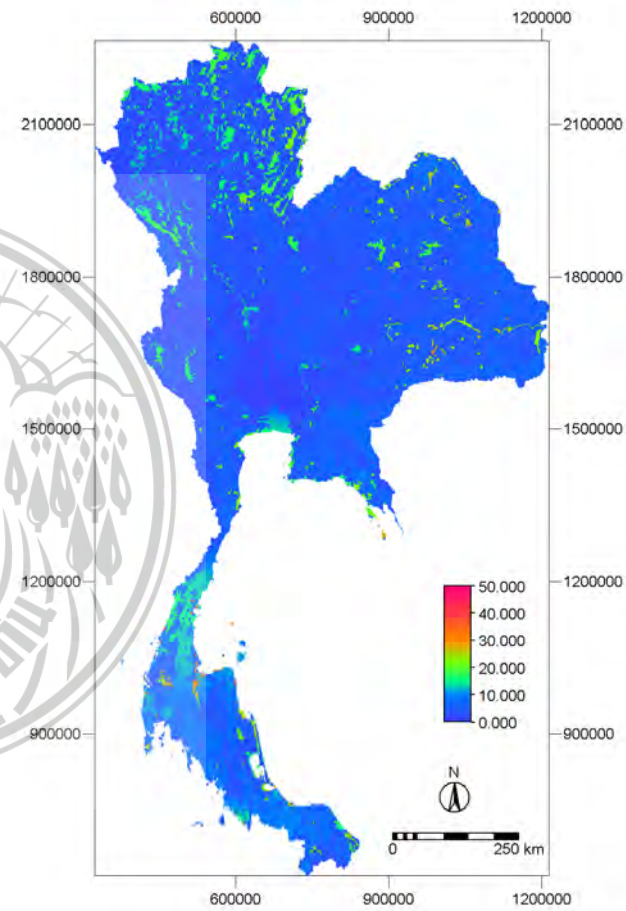
ภาพที่ 18 พลังงานจลน์ของเม็ตโฟน ในปี 2545



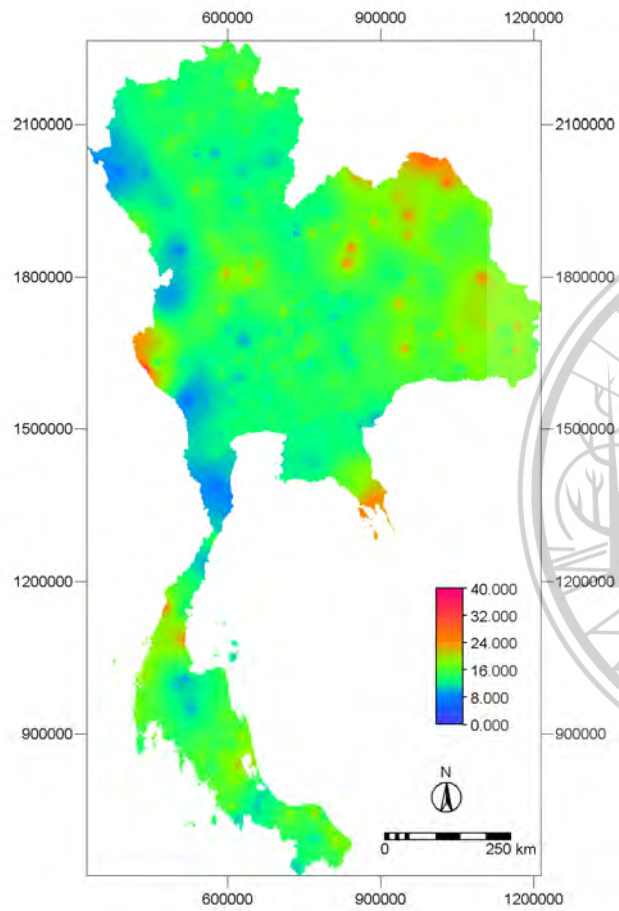
ภาพที่ 19 พลังงานจลน์ของเม็ต ในปี 2546



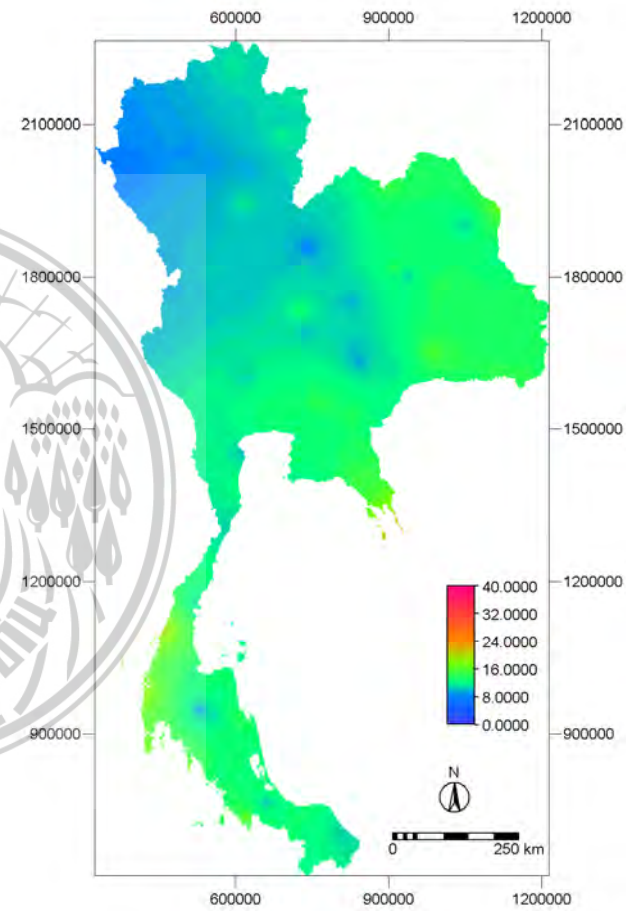
ภาพที่ 20 ปริมาณเมื่อดินที่แตกกระจายโดยพลังงาน
จากน้ำฝน ในปี 2545



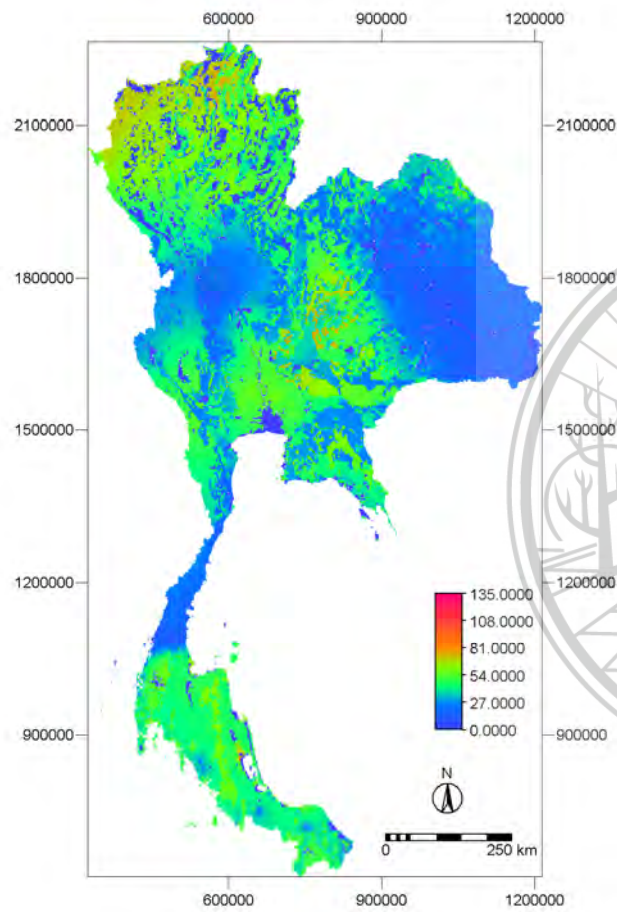
ภาพที่ 21 ปริมาณเมื่อดินที่แตกกระจายโดยพลังงาน
จากน้ำฝน ในปี 2546



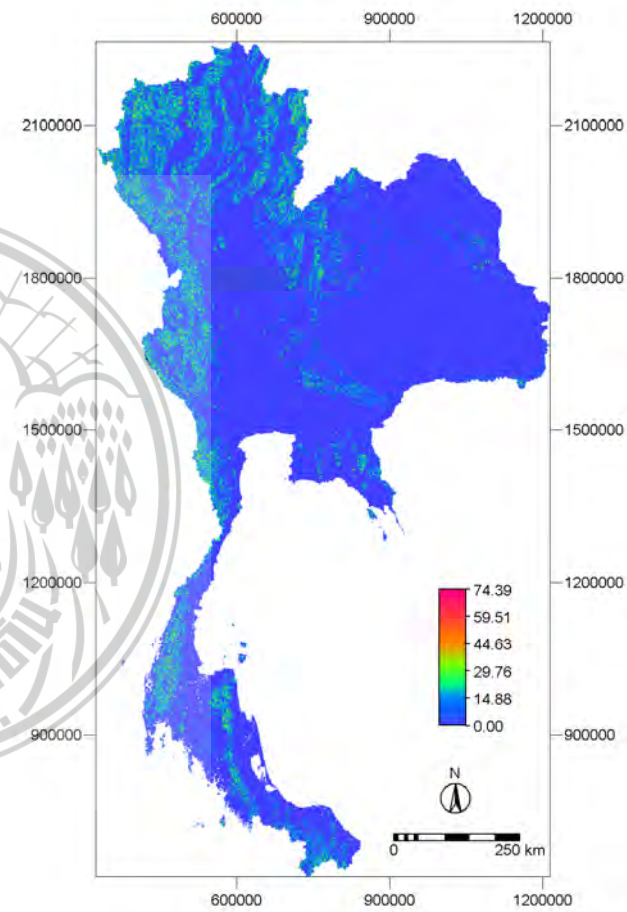
ภาพที่ 22 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ในปี 2545



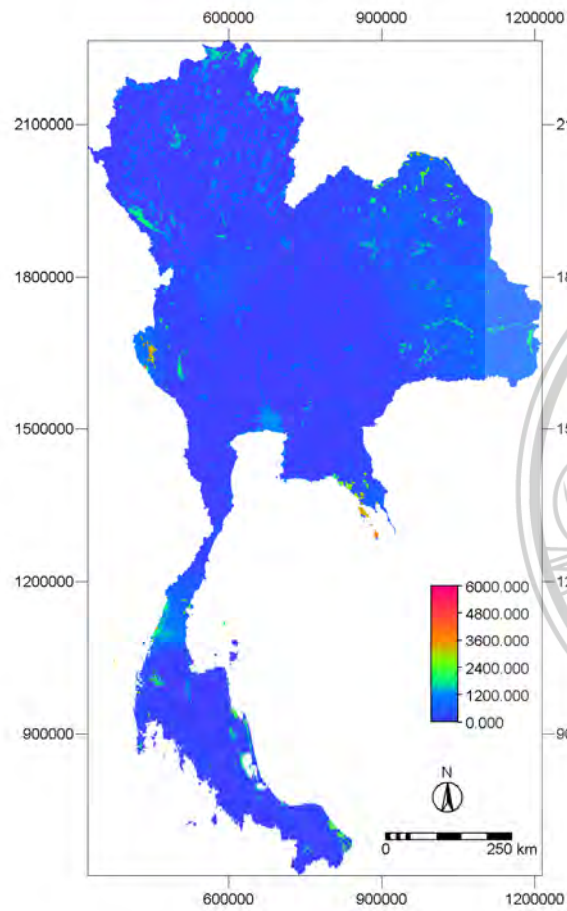
ภาพที่ 23 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งปี ในปี 2546



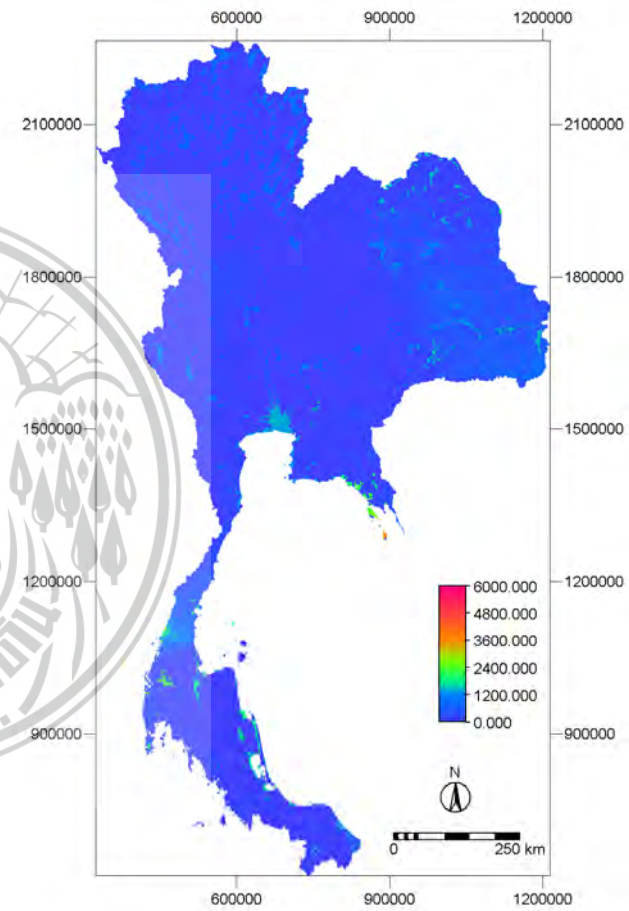
ภาพที่ 24 ปริมาณน้ำฝนที่ดินสามารถซึมซับไว้ได้



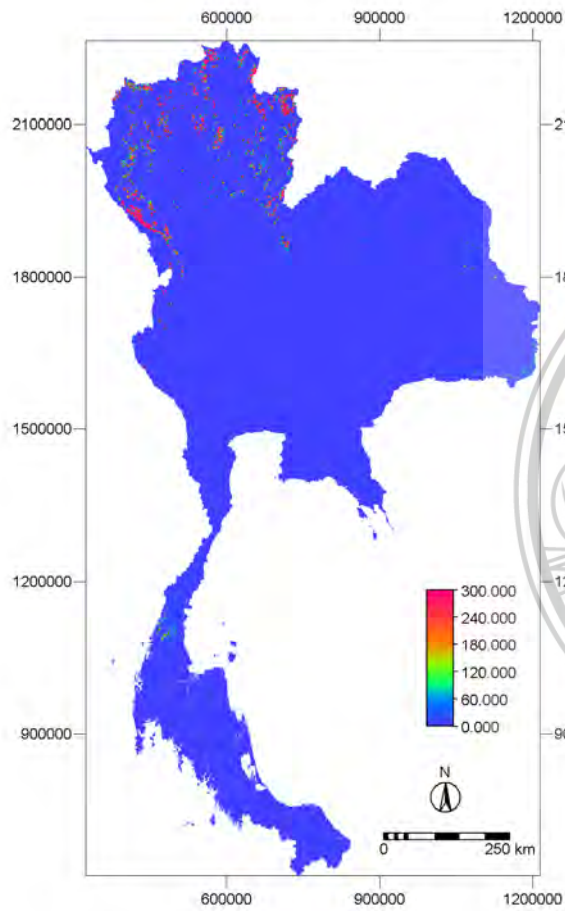
ภาพที่ 25 ความลาดชันของภูมิประเทศ



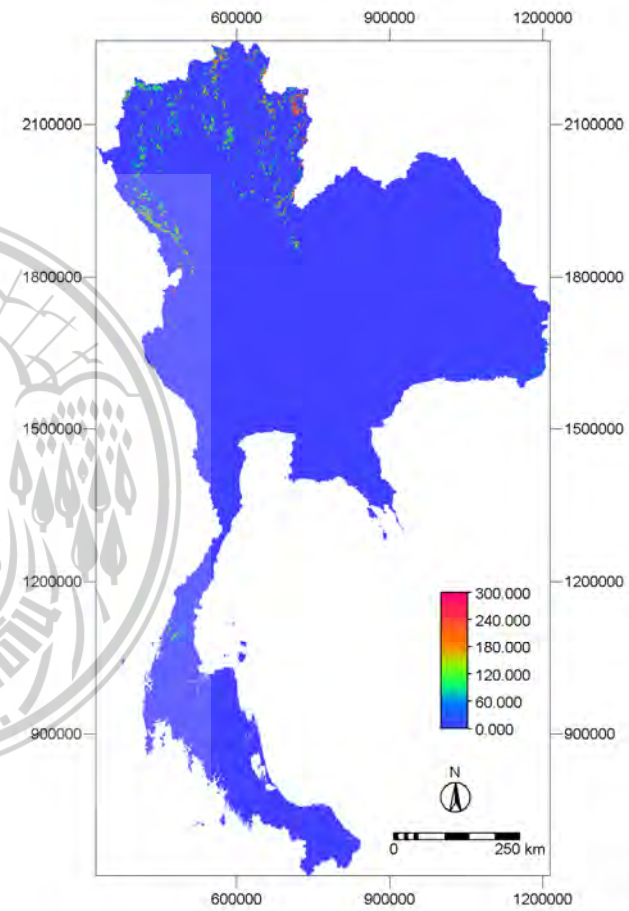
ภาพที่ 26 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในปี 2545



ภาพที่ 27 ปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในปี 2546



ภาพที่ 28 ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า
ในปี 2545



ภาพที่ 29 ปริมาณอนุภาคดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่า
ในปี 2546

4. การแบ่งระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย

จากการประมวลผลข้อมูลโดยอาศัยการประเมินด้วยแบบจำลอง MMF สามารถจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปีในประเทศไทยขึ้น โดยผลการศึกษาที่ได้เป็นระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต่าง ๆ ของปี 2545 และ 2546 ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 5 ระดับดังที่กล่าวไปแล้วในวิธีการศึกษา นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนคือ พื้นที่ราบ และ พื้นที่สูง

พื้นที่ราบ หมายถึง ที่ราบลุ่มน้ำ ที่ลาดเชิงเขา และเนินเขา ความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จำแนกตามกลุ่มชุดดินที่ 1 - 61 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตรฐาน 1 : 50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

พื้นที่สูง หมายถึง ภูเขาและที่ลาดหุบเขา ความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ จำแนกตามกลุ่มชุดดินที่ 62 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตรฐาน 1 : 50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

จากการแบ่งพื้นที่วิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ทำให้ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินนั้นแบ่งออกเป็น 10 ระดับ ซึ่งระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ราบจะใช้อักษรภาษาอังกฤษคือตัวแอล (L) ต่อท้ายระดับความรุนแรงที่ 1 - 5 และการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สูงนั้นจะใช้อักษรภาษาอังกฤษคือตัวเอช (H) ต่อท้ายระดับความรุนแรงที่ 1 - 5

สำหรับผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน โดยแบบจำลอง MMF สามารถสรุปได้ว่า ในปี 2545 และ 2546 ประเทศไทยมีการสูญเสียดินถึง 462,304,049 ตันต่อปี และ 299,844,552 ตันต่อปี ตามลำดับ จากการศึกษาประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งสิ้น 320,768,467 ไร่ โดยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีระดับการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยมาก (ระดับที่ 1) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรือมีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งในปี 2545 มีพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินในระดับน้อยมากนี้ คิดเป็นพื้นที่ 300.54 ล้านไร่ หรือเป็น 93.7 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ และในปี 2546 มีพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินในระดับเดียวกันนี้ คิดเป็นพื้นที่ 305.83 ล้านไร่ หรือเป็น 95.3 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ สำหรับขนาดพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินในระดับต่าง ๆ ในปี 2545 และ 2546 สามารถแสดงดัง ตารางที่ 12

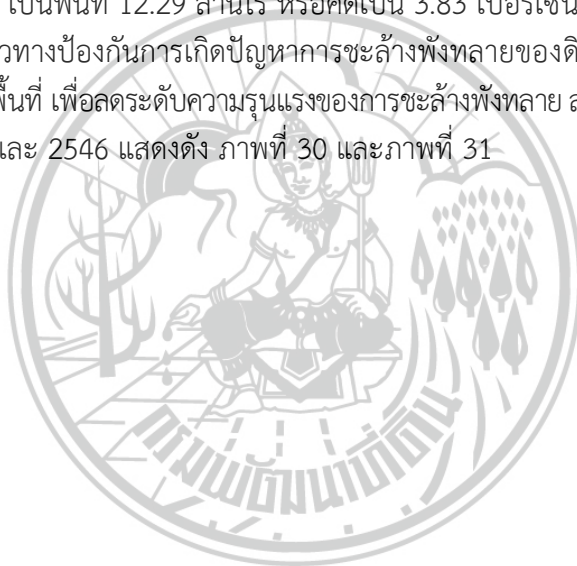
ตารางที่ 12 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

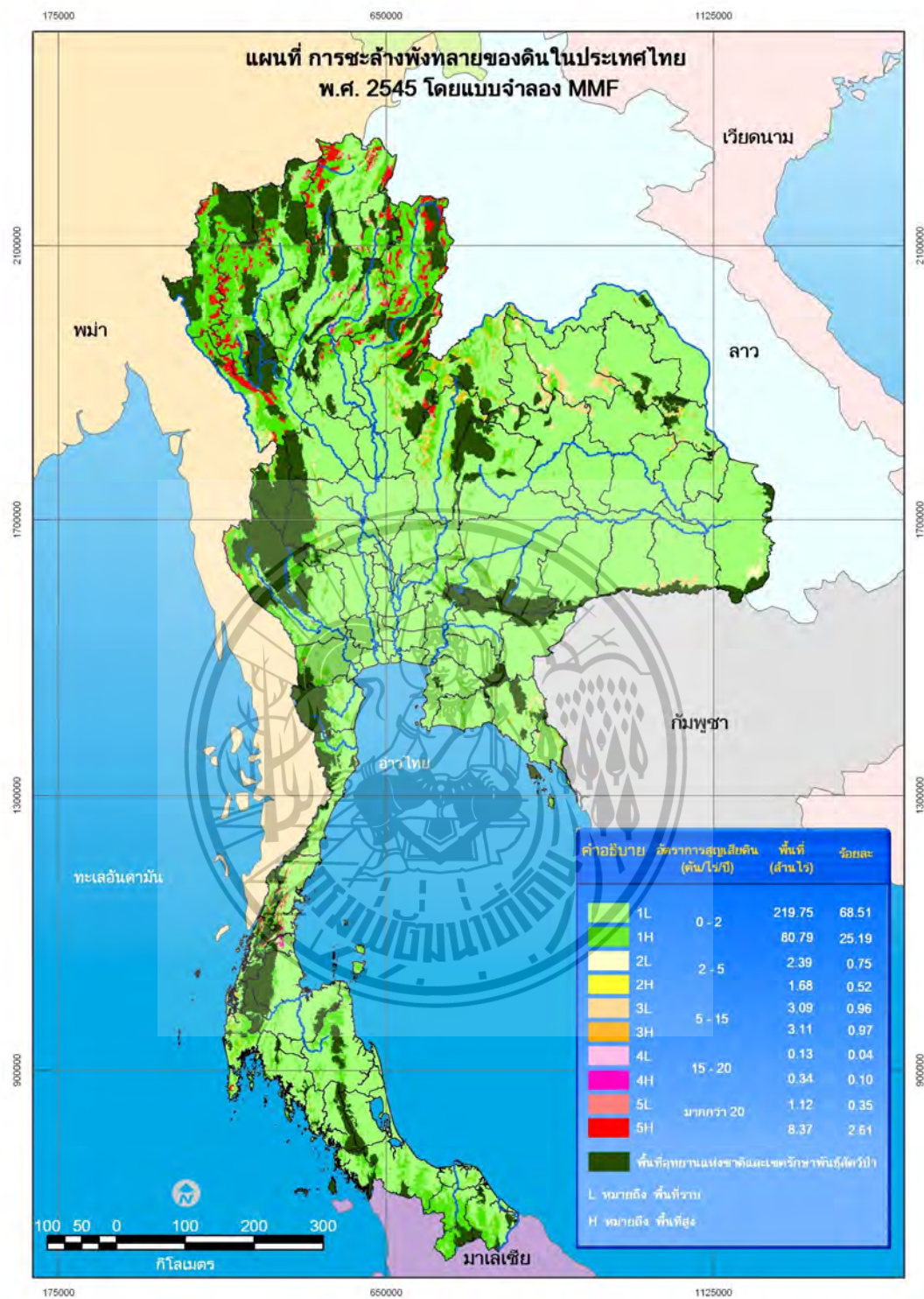
ระดับความรุนแรง		ปี 2545		ปี 2546	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์
1	1L	219,749,636	68.5	222,436,047	69.3
	1H	80,794,492	25.2	83,391,585	25.9
2	2L	2,390,512	0.75	1,459,928	0.46
	2H	1,675,875	0.52	1,188,408	0.37
3	3L	3,092,081	0.96	1,670,917	0.52
	3H	3,106,039	0.97	1,603,951	0.50
4	4L	127,611	0.04	196,173	0.06
	4H	335,969	0.11	1,253,799	0.39
5	5L	1,122,285	0.35	719,059	0.22
	5H	8,373,968	2.61	6,848,599	2.14
รวม		320,768,467	100	320,768,467	100

จากตารางที่ 12 ที่ได้แสดงพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินในระดับต่าง ๆ พบว่าพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยที่ระดับรุนแรงมาก หรือระดับที่ 5 มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งรวมทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่สูง มีอยู่ประมาณ 9.50 ล้านไร่ และ 7.58 ล้านไร่ ในปี 2545 และ 2546 ตามลำดับ โดยที่พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากนี้จะเกิดขึ้นในพื้นที่สูงมากกว่าในพื้นที่ราบ

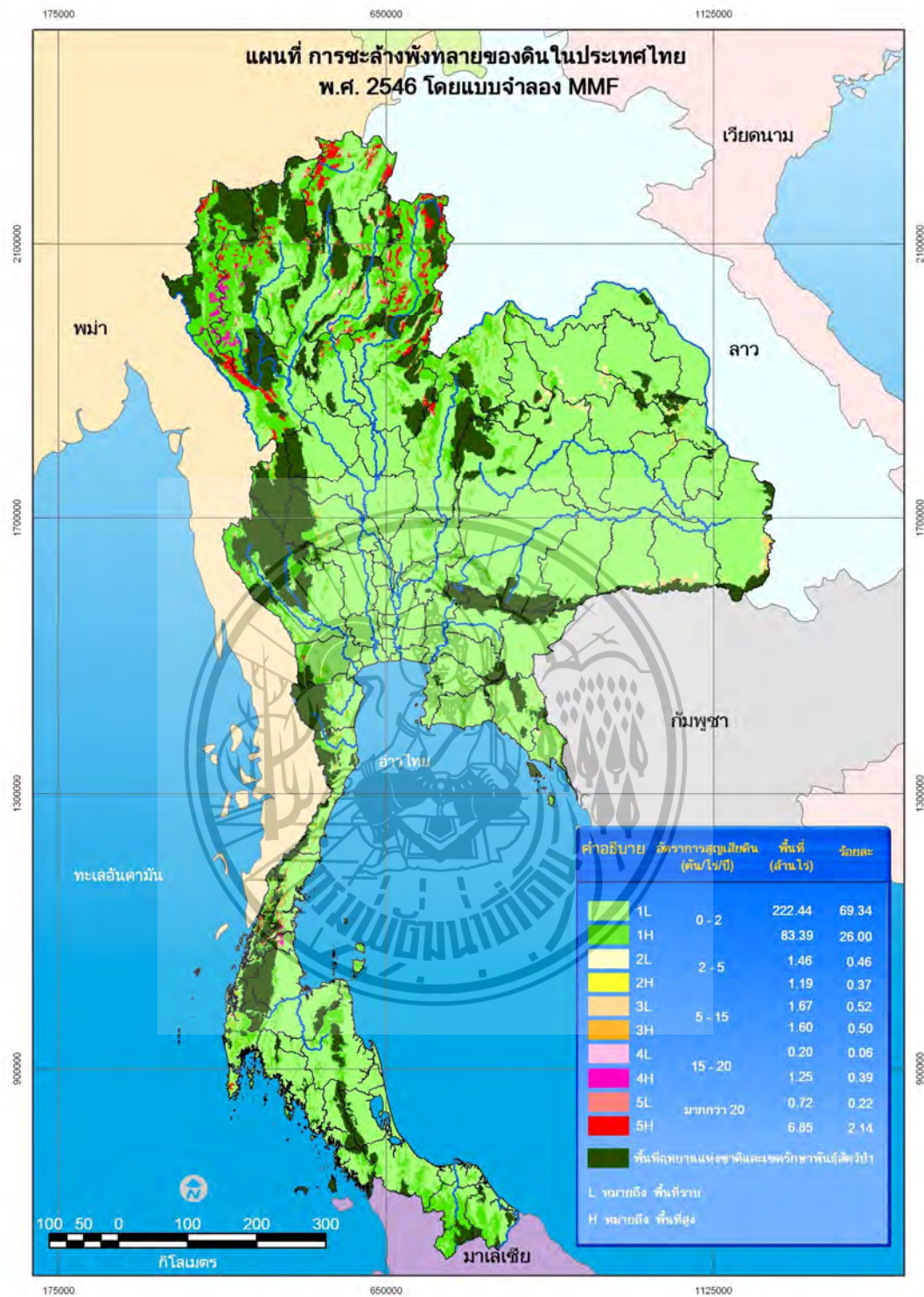
5. การจัดทำแผนที่แสดงความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย

สำหรับผลการศึกษาระดับการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ปี 2545 และ 2546 สามารถประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินได้ โดยพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินหมายถึงพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายในระดับความรุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก (ระดับที่ 3 - 5) ทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่สูง หรือมีอัตราการสูญเสียดินตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ต่อปีขึ้นไป โดยพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในปี 2545 รวมเป็นพื้นที่ 16.16 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 5.04 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ สำหรับปี 2546 เป็นพื้นที่ 12.29 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 3.83 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวควรมีการวางแผนทางป้องกันการเกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน โดยการวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่างในพื้นที่ เพื่อลดระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย สำหรับการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2545 และ 2546 แสดงดัง ภาพที่ 30 และภาพที่ 31





ภาพที่ 30 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 31 การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินเป็นรายภาค ผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ตารางที่ 13

ตารางที่ 13 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในระดับที่เป็นปัญหาจำแนกตามภาค

ภาค	ปี 2545		ปี 2546	
	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ
เหนือ	11,122,564	3.47	9,383,327	2.93
ตะวันออกเฉียงเหนือ	3,172,474	0.99	1,460,954	0.46
ใต้	1,051,325	0.33	890,024	0.28
ตะวันตก	416,617	0.13	343,400	0.11
ตะวันออก	394,355	0.12	213,035	0.07
กลาง	615	0.00	1,755	0.00
รวม	16,157,950	5.04	12,292,495	3.83

สำหรับผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินของประเทศไทยในปี 2545 และ 2546 สามารถแสดงเป็นรายภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ ซึ่งผลการศึกษา มีดังนี้

5.1 การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคเหนือ

ภาคเหนือมีพื้นที่ทั้งหมด 107,595,662 ไร่ คิดเป็น 33.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 17 จังหวัดคือ กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ ตาก นครสวรรค์ น่าน พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ อุทัยธานี และพะเยา

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยพบว่า ทั้งในปี 2545 และ 2546 พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับรุนแรงน้อยมาก (ระดับที่ 1) หรือคิดเป็นอัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่าในปี 2545 มีพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินอยู่ในระดับดังกล่าวเป็นพื้นที่ถึง 95.14 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 88.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค สำหรับปี 2546 นั้นมีพื้นที่ที่มีอัตราการสูญเสียดินในระดับน้อยมากนี้ถึง 97.58 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 90.7 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค

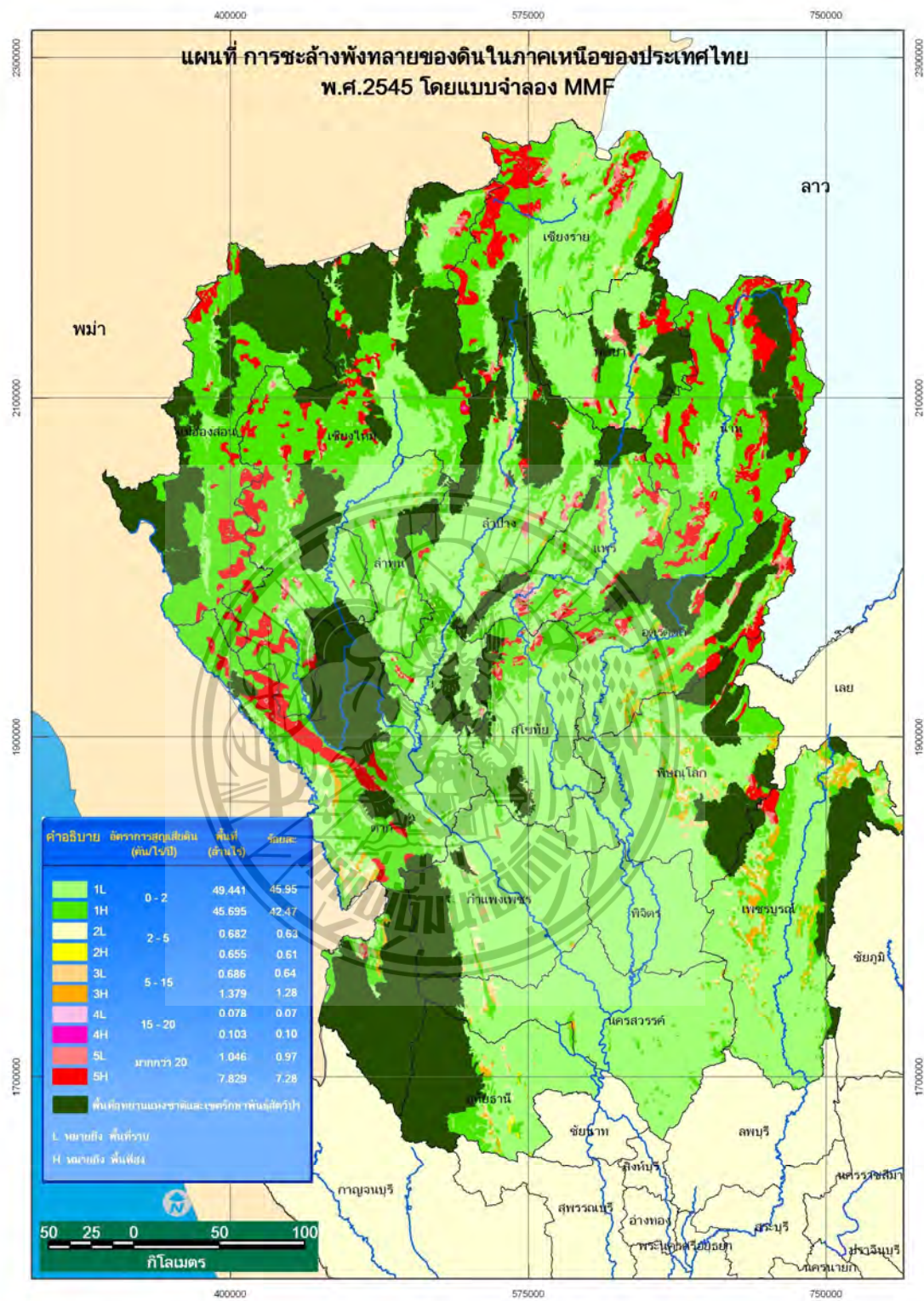
สำหรับระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน ที่มีพื้นที่มากรองลงมาเป็นอันดับที่สองนั้น คือมีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายรุนแรงมาก (ระดับที่ 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง ซึ่งมีอัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี โดยผลของทั้งปี 2545 และ 2546 นั้นเป็นผลที่สอดคล้องกันในปี 2545 มีพื้นที่ที่อยู่ในระดับนี้ 8.88 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 8.25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค สำหรับปี 2546 คิดเป็นพื้นที่ 7.11 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 6.60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค และจากผลดังกล่าวพบว่าภาคเหนือ มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงดังกล่าวนี้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ ของประเทศไทย และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมากนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีระดับความรุนแรงในระดับ 5 นี้จะเกิดขึ้นในพื้นที่สูง มากกว่าในพื้นที่ราบ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนี้ส่วนมากจะมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทไร่เลื่อนลอย ซึ่งเป็นสาเหตุของการขาดพืชคลุมดิน เมื่อประกอบกับความลาดชันของพื้นที่ จึงส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายที่ระดับรุนแรงมากในพื้นที่สูงมากกว่าในพื้นที่ราบ

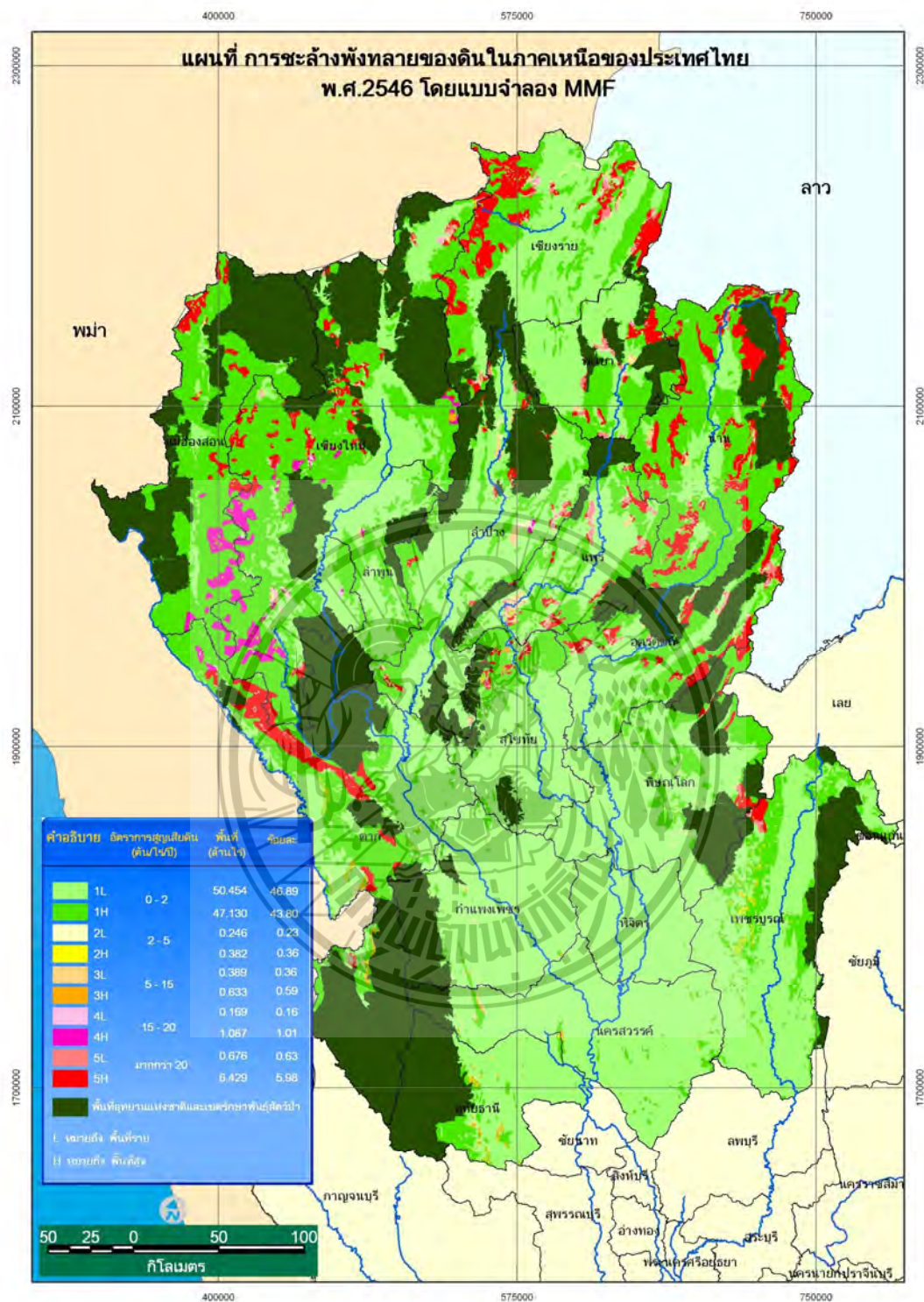
จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคเหนือ มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด (ระดับที่ 3 - 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง เมื่อเทียบกับภาคอื่นของประเทศ โดยในปี 2545 มีพื้นที่ที่มีปัญหาถึง 11.12 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 3.47 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ และในปี 2546 คิดเป็นพื้นที่ 9.38 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 2.93 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ สำหรับผลการศึกษาแสดงดัง ตารางที่ 14 และการชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือในปี 2545 และ 2546 แสดงดังภาพที่ 32 และภาพที่ 33 ตามลำดับ

ตารางที่ 14 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือ

		ปี 2545		ปี 2546	
ระดับความรุนแรง		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค
1	1L	49,440,993	45.9	50,454,190	46.9
	1H	45,694,607	42.5	47,129,936	43.8
2	2L	682,036	0.63	246,119	0.23
	2H	655,461	0.61	382,090	0.36
3	3L	686,415	0.64	388,647	0.36
	3H	1,379,306	1.28	633,051	0.59
4	4L	78,484	0.07	168,998	0.16
	4H	103,288	0.10	1,086,996	1.01
5	5L	1,046,325	0.97	676,299	0.63
	5H	7,828,746	7.28	6,429,336	5.98
รวม		107,595,662	100	107,595,662	100



ภาพที่ 32 การชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือของประเทศไทย ปี 2545
โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 33 การชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือของประเทศไทย ปี 2546
โดยแบบจำลอง MMF

5.2 การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ทั้งหมด 104,706,782 ไร่ คิดเป็น 32.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 19 จังหวัดคือ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ ยโสธร นครพนม นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สุรินทร์ หนองคาย อุดรธานี อุบลราชธานี มุกดาหาร หนองบัวลำภู และอำนาจเจริญ

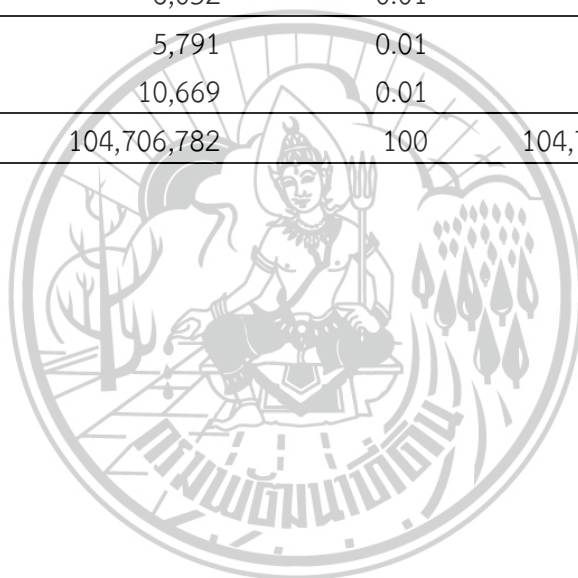
จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคมีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ที่ระดับรุนแรงน้อยมาก (ระดับที่ 1) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรือคิดเป็นอัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี คิดเป็นพื้นที่ 99.79 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 95.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค ในปี 2545 และ 102.01 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 97.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค ในปี 2546

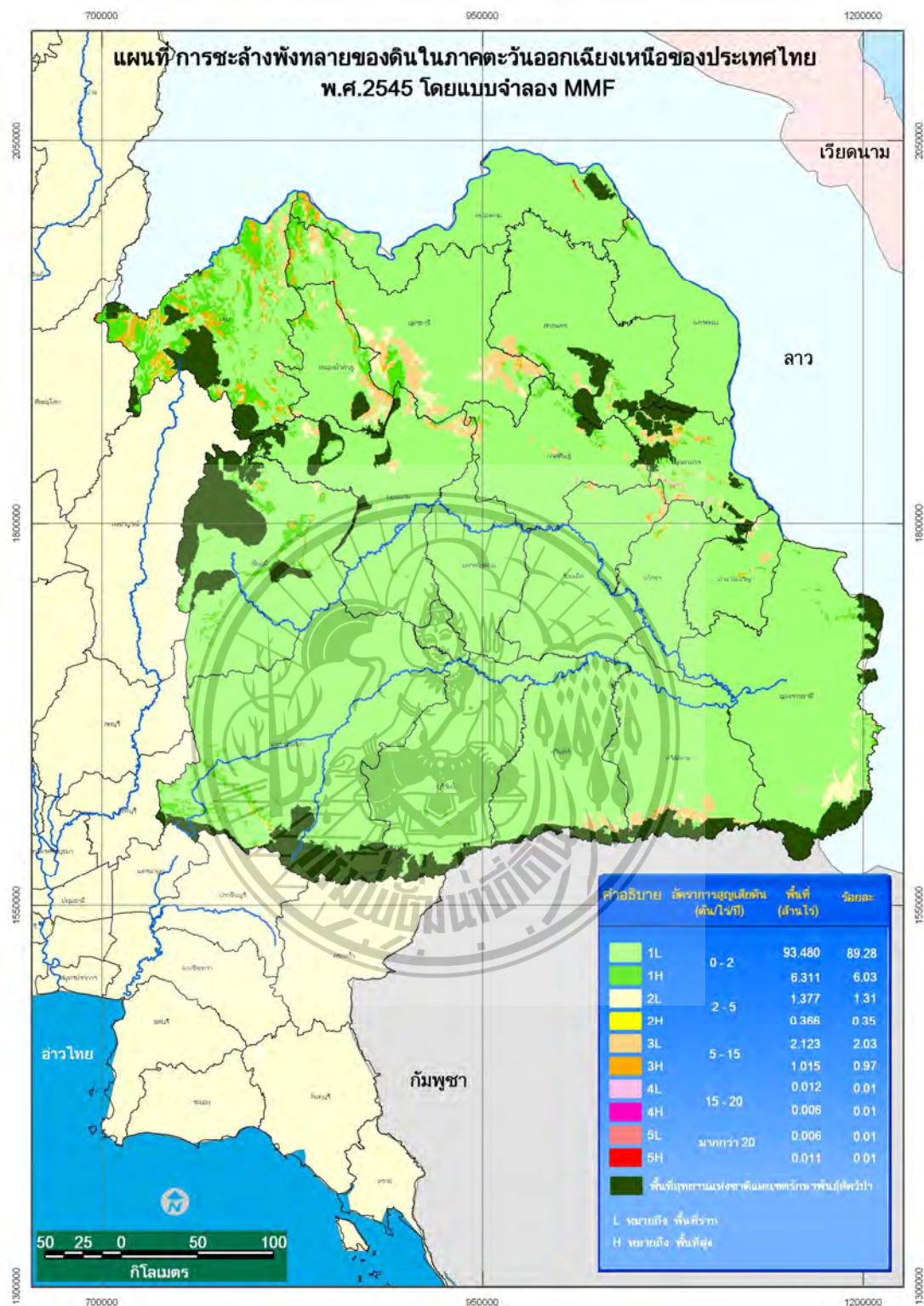
สำหรับพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในระดับรุนแรง (ระดับที่ 4) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง คิดเป็นอัตราการสูญเสียดินในช่วง 15 - 20 ตันต่อไร่ต่อปี และรุนแรงมาก (ระดับที่ 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูงหรือคิดเป็นอัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี นั้นมีรวมกันเพียง 34,509 ไร่ หรือคิดเป็น 0.04 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคในปี 2545 และคิดเป็นพื้นที่ 8,678 ไร่ หรือคิดเป็น 0.00 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาคในปี 2546 การที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรง และรุนแรงมากอยู่ต่ำนั้น เนื่องจากมีพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงอยู่น้อย ประกอบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการทำนาข้าวแบบมีคันดินล้อมรอบ ตัวคันดินจะช่วยยับยั้งการพัดพาของอนุภาคดิน ถือเป็นมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งช่วยลดระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายที่เกิดขึ้น

จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินมากเป็นอันดับที่สองรองจากภาคเหนือ (ระดับที่ 3 - 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง โดยในปี 2545 มีพื้นที่ที่มีปัญหาถึง 3.17 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.99 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ และในปี 2546 คิดเป็นพื้นที่ 1.46 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.46 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ สำหรับพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีความแตกต่างจากภาคเหนือ แม้ว่าจะมีพื้นที่ที่มีปัญหามาตรรองจากภาคเหนือ กล่าวคือ พื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น จะเป็นพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับปานกลางเสียส่วนมาก ต่างกับภาคเหนือที่พื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายจะอยู่ในระดับรุนแรงมาก สำหรับผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงดัง ตารางที่ 15 และการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2545 และ 2546 แสดงดังภาพที่ 34 และภาพที่ 35 ตามลำดับ

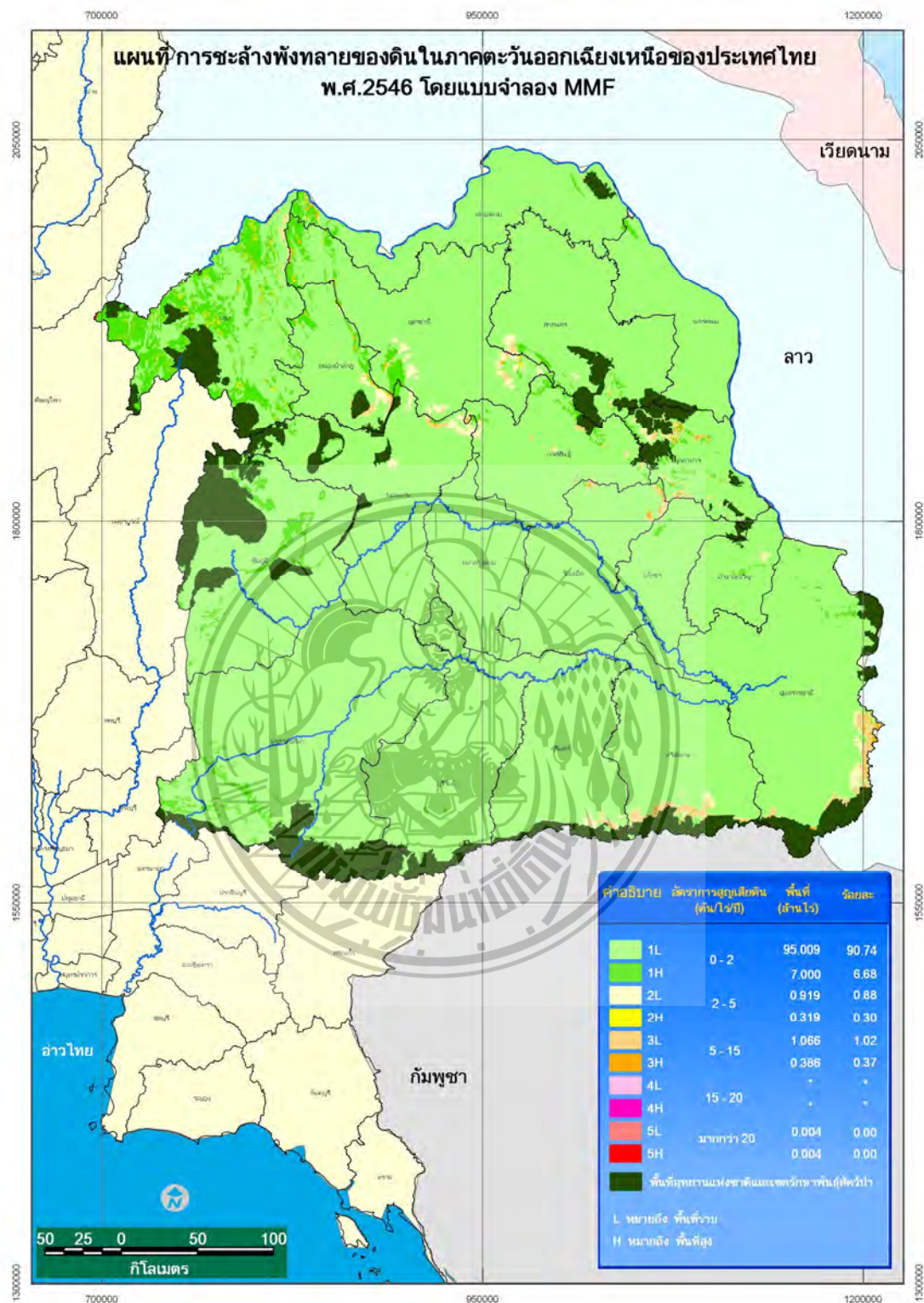
ตารางที่ 15 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ระดับความรุนแรง		ปี 2545		ปี 2546	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค
1	1L	93,480,385	89.3	95,008,962	90.7
	1H	6,311,003	6.03	6,999,521	6.69
2	2L	1,376,723	1.32	918,727	0.88
	2H	366,197	0.35	318,617	0.30
3	3L	2,123,264	2.03	1,066,110	1.02
	3H	1,014,702	0.97	386,166	0.37
4	4L	11,997	0.01	187	0.00
	4H	6,052	0.01	67	0.00
5	5L	5,791	0.01	4,173	0.00
	5H	10,669	0.01	4,251	0.00
รวม		104,706,782	100	104,706,782	100





ภาพที่ 34 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี 2545
โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 35 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี 2546
โดยแบบจำลอง MMF

5.3 การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคกลาง

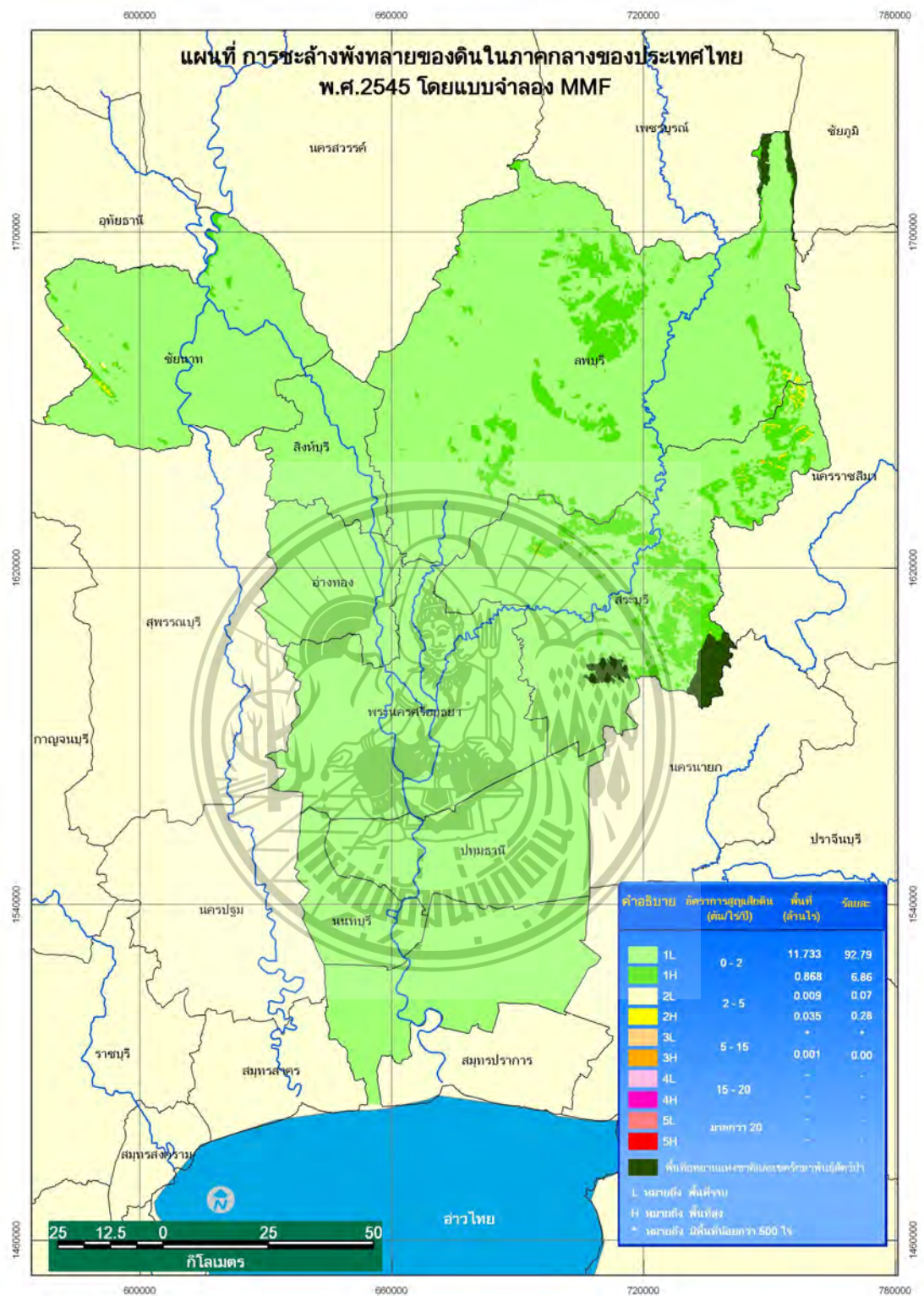
ภาคกลางมีพื้นที่ทั้งหมด 12,645,047 ไร่ คิดเป็น 3.94 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ กรุงเทพมหานคร และอีก 8 จังหวัดคือ ชัยนาท นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา ลพบุรี สระบุรี สิงห์บุรี และอ่างทอง

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคกลางพบว่า เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ดังนั้นพื้นที่ส่วนมากของภาคกลางจึงมีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยมาก (ระดับที่ 1) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรืออัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี และในปี 2545 ภาคกลางมีพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก เป็นพื้นที่ 12.60 ล้านไร่ และในปี 2546 จำนวน 12.64 ล้านไร่ โดยภาคกลางมีพื้นที่ทั้งสิ้น 12,645,047 ไร่ ดังนั้นการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ของภาคกลางจึงคิดเป็นพื้นที่กว่า 99.7 เปอร์เซ็นต์ และ 99.9 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2545 และ 2546 ตามลำดับ

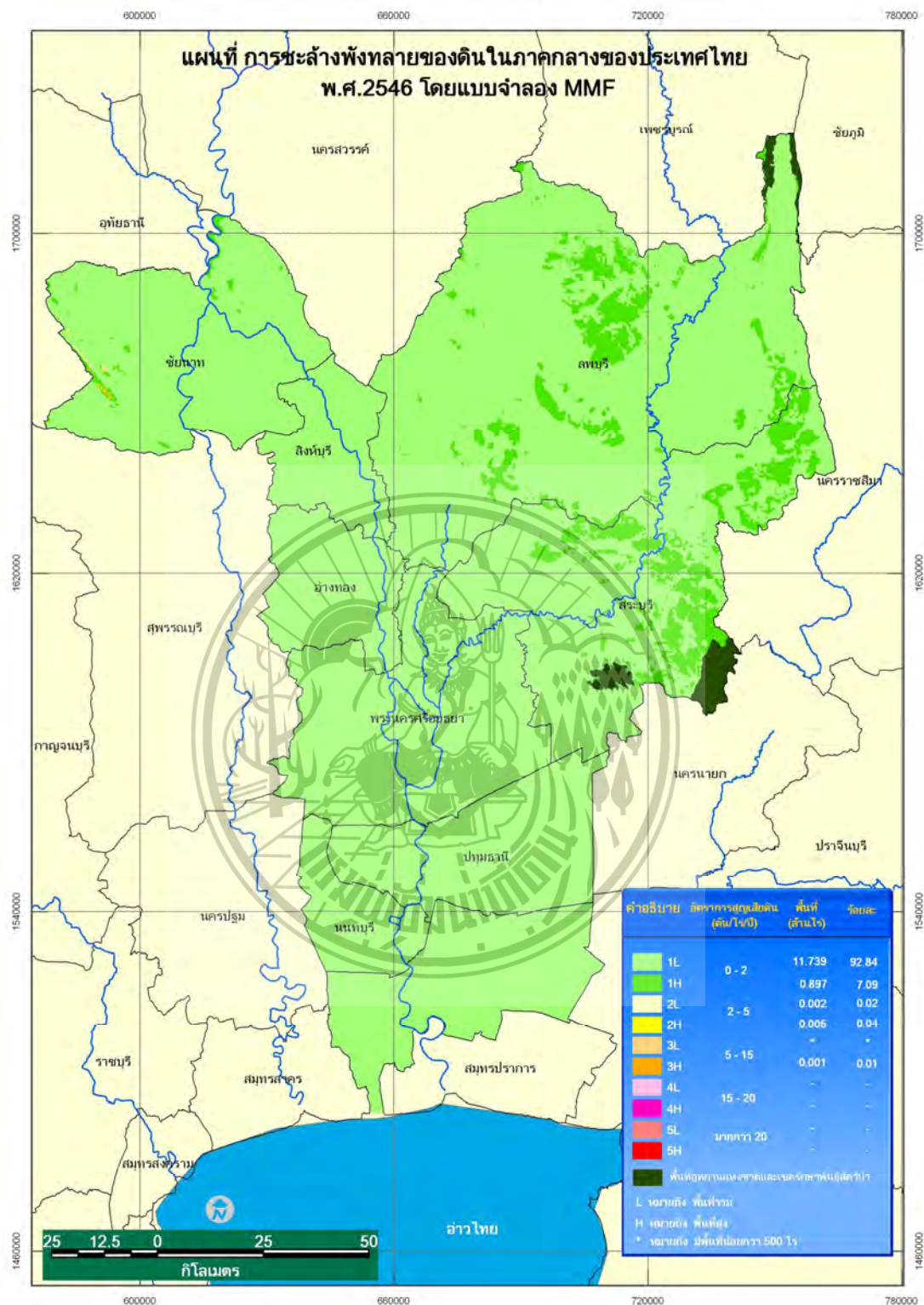
นอกจากนี้ระดับการชะล้างพังทลายสูงสุดที่ได้จากการศึกษาในพื้นที่ภาคกลางพบว่า ภาคกลางมีระดับการชะล้างพังทลายของดินสูงสุดอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรืออัตราการสูญเสียดินในช่วง 5 - 15 ตันต่อไร่ต่อปี และคิดเป็นเพียง 0.00 เปอร์เซ็นต์ และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค ในปี 2545 และ 2546 ตามลำดับ สำหรับปริมาณพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดิน และการชะล้างพังทลายของดินในระดับต่าง ๆ ของภาคกลางในปี 2545 และ 2546 แสดงดัง ตารางที่ 16 ภาพที่ 36 และภาพที่ 37 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคกลาง

ระดับความรุนแรง		ปี 2545		ปี 2546	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค
1	1L	11,732,721	92.8	11,739,402	92.8
	1H	867,649	6.86	896,519	7.09
2	2L	9,018	0.07	2,157	0.02
	2H	35,044	0.28	5,213	0.04
3	3L	93	0.00	273	0.00
	3H	522	0.00	1,483	0.01
4	4L	0	0.00	0	0.00
	4H	0	0.00	0	0.00
5	5L	0	0.00	0	0.00
	5H	0	0.00	0	0.00
รวม		12,645,047	100	12,645,047	100



ภาพที่ 36 การชะล้างพังทลายของดินในภาคกลางของประเทศไทย ปี 2545
โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 37 การชะล้างพังทลายของดินในภาคกลางของประเทศไทย ปี 2546
โดยแบบจำลอง MMF

5.4 การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคตะวันออก

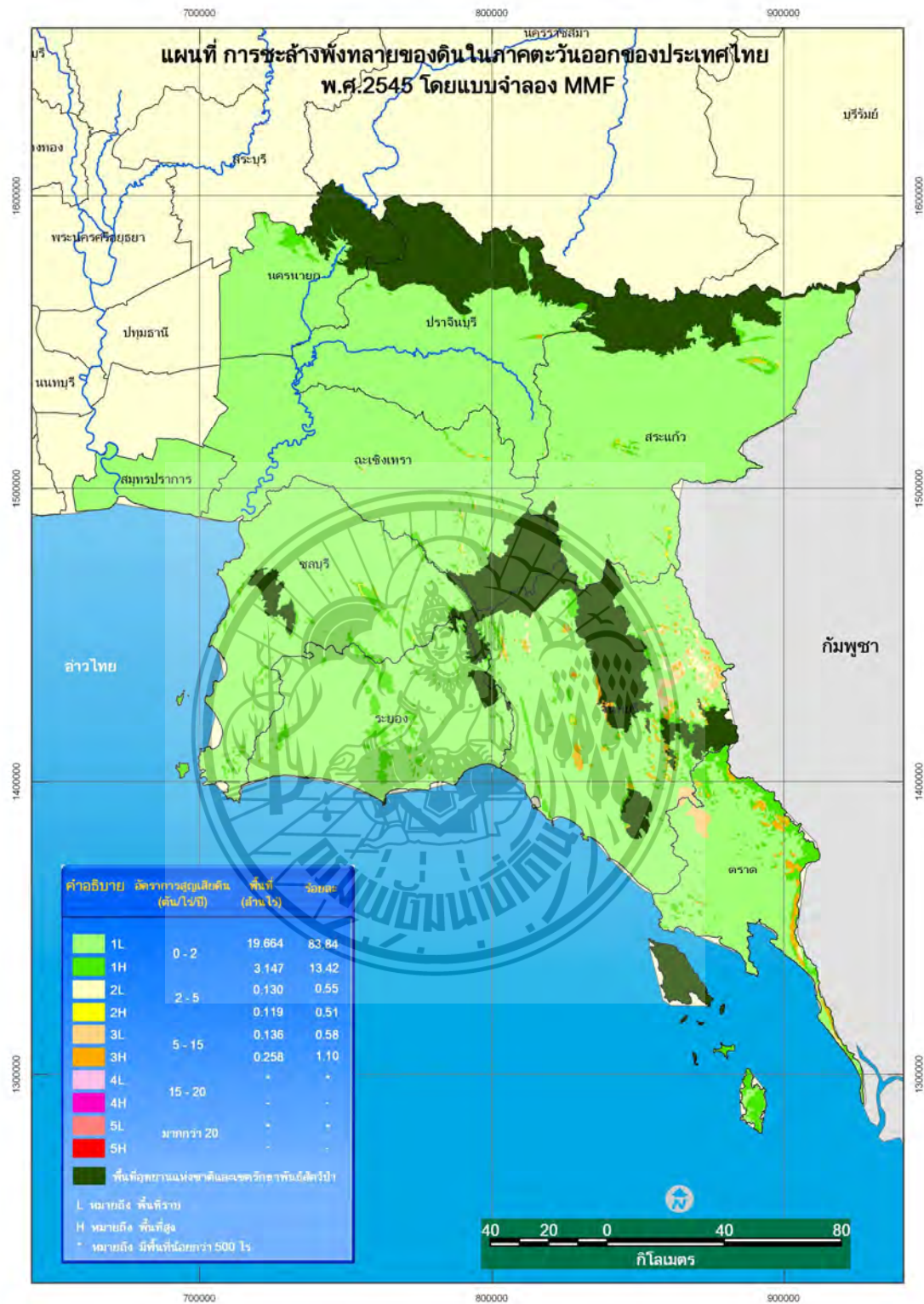
ภาคตะวันออกมีพื้นที่ทั้งหมด 23,454,162 ไร่ คิดเป็น 7.31 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัดคือ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ตราด นครนายก ปราจีนบุรี ระยอง สมุทรปราการ และสระแก้ว

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่า พื้นที่ส่วนมากของภาคมีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ที่ระดับน้อยมาก (ระดับที่ 1) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรืออัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ในปี 2545 ภาคตะวันออกมีพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก คิดเป็นพื้นที่ 22.81 ล้านไร่ และในปี 2546 จำนวน 22.98 ล้านไร่ โดยภาคตะวันออกมีพื้นที่ทั้งสิ้น 23,454,162 ไร่ ดังนั้นการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ของภาคตะวันออกจึงคิดเป็นพื้นที่กว่า 97.2 เปอร์เซ็นต์ และ 97.9 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2545 และ 2546 ตามลำดับ

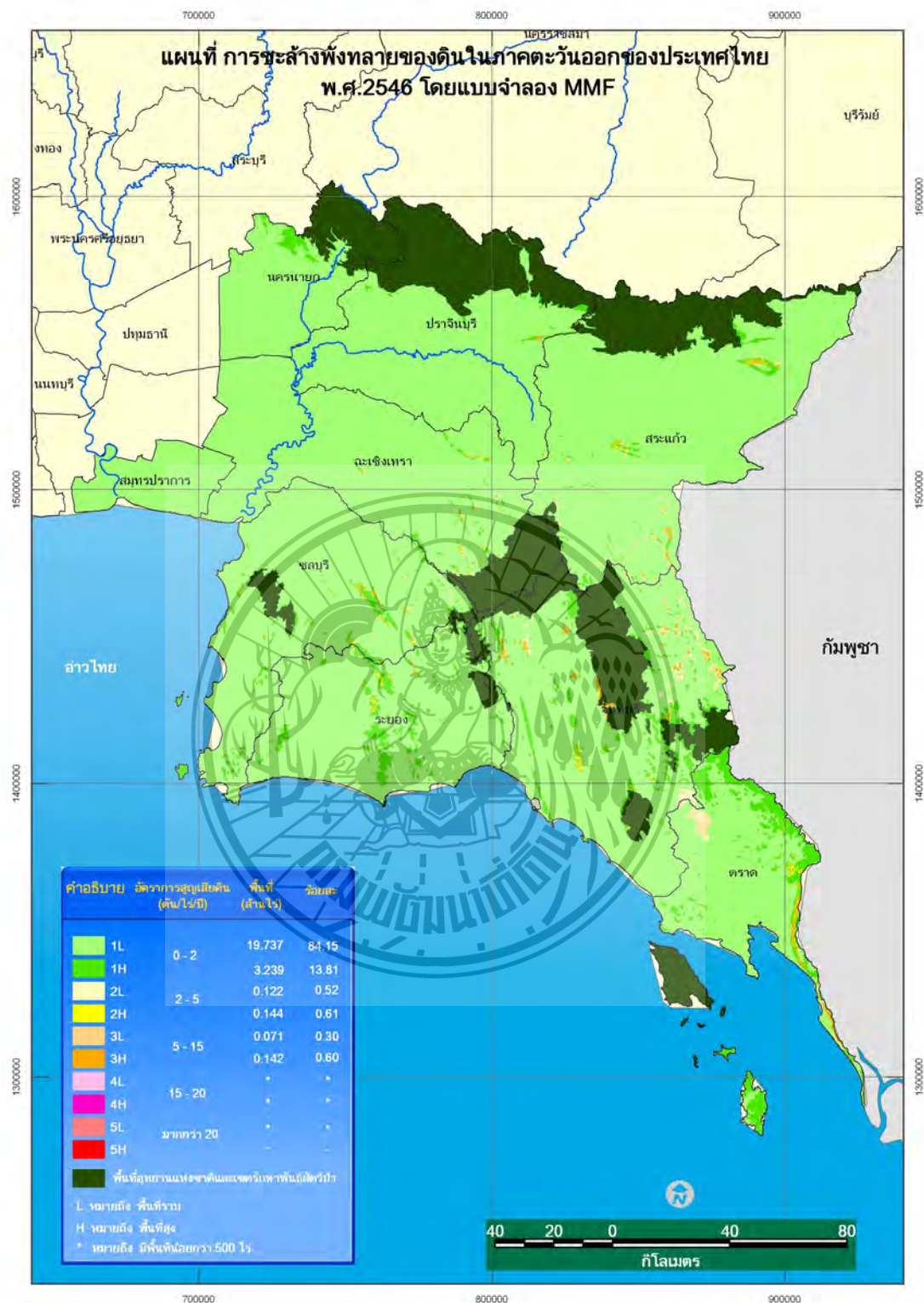
จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคตะวันออก มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินอยู่น้อยเป็นอันดับที่สอง รองจากภาคกลาง โดยในปี 2545 มีพื้นที่ที่มีปัญหาเพียง 0.39 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.12 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ และในปี 2546 คิดเป็นพื้นที่ 0.21 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.07 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ สำหรับผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 17 และการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกในปี 2545 และ 2546 แสดงดังภาพที่ 38 และภาพที่ 39 ตามลำดับ

ตารางที่ 17 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออก

ระดับความรุนแรง		ปี 2545		ปี 2546	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภาค
1	1L	19,663,903	83.8	19,736,548	84.1
	1H	3,146,886	13.4	3,239,253	13.8
2	2L	129,898	0.56	121,7870	0.52
	2H	119,119	0.51	143,539	0.61
3	3L	135,866	0.58	71,318	0.30
	3H	258,441	1.10	141,624	0.60
4	4L	29	0.00	44	0.00
	4H	0	0.00	31	0.00
5	5L	19	0.00	19	0.00
	5H	0	0.00	0	0.00
รวม		23,454,162	100	23,454,162	100



ภาพที่ 38 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี 2545
โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 39 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ปี 2546
โดยแบบจำลอง MMF

5.5 การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคตะวันตก

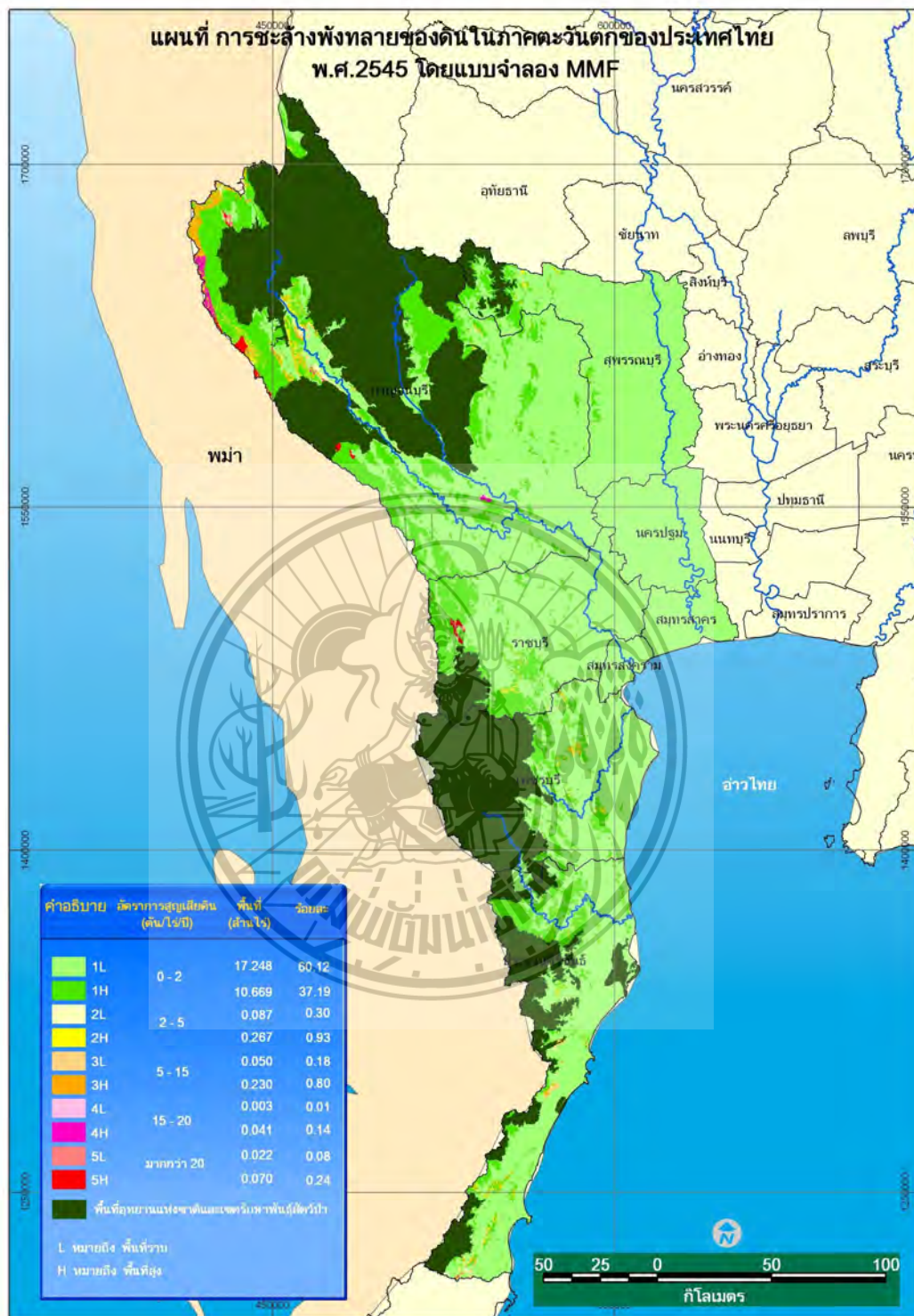
ภาคตะวันตกมีพื้นที่ทั้งหมด 28,687,842 ไร่ คิดเป็น 8.94 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 8 จังหวัดคือ กาญจนบุรี นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และสุพรรณบุรี

ผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคตะวันตกพบว่า พื้นที่ส่วนมากของภาคมีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ที่ระดับน้อยมาก (ระดับที่ 1) ทั้งพื้นที่ราบและพื้นที่สูง หรืออัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ในปี 2545 ภาคตะวันตกมีพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก คิดเป็นพื้นที่ 27.92 ล้านไร่ และในปี 2546 จำนวน 28.10 ล้านไร่ โดยภาคตะวันตกมีพื้นที่ทั้งสิ้น 28,687,842 ไร่ ดังนั้นการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี ของภาคตะวันตกจึงคิดเป็นพื้นที่กว่า 97.3 เปอร์เซ็นต์ และ 97.9 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2545 และ 2546 ตามลำดับ

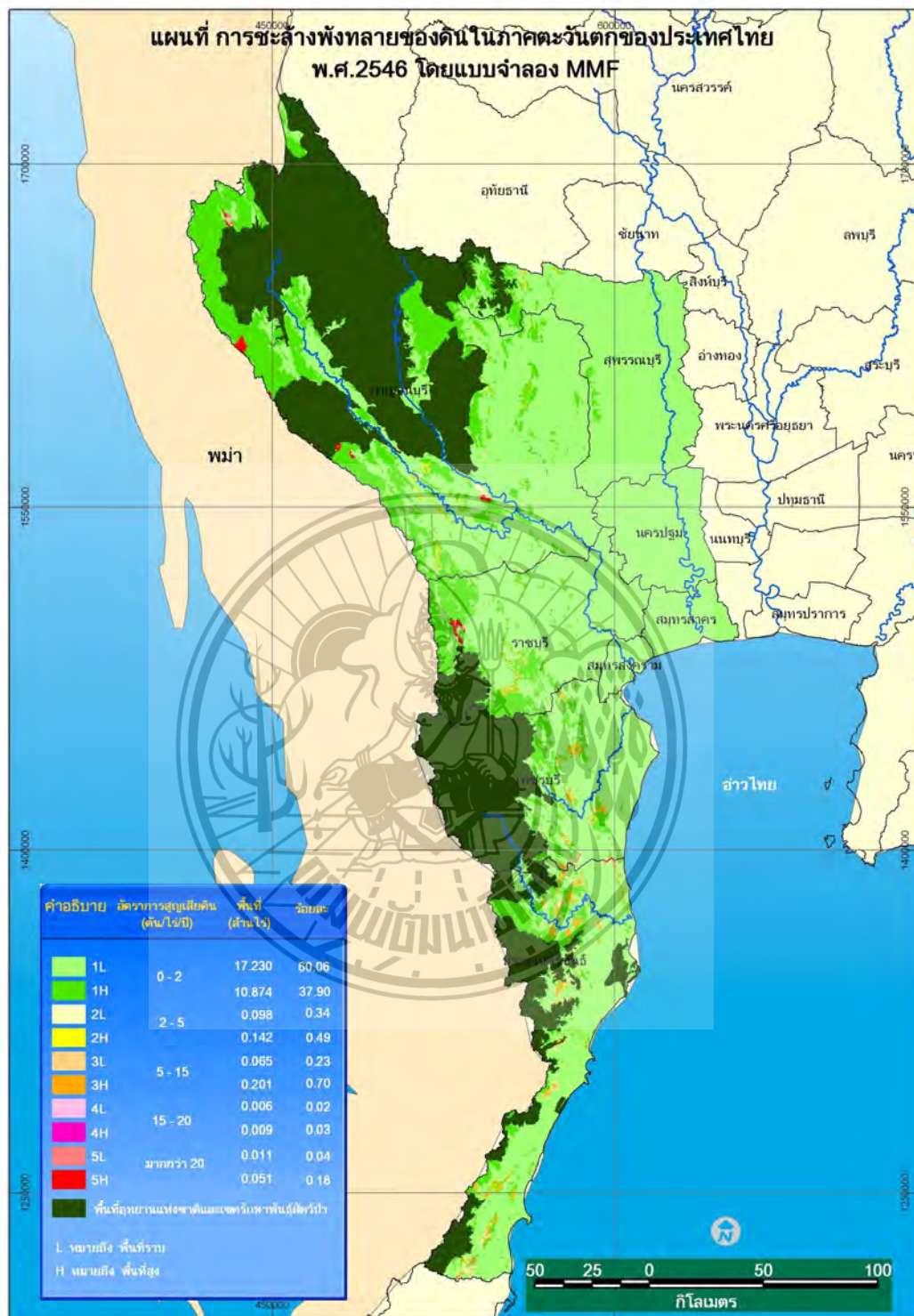
จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตก ผลการศึกษาพบว่า มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินอยู่น้อยทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง เป็นอันดับที่สาม รองจากภาคกลาง และภาคตะวันออก โดยในปี 2545 มีพื้นที่ที่มีปัญหาเพียง 0.42 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.13 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ และในปี 2546 คิดเป็นพื้นที่ 0.34 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.11 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ สำหรับผลการศึกษาแสดงดัง ตารางที่ 18 และการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตกในปี 2545 และ 2546 แสดงดังภาพที่ 40 และภาพที่ 41 ตามลำดับ

ตารางที่ 18 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตก

ระดับความรุนแรง		ปี 2545		ปี 2546	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค
1	1L	17,248,279	60.1	17,230,467	60.1
	1H	10,669,116	37.2	10,873,842	37.9
2	2L	87,086	0.30	98,137	0.34
	2H	266,744	0.93	141,995	0.50
3	3L	50,408	0.18	65,017	0.23
	3H	230,485	0.80	200,634	0.70
4	4L	2,875	0.01	5,845	0.02
	4H	40,754	0.14	9,383	0.03
5	5L	22,084	0.08	11,266	0.04
	5H	70,012	0.24	51,256	0.18
รวม		28,687,842	100	28,687,842	100



ภาพที่ 40 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตกของประเทศไทย ปี 2545
โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 41 การชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตกของประเทศไทย ปี 2546
โดยแบบจำลอง MMF

5.6 การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคใต้

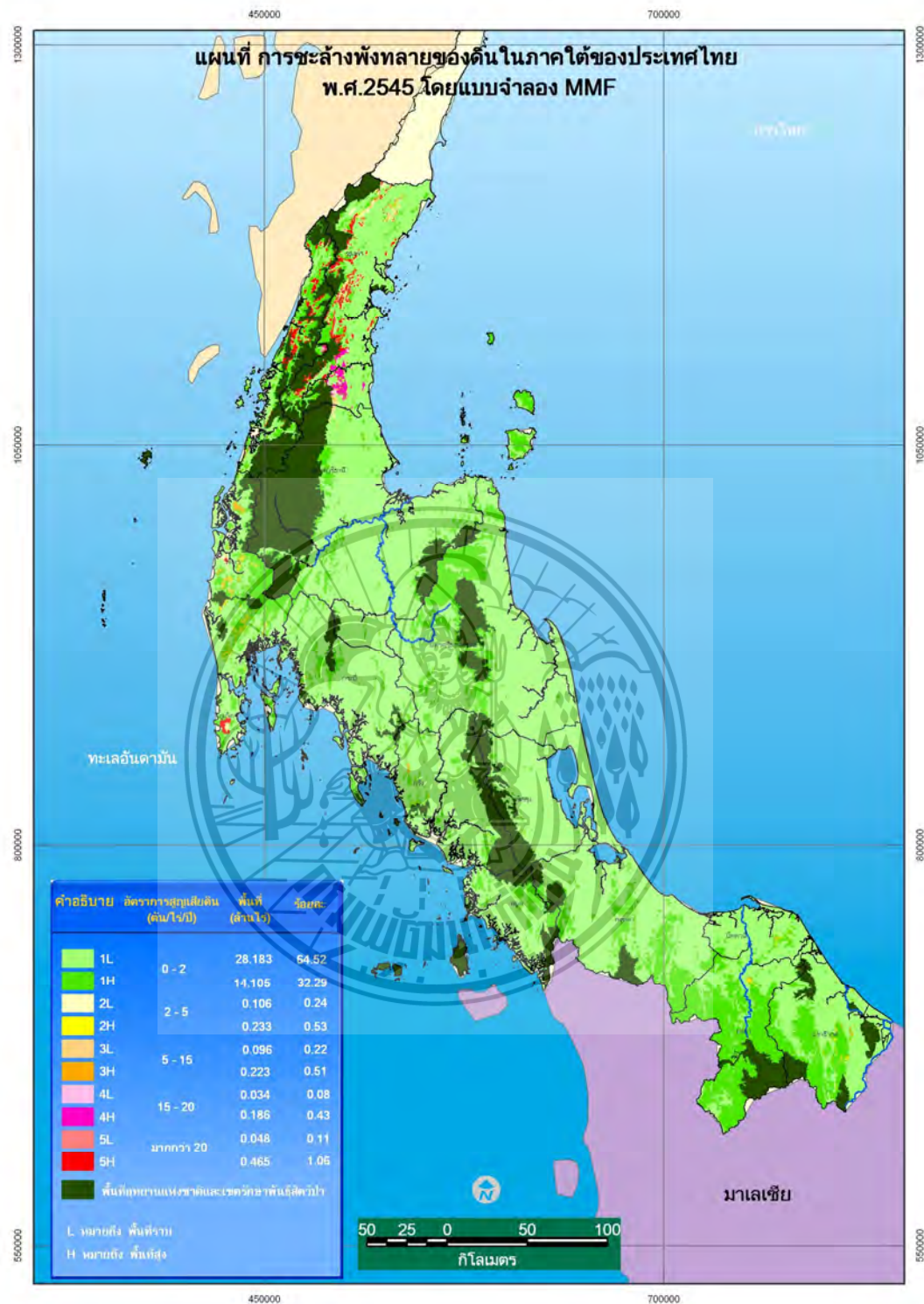
ภาคตะวันออกเฉียงใต้มีพื้นที่ทั้งหมด 43,678,971 ไร่ คิดเป็น 13.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 14 จังหวัดคือ กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี พังงา พัทลุง ภูเก็ต ยะลา ระนอง สงขลา สตูล และสุราษฎร์ธานี

จากการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ภาคใต้พบว่า พื้นที่ส่วนมากของภาคใต้มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ที่ระดับน้อยมาก (ระดับที่ 1) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรืออัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี โดยในปี 2545 คิดเป็นพื้นที่ 42.29 ล้านไร่ และในปี 2546 จำนวน 42.52 ล้านไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ทั้งสิ้น 43,678,971 ไร่ ดังนั้นการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปีของภาคใต้จึงคิดเป็นพื้นที่กว่า 96.8 เปอร์เซ็นต์ และ 97.3 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2545 และ 2546 ตามลำดับ

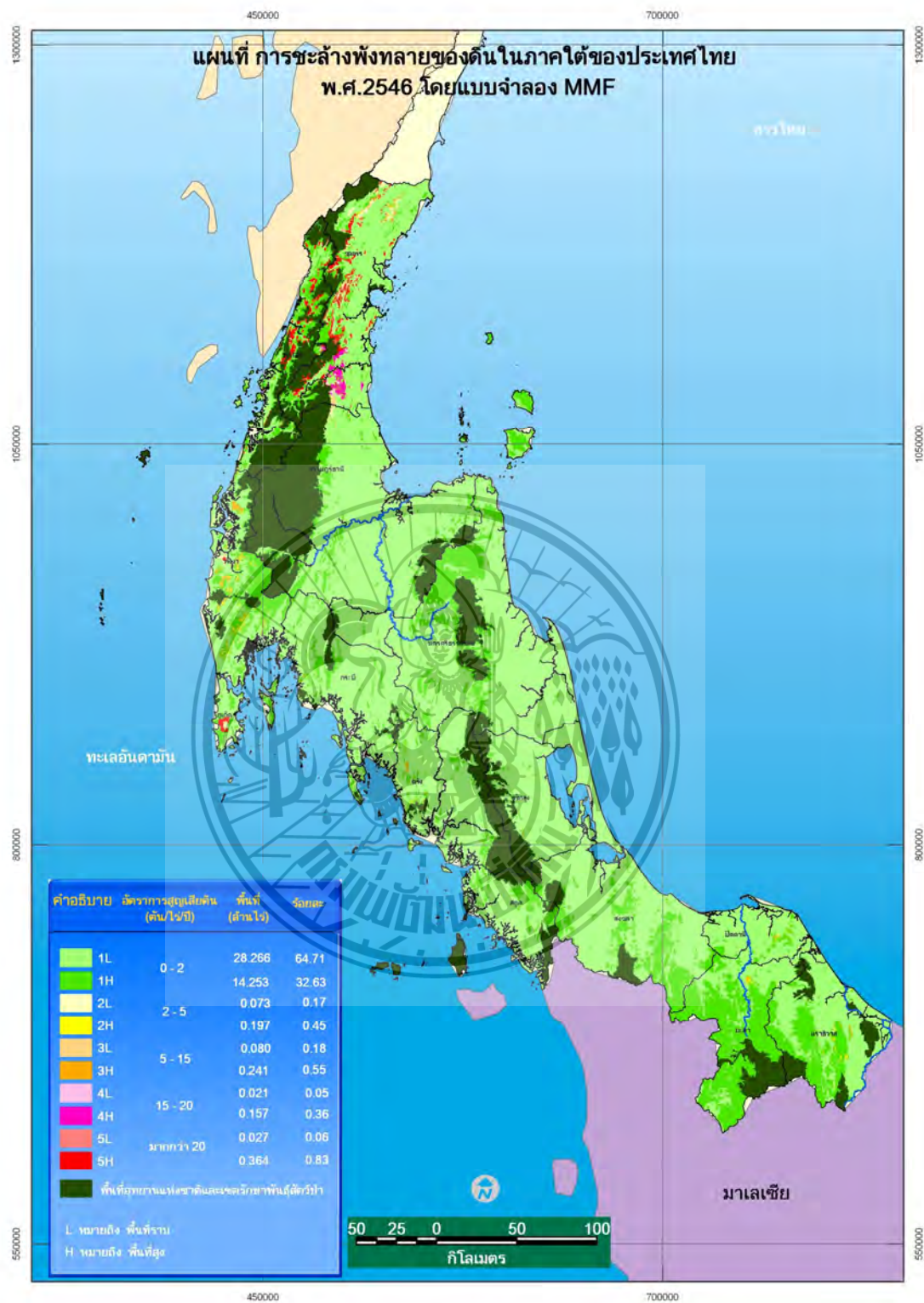
จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคใต้ มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง มากเป็นอันดับที่สาม รองจากภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยในปี 2545 มีพื้นที่ที่มีปัญหาถึง 1.05 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.33 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ และในปี 2546 คิดเป็นพื้นที่ 0.89 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.28 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ประเทศ สำหรับผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้แสดงดัง ตารางที่ 19 แลการชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้ในปี 2545 และ 2546 แสดงดังภาพที่ 42 และภาพที่ 43 ตามลำดับ

ตารางที่ 19 พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้

ระดับความรุนแรง		ปี 2545		ปี 2546	
		พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค	พื้นที่ (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ภาค
1	1L	28,183,355	64.5	28,266,478	64.7
	1H	14,105,231	32.3	14,252,514	32.6
2	2L	105,750	0.24	73,001	0.17
	2H	233,310	0.53	196,955	0.45
3	3L	96,034	0.22	79,552	0.18
	3H	222,583	0.51	240,994	0.55
4	4L	34,226	0.08	21,099	0.05
	4H	185,874	0.43	157,322	0.36
5	5L	48,066	0.11	27,302	0.06
	5H	464,542	1.06	363,756	0.83
รวม		43,678,971	100	43,678,971	100



ภาพที่ 42 การชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้ของประเทศไทย ปี 2545
โดยแบบจำลอง MMF



ภาพที่ 43 การชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้ของประเทศไทย ปี 2546
โดยแบบจำลอง MMF

5.7 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินระหว่าง ปี 2545 และ 2546

การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นใน ปี 2545 กับ 2546 นั้นได้ทำการศึกษาเพื่อหาพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับการชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงคงเดิม โดยผลการศึกษาแสดงดัง ตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบพื้นที่การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นใน ปี 2545 กับ 2546

ชนิด แผนที่	พื้นที่การชะล้างพังทลายของดิน ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF (ไร่)						รวม
	พื้นที่ราบ	1L	2L	3L	4L	5L	
พื้นที่การชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF (ไร่)	1L	219,132,021	2,166,223	1,128,305	2,508	7,010	222,436,068
	2L	215,131	184,274	1,048,012	7,940	4,571	1,459,928
	3L	399,924	39,885	913,317	95,163	222,628	1,670,917
	4L	905	33	1,380	15,403	178,453	196,173
	5L	1,675	96	1,068	6,598	709,623	719,059
	รวม	219,749,657	2,390,511	3,093,061	127,611	1,122,285	226,482,145
	พื้นที่สูง	1H	2H	3H	4H	5H	รวม
	1H	80,336,035	1,356,947	1,619,626	38,429	40,519	83,391,557
	2H	188,378	204,908	761,323	13,044	20,754	1,188,408
	3H	255,242	113,033	714,941	133,751	386,984	1,603,951
	4H	3,624	186	4,812	103,053	1,142,125	1,253,799
	5H	11,184	801	5,337	47,691	6,783,586	6,848,599
	รวม	80,794,463	1,675,874	3,106,038	335,969	8,373,968	94,286,314

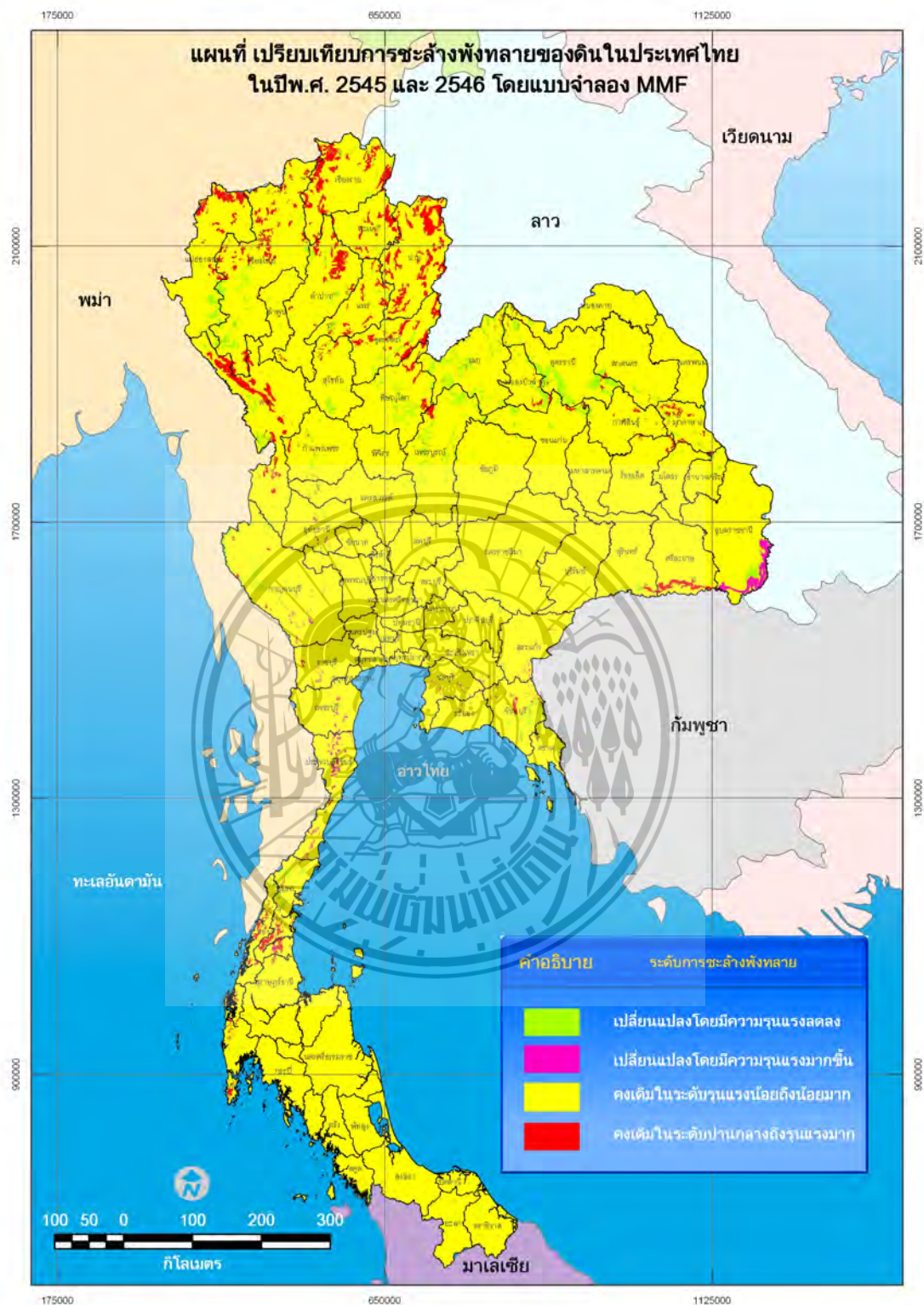
จากผลการศึกษาสามารถคำนวณหาพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินคงเดิม ระหว่างปี 2545 และ 2546 โดยพบว่าในพื้นที่ราบมีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินคงเดิมอยู่ 220.95 ล้านไร่ (219,132,021 ไร่ + 184,274 ไร่ + 913,317 ไร่ + 15,403 ไร่ + 709,623 ไร่) จากพื้นที่ทั้งหมด 226.48 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 97.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ราบทั่วประเทศ สำหรับพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินคงเดิม ในพื้นที่สูงพบว่า มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงคงเดิมอยู่ 88.14 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 94.29 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 93.5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สูงทั่วประเทศ เมื่อพิจารณาารวมพื้นที่ทั้งประเทศ พบว่ามีพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินคงเดิมถึง 309.10 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 320.77 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 96.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ

ในส่วนของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับความรุนแรงในการชะล้างพังทลายของดิน พบว่ามีพื้นที่เท่ากับ 11.67 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 3.64 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ แบ่งเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงเพิ่มขึ้น 1.30 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 0.40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ และพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงลดลง 10.37 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 3.23 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ประเทศไทยระหว่างปี 2545 และ 2546 โดยในภาพรวมพบว่าประเทศไทยมีการชะล้างพังทลายของดินลดลง ซึ่งสาเหตุของระดับความรุนแรงที่เปลี่ยนไป มาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดินและพืชพันธุ์ยัง คงไม่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการศึกษาของทั้งสองปี

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน (มีการชะล้างพังทลายปานกลางถึงรุนแรงมาก) ของทั้งสองปี ที่มีปริมาณพื้นที่ที่มีปัญหาเท่ากับ 16.16 และ 12.29 ล้านไร่ ตามลำดับ โดยนำผลการศึกษาของทั้งสองปีมาเปรียบเทียบกันในเชิงพื้นที่ สรุปได้ว่า มีพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายปานกลางถึงรุนแรงมากซ้ำกันในเชิงพื้นที่ 9.24 ล้านไร่ โดยพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินซ้ำกันในเชิงพื้นที่นี้ เราอาจกล่าวได้ว่าเป็นพื้นที่เปราะบาง เนื่องจาก ระหว่างผลการศึกษาของทั้งสองปี เราทราบว่า การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยรวมนั้นลดลง เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ แต่พื้นที่ดังกล่าวยังคงมีระดับการชะล้างพังทลายของดินที่ถือว่าเป็นปัญหาคงเดิมอยู่ ดังนั้นในการป้องกันและแก้ไข ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่นี้ ควรมีการวางมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเร่งด่วน สำหรับตัวอย่างพื้นที่ที่มีปัญหาดังกล่าวนั้นเช่น อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก ซึ่งการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นใน ปี 2545 กับ 2546 นั้นแสดงดัง ภาพที่ 44





ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินใน ปี 2545 กับปี 2546

5.8 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF กับสมการการสูญเสียดินสากล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการวางกรอบแนวคิดในการศึกษา ให้มีการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินขึ้นได้จากแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินขึ้นโดย สมการการสูญเสียดินสากล ที่กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้ทำการศึกษาไว้ เพื่อทราบถึงพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินระดับเดียวกันตรงกันในเชิงพื้นที่

โดยในการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินที่ได้มาจากการประเมินโดยแบบจำลองทั้ง 2 ชนิดนั้น จะอาศัยการนำแผนที่มาซ้อนทับกัน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือ เพื่อหาพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินทั้ง 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับน้อยมากจนถึงรุนแรงมากที่สุดที่ตรงกันในเชิงพื้นที่ ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

5.8.1 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF ในปี 2545 กับสมการการสูญเสียดินสากล

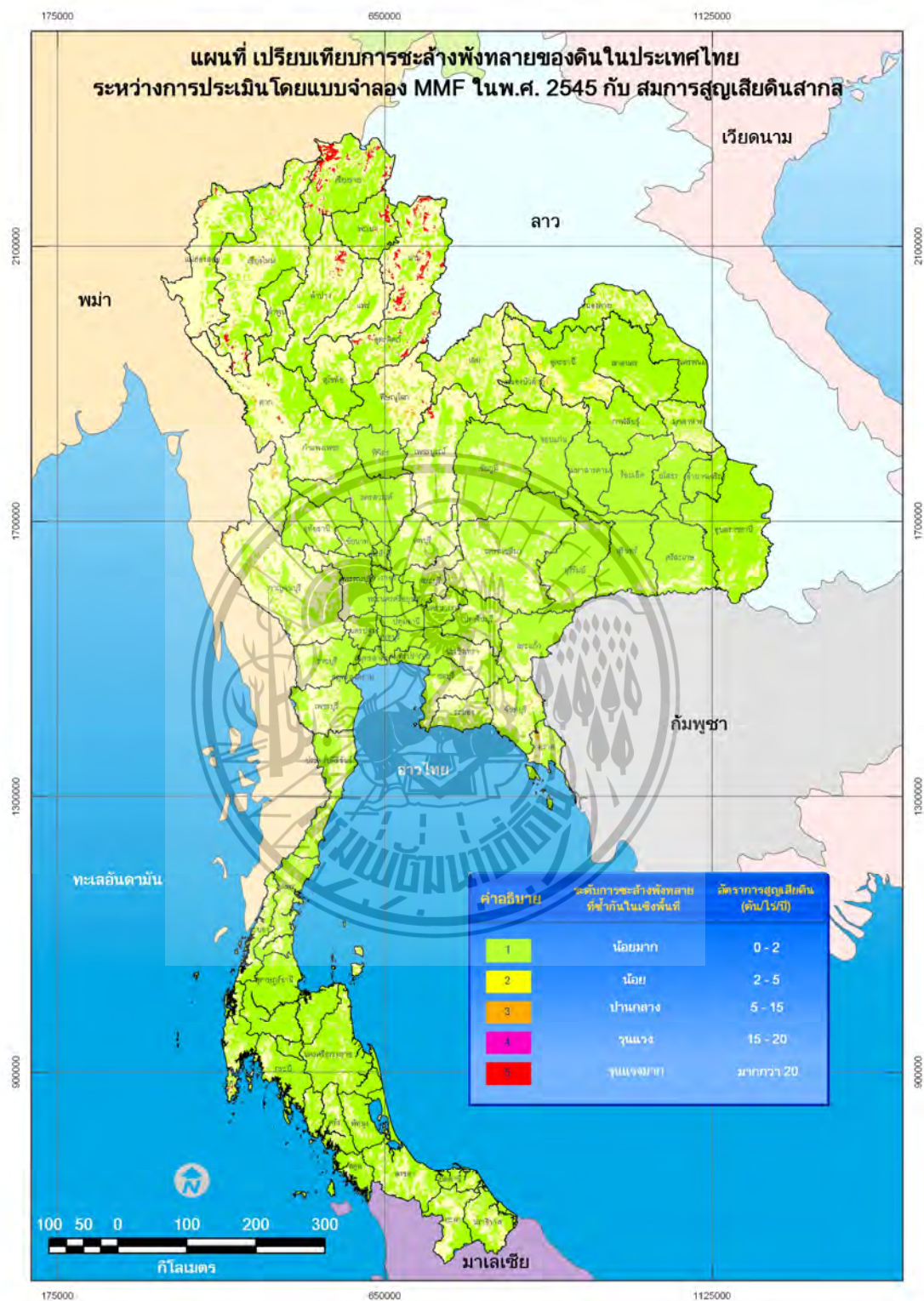
จากการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินปี 2545 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับสมการการสูญเสียดินสากล ผลการศึกษาสามารถทราบถึงพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินตรงกันจากการประเมินโดยแบบจำลองทั้งสอง โดยพบว่าในพื้นที่ราบมีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกันเชิงพื้นที่อยู่ 169.53 ล้านไร่ (168,451,074 ไร่ + 763,666 ไร่ + 232,389 ไร่ + 1,347 ไร่ + 80,295 ไร่) จากพื้นที่ทั้งหมด 226.48 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 74.9 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ราบทั่วประเทศ โดยพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกันเชิงพื้นที่นั้น ส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยมากหรือระดับ 1L (อัตราการชะล้างพังทลาย 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี)

สำหรับพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินตรงกันเชิงพื้นที่ ในพื้นที่สูงพบว่าพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกันอยู่ 38.63 ล้านไร่ (35,858,369 ไร่ + 320,186 ไร่ + 610,115 ไร่ + 9,017 ไร่ + 1,832,027 ไร่) จากพื้นที่ทั้งหมด 94.29 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 40.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สูงทั่วประเทศ ซึ่งพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงที่ตรงกันนั้น ส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายที่ดินอยู่ในระดับน้อยมากหรือระดับ 1H เช่นเดียวกันกับผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในพื้นที่ราบ

เมื่อพิจารณารวมพื้นที่ทั่วประเทศ พบว่ามีพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินตรงกันถึง 208.16 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 320.77 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 64.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั่วประเทศ ซึ่งพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงที่ตรงกันนั้น ส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายที่ดินอยู่ในระดับน้อยมาก เช่นเดียวกันกับผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ตารางที่ 21 และ ภาพที่ 45

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบการชะล้างไหลของดิน ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างไหล
ของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล

ชนิด แผนที่	พื้นที่การชะล้างไหลของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล (ไร่)						
	พื้นที่ราบ	1L	2L	3L	4L	5L	รวม
พื้นที่การชะล้างไหลของดิน ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF (ไร่)	1L	168,451,074	39,426,570	9,029,252	538,956	2,303,805	219,749,657
	2L	1,256,884	763,666	214,599	18,175	137,187	2,390,511
	3L	1,676,707	1,042,447	232,389	17,975	122,562	3,092,081
	4L	87,346	25,508	10,974	1,347	2,435	127,611
	5L	539,535	295,362	168,760	38,332	80,295	1,122,285
	รวม	172,011,547	41,553,554	9,655,974	614,785	2,646,285	226,482,145
	พื้นที่สูง	1H	2H	3H	4H	5H	รวม
	1H	35,858,369	23,823,232	12,277,206	1,661,457	7,174,200	80,794,463
	2H	793,218	320,186	320,558	22,666	219,248	1,675,875
	3H	1,616,292	454,070	610,115	33,421	392,141	3,106,039
	4H	164,241	32,180	46,551	9,017	83,980	335,969
	5H	2,810,786	1,756,744	1,268,486	705,925	1,832,027	8,373,968
	รวม	41,242,907	26,386,410	14,522,916	2,432,486	9,701,595	94,286,314



ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2545 โดยแบบจำลอง MMF
กับการชะล้างพังทลายของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล

5.8.2 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลอง MMF ในปี 2546 กับ สมการการสูญเสียดินสากล

จากการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินปี 2546 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับสมการการสูญเสียดินสากล ผลการศึกษาสามารถทราบถึงพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินตรงกันจากการประเมินโดยแบบจำลองทั้งสอง โดยพบว่าในพื้นที่ราบมีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกันในเชิงพื้นที่อยู่ 170.32 ล้านไร่ (169,650,061 ไร่ + 487,596 ไร่ + 113,943 ไร่ + 3,761 ไร่ + 60,855 ไร่) จากพื้นที่ทั้งหมด 226.48 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 75.2 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ราบทั่วประเทศ โดยพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกันในเชิงพื้นที่นั้น ส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยมาก

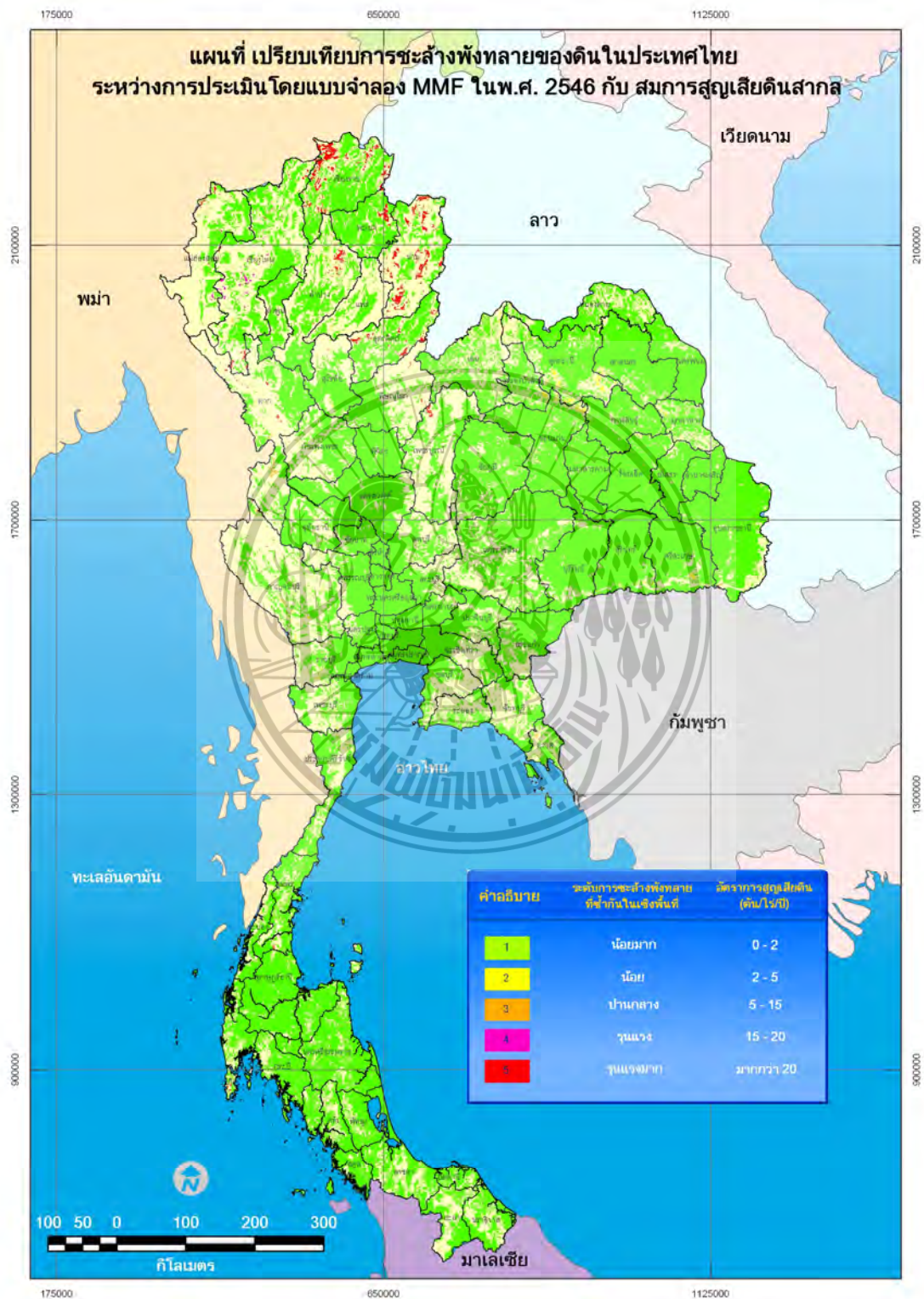
สำหรับพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินตรงกันในเชิงพื้นที่ ในพื้นที่สูงพบว่า มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงตรงกันอยู่ 39.01 ล้านไร่ (36,891,021 ไร่ + 209,635 ไร่ + 170,608 ไร่ + 117,957 ไร่ + 1,623,895 ไร่) จากพื้นที่ทั้งหมด 94.29 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 41.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สูงทั่วประเทศ ซึ่งพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงที่ตรงกันนั้น ส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายที่ดินอยู่ในระดับน้อยมาก เช่นเดียวกันกับผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในพื้นที่ราบ สำหรับผลการศึกษาสามารถแสดงดัง ตารางที่ 22

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF กับ การชะล้างพังทลายของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล

พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล (ไร่)							
ชนิดแผนที่	พื้นที่ราบ	1L	2L	3L	4L	5L	รวม
พื้นที่การชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF (ไร่)	1L	169,650,061	40,396,237	9,289,394	565,203	2,535,172	222,436,068
	2L	828,971	487,596	114,036	6,476	22,850	1,459,928
	3L	1,111,131	418,828	113,943	8,618	18,397	1,670,917
	4L	107,241	45,690	30,469	3,761	9,011	196,173
	5L	314,142	205,202	108,132	30,728	60,855	719,059
	รวม	172,011,547	41,553,554	9,655,974	614,785	2,646,285	226,482,145
	พื้นที่สูง	1H	2H	3H	4H	5H	รวม
	1H	36,891,021	24,259,609	12,974,433	1,689,080	7,577,413	83,391,557
	2H	656,853	209,635	163,783	22,259	135,878	1,188,408
	3H	948,214	252,152	170,608	44,322	188,655	1,603,951
	4H	443,505	456,351	60,232	117,957	175,754	1,253,799
	5H	2,303,314	1,208,663	1,153,861	558,867	1,623,895	6,848,599
	รวม	41,242,907	26,386,410	14,522,916	2,432,486	9,701,595	94,286,314

จากผลการศึกษาเมื่อพิจารณาพื้นที่ทั่วประเทศ พบว่ามีพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินตรงกันถึง 209.33 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 320.77 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 65.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั่วประเทศ ซึ่งพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงที่ตรงกันนั้น ส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายที่ดินอยู่ในระดับน้อยมาก เช่นเดียวกันกับผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง

สำหรับการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดิน โดยสมการการสูญเสียดินสากล แสดงดัง ภาพที่ 46



ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดิน ปี 2546 โดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดินโดยสมการการสูญเสียดินสากล

ผลการศึกษาที่ได้จากการนำแผนที่มีการชะล้างพังทลายของดินปี 2545 และ 2546 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF มาเปรียบเทียบกับแผนที่การชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินโดยสมการการสูญเสียดินสากล พบว่าการเปรียบเทียบทั้งสองคู่นั้นให้ผลใกล้เคียงกัน คือ ในคู่แรก (การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินในปี 2545 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดิน ที่ประเมินโดยสมการการสูญเสียดินสากล) มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงทั้งห้าระดับตรงกันในเชิงพื้นที่ เป็นพื้นที่ 208.16 ล้านไร่ หรือ 64.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ สำหรับในคู่ที่สอง (การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินในปี 2546 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินโดยสมการการสูญเสียดินสากล) มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงทั้งห้าระดับตรงกันในเชิงพื้นที่ เป็นพื้นที่ 209.33 ล้านไร่ หรือ 65.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ

สำหรับพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินตรงกันในเชิงพื้นที่ เมื่อประเมินจากแบบจำลองที่ต่างกัน แบบจำลอง MMF และสมการการสูญเสียดินสากล) อาจกล่าวได้ว่าผลการศึกษาในพื้นที่ดังกล่าวมีความแม่นยำมากกว่าพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินไม่ตรงกันจากการเปรียบเทียบข้างต้น สำหรับสาเหตุของการที่มีระดับการชะล้างพังทลายไม่ตรงกันในบางพื้นที่ (ประมาณ 35.0 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ) อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยที่ใช้ในการประเมิน ทั้งในส่วนของแบบจำลอง MMF หรือ ในส่วนของสมการการสูญเสียดินสากล ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป



บทที่ 6

การวางแผนทางป้องกันและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

ในการวางแผนทางป้องกันและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละพื้นที่ที่สามารถวางแผนทางป้องกันและแก้ไขได้ โดยแบ่งตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้น หรือแบ่งตามประเภทของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่นำมาปฏิบัติใช้ ซึ่งผลการศึกษามีดังนี้

1. การวางแผนทางป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงน้อยมาก มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 0 - 2 ตันต่อไร่ต่อปี แนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยแบ่งการวางแผนทางปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

- พื้นที่ราบ (1L) พื้นที่ในระดับความรุนแรงนี้ ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นพิเศษ เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ

- พื้นที่สูง (1H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่ยังคงสภาพเป็นป่าไม้ธรรมชาติ จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในระดับที่เป็นปัญหา

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรง มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 2 - 5 ตันต่อไร่ต่อปี แนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นสามารถทำได้โดยแบ่งการวางแผนทางปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

- พื้นที่ราบ (2L) พื้นที่นี้ควรมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างระมัดระวังโดยการปลูกพืชตามแนวระดับหรือขวางความลาดเท และควรมีการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อผลทางบวกต่อการทำการเกษตร

- พื้นที่สูง (2H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่ยังคงสภาพเป็นป่าไม้ธรรมชาติ จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงขึ้นกว่านี้

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงปานกลาง มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 5 - 15 ตันต่อไร่ต่อปี สามารถวางแผนทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นโดยแบ่งการวางแผนทางปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ราบ (3L) พื้นที่นี้มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน อันจะก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อผลผลิตทางการเกษตร จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล

- พื้นที่สูง (3H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าเสื่อมโทรม จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด เพื่อลดปัญหาการชะล้างพังทลายให้น้อยลง

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรง มีอัตราการสูญเสียดินในช่วง 15 - 20 ตันต่อไร่ต่อปี สามารถวางแผนทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นโดยแบ่งการวางแผนทางปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

- พื้นที่ราบ (4L) พื้นที่นี้มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก หากจะใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายอย่างเคร่งครัด

- พื้นที่สูง (4H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าเสื่อมโทรม จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด ควบคู่ไปกับการฟื้นฟูสภาพป่าเพื่อลดการชะล้างพังทลายของดินให้น้อยลง

พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายรุนแรงมาก มีอัตราการสูญเสียดิน มากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี สามารถวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นโดยแบ่งแนวทางการปฏิบัติระหว่างที่ราบ และที่สูงได้ดังนี้

- พื้นที่ราบ (5L) พื้นที่นี้มีมักมีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก ซึ่งไม่เหมาะสำหรับทำการเกษตรอย่างถาวรควรกันพื้นที่ไว้สำหรับเป็นพื้นที่ปลูกป่าหรือไม้ยืนต้น
- พื้นที่สูง (5H) พื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขาสูงชัน จึงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัดควบคู่กับการฟื้นฟูอย่างเร่งด่วน

2. การวางแผนการแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน

วิธีกล (Mechanical method)

วิธีกล ซึ่งมุ่งเน้นในการก่อสร้างสิ่งกีดขวางความลาดชัน เพื่อสกัดกั้นน้ำไหลบ่าและการพังทลายของดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกลนี้เป็นการป้องกันการพังทลายได้ทันทีแต่เสียค่าใช้จ่ายสูงเช่น การสร้างแนวคันดิน การปลูกพืชตามแนวระดับ และการปลูกแถบหญ้าตามแนวระดับ เป็นต้น

วิธีพืช (Vegetative method)

วิธีพืช เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและเกษตรกรสามารถทำได้เอง เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชสลับเป็นแถว และการปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

วิธีเกษตรกรรม (Agronomic method)

วิธีเกษตรกรรม เช่น การไถพรวนดิน การไถกลบเศษพืช และการใช้วัสดุคลุมดิน เป็นต้น สำหรับวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน โดยวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน เช่น ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 12 – 20 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง จำเป็นต้องใช้วิธีกลเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยการสร้างแนวคันดินหรือแนวหญ้าแฝก เป็นต้น ซึ่งได้มีการสรุปหลักเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 หลักเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ

ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)	ชนิดของเนื้อดิน	มาตรการอนุรักษ์ดิน และน้ำ	ระยะห่างระหว่าง แนวคันดินใน แนวตั้ง (เมตร)
0 – 2	ดินทุกชนิด	วิธีเกษตรกรรม	-
2 – 5	ดินทุกชนิด	วิธีพืช	-
5 – 12	ดินเหนียว	ทำคันดิน	2
12 – 20	ดินร่วนปนดินเหนียว หรือ ดินร่วนเหนียว ปนทรายแป้ง	วางแผนคันดินหรือแนว หญ้าแฝก	3
20 – 35	ดินทุกชนิด ยกเว้นดินเหนียว ดินร่วนปนดิน เหนียว หรือ ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	แนวหญ้าแฝกหรือแนวคัน ดิน	5
มากกว่า 35	ดินทุกชนิด	ปลูกป่าทดแทน	-

ที่มา: ไชยสิทธิ์ (2539)

นอกจากการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อกำหนดแผนงานอนุรักษ์ดินและน้ำแล้วมาตรการในการสร้างบ่อดักตะกอนในพื้นที่ลาดชัน ยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ในการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยในการเก็บกักน้ำที่ไหลบารวมทั้งตะกอนที่ถูกชะล้างไว้เป็นช่วง ๆ เพื่อลดความเสียหายรุนแรงแก่พื้นที่เพาะปลูก ตลอดจนแหล่งน้ำอื่น ๆ โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งบ่อดักตะกอน คือ ตำแหน่งบนเส้นทางน้ำที่มีความลาดชันสูงสุด ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาตำแหน่งบ่อดักตะกอนในระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งผลจากการกำหนดขอบเขตมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้สามารถกำหนดแนวโครงสร้างงานอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การวางแนวคันดิน และต่อหรือ แนวหญ้าแฝก ตลอดจนสามารถกำหนดตำแหน่งของบ่อดักตะกอนได้ในพื้นที่เป้าหมายได้ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการวางแผนการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินต่อไป

3. มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในแต่ละภูมิภาค

3.1 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ภาคเหนือ

จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคเหนือ มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด (ระดับที่ 3 - 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง

สำหรับพื้นที่ราบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำนั้น พื้นที่ที่มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก จนถึงมีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก อันจะก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อผลิตผลทางการเกษตร จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล เพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายอย่างเคร่งครัด ตลอดจนกันพื้นที่ไว้สำหรับเป็นพื้นที่ปลูกป่าหรือไม้ยืนต้น ส่วนที่เป็นพื้นที่สูงนั้นหากมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าเสื่อมโทรม ควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด ควบคู่ไปกับการฟื้นฟูสภาพป่าอย่างเร่งด่วน

3.2 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินมากเป็นอันดับที่สองรองจากภาคเหนือ (ระดับที่ 3 - 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง สำหรับพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีความแตกต่างจากภาคเหนือ แม้ว่าจะมีพื้นที่ที่มีปัญหามากรองจากภาคเหนือ กล่าวคือ จะเป็นพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับปานกลางเสียส่วนมาก ต่างกับภาคเหนือที่พื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายจะอยู่ในระดับรุนแรงมาก

มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ที่ประสบปัญหารุนแรงควรดำเนินการเช่นเดียวกับภาคเหนือ นอกจากนี้ในพื้นที่ราบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล เพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลาย ส่วนที่เป็นพื้นที่สูงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด

3.3 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ภาคกลาง

การชะล้างพังทลายสูงสุดที่ได้จากการศึกษาในพื้นที่ภาคกลางพบว่า ภาคกลางมีระดับการชะล้างพังทลายของดินสูงสุดอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง หรืออัตราการสูญเสียดินในช่วง 5 - 15 ต้นต่อไร่ต่อปี

สำหรับพื้นที่ราบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล เพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลาย ส่วนที่เป็นพื้นที่สูงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด

3.4 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคตะวันออก มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินอยู่น้อยเป็นอันดับที่สอง รองจากภาคกลาง โดยในปี 2545

การดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำควรเป็นเช่นเดียวกับภาคกลาง กล่าวคือพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล เพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลาย ส่วนที่เป็นพื้นที่สูงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด

3.5 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ภาคตะวันตก

จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันตก ผลการศึกษาพบว่า มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินอยู่น้อยทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง เป็นอันดับที่สาม รองจากภาคกลาง และภาคตะวันออก เช่นเดียวกับภาคกลางและภาคตะวันออก การดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล เพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลาย ส่วนที่เป็นพื้นที่สูงควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด

3.6 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ภาคใต้

จากการประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ผลการศึกษาพบว่าในภาคใต้ มีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน (ระดับที่ 3 - 5) ทั้งพื้นที่ราบ และพื้นที่สูง มากเป็นอันดับที่สาม รองจากภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สำหรับภาคใต้นั้น การดำเนินมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำนั้นควรดำเนินการเช่นเดียวกับภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ โดยพื้นที่ที่มีการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก จนถึงมีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก ควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืช และวิธีกล เพื่อป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายอย่างเคร่งครัด ตลอดจนกันพื้นที่ไว้สำหรับเป็นพื้นที่ปลูกป่าหรือไม้ยืนต้น ส่วนที่เป็นพื้นที่สูงนั้นหากมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าเสื่อมโทรม ควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด ควบคู่ไปกับการฟื้นฟูสภาพป่าอย่างเร่งด่วน



ภาพที่ 47 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกล



ภาพที่ 48 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีพืช



ภาพที่ 49 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีเกษตรกรรม



ภาพที่ 50 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ วิธีกลร่วมกับวิธีพืช
(การปลูกแฝกบนคันดิน)

บทที่ 7

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา

ในปี 2545 ประเทศไทยมีการสูญเสียดินประมาณ 462 ล้านตันต่อปี และมีพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินในระดับปานกลางจนถึงรุนแรงมาก (อัตราการสูญเสียดินตั้งแต่ 5 ถึงมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) เป็นพื้นที่ 16.16 ล้านไร่ คิดเป็น 5.04 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ

ในปี 2546 ประเทศไทยมีการสูญเสียดินประมาณ 300 ล้านตันต่อปี และมีพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินปานกลางจนถึงรุนแรงมาก เป็นพื้นที่ 12.29 ล้านไร่ คิดเป็น 3.83 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ

จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ประเทศไทยระหว่างปี 2545 กับ 2546 พบว่า ในภาพรวมประเทศไทยมีการชะล้างพังทลายของดินลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ทั้งสองปี สรุปได้ว่า มีพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายปานกลางถึงรุนแรงมากซ้ำกันในเชิงพื้นที่ เป็นพื้นที่ 9.24 ล้านไร่ คิดเป็น 2.88 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินซ้ำกันในเชิงพื้นที่นี้ เราอาจกล่าวได้ว่าเป็นพื้นที่เปราะบางต่อการชะล้างพังทลายของดิน

ผลการเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินปี 2545 และ 2546 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับแผนที่การชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินโดยสมการการสูญเสียดินสากล พบว่าในคู่แรก (การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินในปี 2545 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดิน ที่ประเมินโดยสมการการสูญเสียดินสากล) มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงทั้งห้าระดับตรงกันในเชิงพื้นที่ เป็นพื้นที่ 208.16 ล้านไร่ หรือ 64.9 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ สำหรับในคู่ที่สอง (การเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินในปี 2546 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง MMF กับการชะล้างพังทลายของดินที่ประเมินโดยสมการการสูญเสียดินสากล) มีพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงทั้งห้าระดับตรงกันในเชิงพื้นที่ เป็นพื้นที่ 209.34 ล้านไร่ หรือ 65.3 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งประเทศ และจากผลการศึกษาอาจกล่าวได้ว่า ผลการประเมินการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ดังกล่าว มีความแม่นยำมากกว่าพื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายของดินไม่ตรงกัน จากการเปรียบเทียบข้างต้นไปจากปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย สามารถวางแนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดินได้ 3 วิธีหลัก คือ การใช้วิธีกล วิธีพืช และวิธีเกษตรกรรม

2. ข้อเสนอแนะ

ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นั้นหากมีการปรับปรุงฐานข้อมูลที่ใช้ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นจะทำให้แผนที่ดิจิทัล (Digital map) ต่าง ๆ มีความแม่นยำและถูกต้องเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการปรับปรุงฐานข้อมูลนั้นจำเป็นต้องให้เป็นหน้าที่ของหน่วยงานผู้รับผิดชอบโดยตรง

ในการศึกษาต่อไปควรมีการศึกษาลงไปรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง เนื่องจากข้อมูลบางตัว เช่น ระดับความลึกของรากพืช ยังคงต้องอาศัยค่าจากการตรวจสอบ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งการศึกษาลงไปรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเหล่านั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับประเทศไทยจะส่งผลให้การประเมินมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2553. รายงานสรุปโครงการจัดทำแผนพัฒนาการชลประทานระดับลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ (กรอบน้ำ 60 ล้านไร่): สถานการณ์น้ำ (หน้า 1 - 13). กรุงเทพมหานคร.
- กรมพัฒนาที่ดิน . 2527. แผนที่ดินระดับภาค มาตราส่วน 1:500,000 และข้อมูลดินเค็มได้จากโครงการสำรวจ ดินเค็ม. แหล่งที่มา: <http://www.ddd.go.th/ofswb/thaisoil/p7.htm>. สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2557
- กรมพัฒนาที่ดิน . 2542. การเปรียบเทียบการใช้ที่ดินบางประเภท. แหล่งที่มา: <http://www.ddd.go.th/ofswb/thaisoil/p6.htm> สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2557
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา. 2530. พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาอังกฤษ-ไทย. คณะกรรมการ แห่งชาติว่าด้วยการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ.
- ไชยสิทธิ์ อเนกสัมพันธ์. 2539. คู่มือการอนุรักษ์ดินและน้ำระดับลุ่มน้ำในประเทศไทย. สำนักงานพัฒนา ที่ดินเขต 7.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Mathematical Models of Soil Erosion and Sediment Pollution in Watershed). ฝ่าย จัดพิมพ์ตำรา ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- ฝ่ายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. ทรัพยากรป่าไม้สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. แหล่งที่มา: <http://www.thaienvimonitor.net/Concept/priority1.htm> สืบค้นวันที่ 8 ธันวาคม 2557
- Backer, A. and P. Serban. 1990. Hydrological Models for Water-Resources Systems Design and Operation. Operational Hydrol. Rep. No. 34, World. Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. 80 p.
- Flake. W., K. Auerwald and L. Neufang. 1990. Combining a modified universal soil loss equation with a digital terrain model for computing high resolution maps of soil loss resulting from rain wash. Catena, 17: 383-397
- Hudson, N.W. 1965. The influence of rainfall on the mechanic of soil erosion with particular reference to northern Rhodesia. M.S. Thesis, University of Cape Town, South Africa.
- Hudson, N.W. 1973. Soil Conservation. BT Batsford Ltd., London. 320 p.
- Meyer, L.D. and W.H. Wischmeier. 1969. Mathematical simulation of the process soil erosion by water. Trans. ASAE 12: 754 - 755.
- Meyer, L.D.; G.R. Foster and M.J.M. Romkens. 1975. Source of Soil Eroded by Water From Upland Slopes. pp 177 - 189. In : Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources, Washington, USDA.

- Morgan R.P.C.; D.D.V. Morgan and H.J. Finney. 1984. A predictive model for the assessment for soil erosion risk. *J. Agri. Engng. Res.* 30: 245 - 253.
- Morgan R.P.C. 2001. A simple approach to soil loss prediction. A revised Morgan–Morgan Finney model, United Kingdom. *Catena* 44: 305 – 322.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, and D.C. Yoder (coordinators). “Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE).” USDA Agr. Handb. No 703, 1997.
- Shrestha, D. P. 2003. Modeling Approach. Department of Earth System Analysis, ITC, Enschede.
- Stocking, M.A. 1981. Erosion and Soil productivity. A review. Soil Conservation programme. Land and Water Development Division. AGLS, FAO.
- Williams, J.R. 1975. Sediment-yield prediction with universal equation using runoff energy factor. In: *Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources*. USDA-Sci. and Educ. Admin. ARS-S-40. p. 244-252.
- Williams, J.R. and H.D. Berndt. 1977. Sediment yield prediction based on watershed hydrology. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 20: 1100 - 1104.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. *Agr. Handbook No. 282*, U.S. Dept. Agr., Washington, DC.
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation Planning. USDA, Agriculture Handbook 537. U.S. Government Printing Office, Washington,DC.
- Wischmeier, W.H., C.B. Johnson, and B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation* 26: 189-193