บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถานได้ใช้คำว่า "กษัยการของดิน" ซึ่งหมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ค่อยผุพังและแพร่สะพัดหรือกระจัดกระจายไป เพราะพลังลมหรือพลังน้ำ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2525) ส่วนในพจนานุกรมกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถานใช้คำว่า "การกร่อน" ซึ่งหมายถึงกระบวนการหนึ่ง หรือหลายกระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดไปละลายไป หรือกร่อนไปโดยตัวการธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ ลมฟ้าอากาศ สารละลาย การครูดถู การนำพา ทั้งนี้ไม่รวมถึงการพังทลายเป็นกลุ่มก้อน เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2544) แต่ในที่นี้จะใช้คำว่า การชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง ขบวนการแตกกระจาย (Detachment) และการพัดพาไป (Transportation) ของดินโดยตัวการกัดกร่อน (Erosive Agents) จากที่เดิมไปทับถม (Deposition) ยังที่ใหม่

1. **สาเหตุของการชะล้างพังทลายของดิน** สามารถแบ่งออกได้สองประเภท คือ

1.1 การชะล้างพังทลายของดินตามธรรมชาติ (Geologic or Natural Erosion)

สันต์ สิริภักดิ์ (2536) ได้ให้ความหมายของสาเหตุการชะล้างพังทลายของดินตามธรรมชาติว่า เป็นการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ทำให้พื้นผิวโลกมีสัณฐานแตกต่างกันออกไป

นิวัติ เรืองพานิช (2542) กล่าวว่าการชะล้างพังทลายของดินตามธรรมชาติ เป็นการชะล้างพังทลายที่เกิดขึ้นเองภายใต้สภาพแวดล้อม และสิ่งปกคลุมตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นการชะล้างพังทลายแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยมีทั้งน้ำและลมเป็นตัวการ เช่น การชะล้างภายใน (Leaching) แผ่นดินถล่ม (Landslides) และการชะล้างโดยลมตามชายฝั่งทะเล หรือในทะเลสาบ เป็นต้น

การชะล้างพังทลายประเภทนี้ใช้เวลานับล้านปี ทำให้เกิดลักษณะสภาพทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก เช่น ห้วย ธาร หุบเขา หรือห้วงเหวต่าง ๆ กระบวนการนี้มนุษย์ควบคุมบังคับไม่ให้เกิดขึ้นไม่ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.2 การชะล้างพังทลายของดินแบบมีตัวเร่ง (Accelerated or Man–Made Erosion)

สันต์ สิริภักดิ์ (2536) ได้ให้ความหมายของการชะล้างพังทลายของดินแบบมีตัวเร่งว่าเป็นการชะล้างพังทลายของดินที่มีมนุษย์และปศุสัตว์เข้ามาช่วยเร่งให้เกิดการพังทลายเพิ่มขึ้นจากการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดเป็นประจำอยู่แล้วโดยธรรมชาติ

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน

ริปติและสิงห์ (Tripathi & Singh, 1993) กล่าวว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการชะล้างพังทลายของดินประกอบด้วย สภาพภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะของดิน ปัจจัยทางด้านชีวภาพ และปัจจัยอื่น ๆ เป็นต้น

สันต์ สิริภักดิ์ (2536) ได้จำแนกปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินออกเป็นสองประเภท คือ

2.1 การชะล้างพังทลายของดินโดยมีน้ำเป็นตัวการ (Soil Erosion by Water) เป็นปัจจัยที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดินเป็นอย่างมาก ซึ่งการชะล้างพังทลายของดินโดยมีน้ำเป็นตัวการมีหลายปัจจัย เช่น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (Mean Annual Rainfall) ซึ่งในพื้นที่มีฝนตกปริมาณน้อยการชะล้างพังทลายของดินจะเกิดขึ้นได้น้อย เนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินจะมีน้อยตามปริมาณน้ำฝน ในขณะเดียวกันถ้าปริมาณน้ำฝนมีมาก การชะล้างพังทลายของดินจากน้ำฝนอาจมีมากตามไปด้วย อย่างไรก็ตามสภาพปกติตามธรรมชาติถ้าผิวดินมีพืชปกคลุมดินอัตราการชะล้างพังทลายอาจลดลงได้ แม้ว่าปริมาณน้ำฝนจะมีมากก็ตาม

ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำ คือ ความรุนแรงหรือความหนาแน่นของฝน (Rainfall Intensity) ซึ่งมีบทบาทโดยตรงต่อการชะล้างพังทลายเป็นอย่างมาก ถ้าฝนมีความหนาแน่นสูงการชะล้างพังทลายของดินก็มีมากขึ้นเช่นกัน

2.2 การชะล้างพังทลายของดินโดยลมเป็นตัวการ (Soil Erosion by Wind) เป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่แห้งแล้ง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีต่ำกว่า 250 ถึง 300 มิลลิเมตร เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยการชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่เกิดจากน้ำเป็นตัวการที่สำคัญ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น และมีปริมาณของน้ำฝนโดยเฉลี่ย 1,100 ถึง 1,500 มิลลิเมตรต่อปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) ซึ่งจัดอยู่ในบริเวณที่มีฝนตกหนาแน่น จึงส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินสูง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน

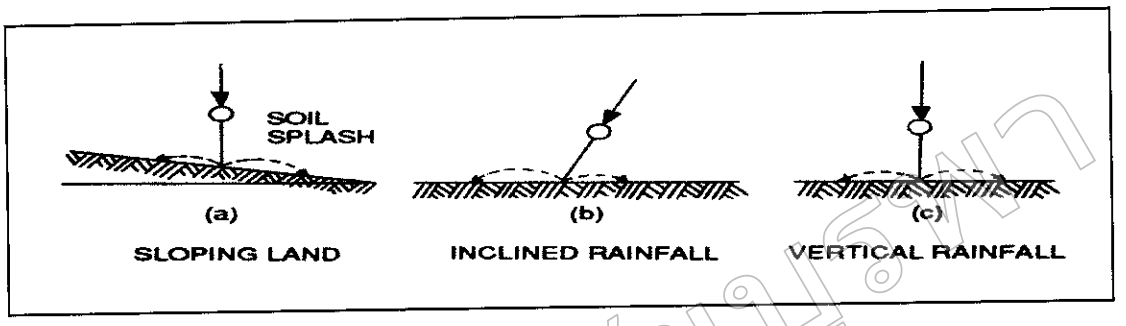
การเกิดกระบวนการชะล้างพังทลายของดินนั้น เริ่มจากอนุภาคของดินแตกกระจาย (Detaching) ออกจากกัน โดยมีตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายอยู่หลายชนิดด้วยกัน สันต์ สิริภักดิ์ (2536) กล่าวว่าตัวการที่สำคัญที่สุด คือ เม็ดฝนที่ตกลงมากระทบผิวดิน โดยเม็ดฝนที่มีขนาดใหญ่จะมีความเร็วสูงกว่าเม็ดฝนที่มีขนาดเล็ก และมีพลังงานในการทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายได้มากกว่า ดังภาพที่ 3 นอกจากนี้ยังมีตัวการอื่น ๆ อีกที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย เช่น น้ำไหลบ่าบนผิวดิน (Surface Runoff) วัตถุที่น้ำพัดพา (Transported Materials) การเปียกและแห้งของดินสลับกัน (Wetting and Drying) การแข็งตัวและการละลายของน้ำใต้ดิน (Freezing and Thawing) การเหยียบย้ำของปศุสัตว์ (Trampling of Livestock) และการไถพรวน (Tillage) เป็นต้น ต่อจากนั้นอนุภาคของดินที่แตกแยกออกจากกันจะเคลื่อนที่ไปจากที่เดิม ซึ่งตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินเคลื่อนที่มีอยู่หลายชนิดเช่นกัน แต่ตัวการที่สำคัญที่สุด คือ น้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน เมื่ออนุภาคของดินที่เคลื่อนที่จะไปตกทับถมกันในที่ใหม่

ภาพที่ 3 พลังของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวหน้าดินทำให้ดินแตกกระจายออกจากกัน (Tripathi & Singh, 1993)

ธิปติและสิงห์ (Tripathi & Singh, 1993) กล่าวว่าตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินเคลื่อนที่ คือ การกระเด็นของเม็ดฝน (Raindrop Splash) เมื่อเม็ดฝนตกกระทบผิวดินจะทำให้ก้อนดินแตกออก และอนุภาคของดินกระเด็นขึ้นไปในอากาศ แล้วตกกลับลงสู่ผิวดิน อย่างไรก็ตามยังขึ้นอยู่กับลักษณะของสภาพพื้นที่ที่เม็ดฝนตกกระทบผิวดิน ดังภาพที่ 4 ถ้าหากเป็นพื้นที่ลาดเท หรือพื้นที่ราบแต่ฝนตกกระทบลงมาในแนวเฉียง จะทำให้อนุภาคของดินเคลื่อนที่ไปได้มาก แต่สำหรับพื้นที่ราบเมื่อฝนตกกระทบผิวดินในแนวดิ่งจะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียอนุภาคของดิน เนื่องจากเกิดการแทนที่กันและกัน ซึ่งการเคลื่อนที่ของอนุภาคดินนี้ มักจะเกิดในบริเวณที่ไม่มีพืชหรือวัตถุปกคลุม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดิน (สันต์ สิริภักดิ์, 2536) นอกจากนี้แรงดึงดูดของโลก บนพื้นที่ที่มีความลาดเทก็ทำให้อนุภาคของดินเคลื่อนที่ลงสู่ที่ต่ำเช่นกัน (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)



ภาพที่ 4 การเคลื่อนที่ของอนุภาคดินโดยเม็ดฝน (Tripathi & Singh, 1993)

กรมพัฒนาที่ดิน (2530) ได้แบ่งกระบวนการชะล้างพังทลายของดินเป็นสามขั้นตอน คือ

3.1 เมื่อฝนตก เม็ดฝนจะตกลงมากระแทกกับก้อนดิน ทำให้ก้อนดินแตกเป็นเม็ดดินเล็ก ๆ

3.2 ภายหลังที่เม็ดฝนกระแทกก้อนดินแล้ว น้ำบางส่วนก็จะไหลซึมลงไปในดิน เมื่อดินอิ่มตัวจนน้ำไม่สามารถจะไหลซึมไปได้อีกแล้วก็จะเกิดน้ำไหลบ่าพัดพาเอาก้อนดินเล็ก ๆ ที่แตกกระจายอยู่บนผิวดินไปด้วย นอกจากนี้เมื่อเม็ดฝนตกลงบนผิวน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินจะทำให้น้ำที่ไหลบ่าเกิดการวนเวียน (Turbulence) เป็นการเพิ่มความสามารถในการนำพาอนุภาคของดิน (สันต์ สิริภักดิ์, 2536)

3.3 เม็ดดินที่ถูกพัดพาไปกับน้ำจะไหลลงสู่พื้นที่ต่ำ ทำให้เกิดการสะสมตกตะกอนของดินในพื้นที่ลุ่มต่ำ แม่น้ำลำธาร อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

นิวัติ เรืองพานิช (2542) กล่าวว่ากระบวนการนี้มีจุดเริ่มต้นอยู่ที่ขีดความสามารถในการกัดเซาะของน้ำ (Detachability) ซึ่งทำให้อนุภาคของดินแตกตัวหลุดออกจากกัน ต่อจากนั้นก็ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเคลื่อนย้ายอนุภาคของดิน ที่ถูกกัดเซาะให้ไหลไปกับน้ำ (Transportability) โดยปกติแล้วการกัดเซาะของดินโดยน้ำ (Soil Detachability) จะมีมากขึ้นถ้าหากอนุภาคของดินมีขนาดโตขึ้น สำหรับการพัดพาของดิน (Soil Transportability) จะมีมากขึ้นเมื่ออนุภาคของดินมีขนาดเล็กลง ขั้นสุดท้ายของกระบวนการชะล้างพังทลายก็คือ การตกตะกอน (Deposition) หรือ (Sedimentation) เนื่องจากความเร็วของน้ำไหลช้าลง หรืออนุภาคของดินไปปะทะกับสิ่งกีดขวาง เช่น เขื่อนกั้นน้ำ หรือบริเวณปากแม่น้ำต่าง ๆ ทำให้เกิดการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำหน้าเขื่อน หรือเกิดเป็นสันดอนตามปากแม่น้ำทั่ว ๆ ไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อย่างไรก็ตาม กระบวนการชะล้างพังทลายอาจทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide) ซึ่งเป็นการสูญเสียแรงต้านทานที่พื้นผิวหน้าที่เป็นจุดอ่อน ทำให้เกิดการพังทลายลงมา โดยมีผลมาจากการเพิ่มน้ำหนักที่ทับถมด้านบนของการดูดซับน้ำที่มากขึ้น และเกิดกำลังต้านทานจึงลดลง เนื่องมาจากการชะล้างพังทลายที่ฐานและวัสดุภายในลดแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกัน อันเกิดจากการดูดซับน้ำ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา (2538) กล่าวว่า แผ่นดินถล่มเป็นการเคลื่อนที่ของแผ่นดินและกระบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของดิน หิน ตามแนวลาดชัน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ซึ่งในการเคลื่อนที่ของวัตถุจำแนกออกเป็นสองลักษณะ คือ

(1) การเคลื่อนที่อย่างช้า (Slow Movement or Creep) เป็นการเคลื่อนที่ของดินและหินที่อยู่เชิงผาลงมาตามความลาดอย่างช้า โดยมีน้ำเป็นตัวการ ซึ่งการเคลื่อนที่ของดินอาจเกิดจากน้ำใต้ดินที่กลายเป็นน้ำแข็งในฤดูหนาวละลายในฤดูใบไม้ผลิ หรือฤดูร้อน หรืออาจเกิดจากการที่น้ำแข็งหรือหิมะที่ผิวดินละลายซึมลงไปในดินชั้นบน ทำให้ดินชั้นแฉะในขณะที่ดินชั้นล่างยังมีอุณหภูมิ ณ จุดเยือกแข็ง จึงทำให้ดินชั้นบนค่อย ๆ ไหลเลื่อนลง จึงเรียกว่าการไหลของดิน (Soilfluction or Soilfluxion)

(2) การเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว (Rapid Movement) เป็นการเคลื่อนที่คล้ายกับการไหล (Flow) ซึ่งจำแนกเป็น

โคลนไหล (Mud Fow) เป็นการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของดินโคลนหรือเศษหินและน้ำผสมกัน ซึ่งไหลลงตามแนวลาดเท เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก กรณีโคลนไหลนี้ เนื่องจากฝนตกหนักมาก หรือการละลายของหิมะ หรือการแตกพังของทะเลสาบบนปล่องภูเขาไฟ

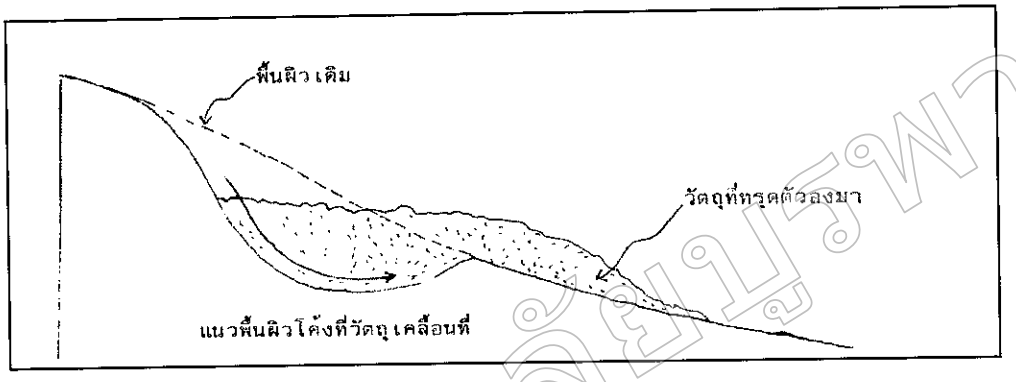
ดินเลื่อน (Earth Flow) เป็นการเคลื่อนที่ของดินหรือหินที่ผุ เลื่อนไถลลงมาจากไหล่เขา หรือพื้นที่ลาดเขา เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การเลื่อนไถลจะเกิดขึ้นช้า ถ้าปริมาณน้ำในดินมีน้อย หากปริมาณน้ำมากจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นโคลนไหล ซึ่งการเคลื่อนที่ของดินจะมีอัตราความเร็วน้อยกว่า 10 เมตรต่อชั่วโมง (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

การถล่มของหิน (Rock Avalanche) เป็นการเคลื่อนที่ของหินจำนวนมากเลื่อนไถลลงมาจากภูเขาที่สูงชัน โดยความโน้มถ่วงของโลก ความเร็วอาจสูงถึง 800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สาเหตุเกิดจากการที่หินปรับตัวให้อยู่ในสภาพคงที่ใหม่ ส่วนมากพบในบริเวณที่มีลานหินพัง สภาพที่มีน้ำมากเกินไป

นอกจากนี้การเคลื่อนที่เหล่านี้เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนระหว่างน้ำกับอนุภาคของดิน โดยเฉพาะน้ำปนดินเหนียวอาจทำให้มีสภาพเป็นของเหลวจนเกิดโคลนไหล ซึ่งการไหลจะเป็น

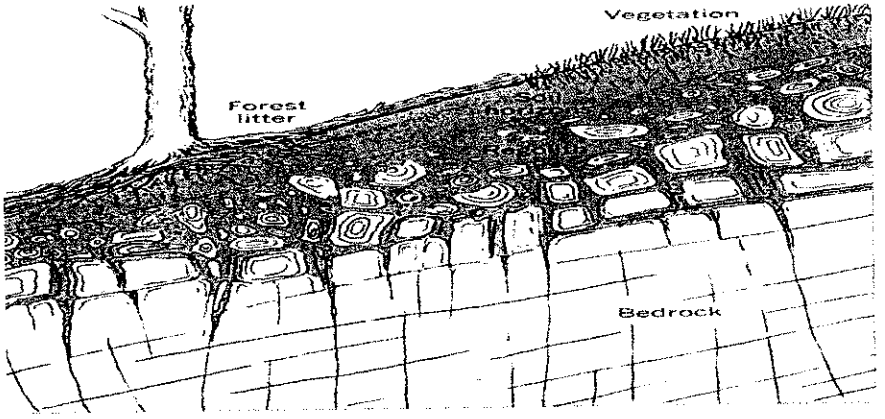
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตัวการชะล้างพังทลายได้ดีและนำเอาก้อนหิน ก้อนกรวดเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางไกล ๆ ได้ นอกจากนั้นอาจเกิดการทรุดตัว หรือยุบตัว (Slumping) ลงมา โดยมักเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ตามลักษณะพื้นผิว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของดินตามแรงดึงดูดของโลก และการทรุดตัวของดิน (Slumping) (เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา, 2538)

อย่างไรก็ตามลักษณะภูมิประเทศที่เป็นเขาสูงชันที่ประกอบด้วยหินอัคนี ซึ่งเกิดจากการดันตัวของแมกมา และเกิดกระบวนการทางกายภาพและเคมี ทำให้เกิดลักษณะของหินที่ต่างกันนั้น เมื่อระยะเวลาผ่านไปจะเกิดการผุพังของหิน (Rock Weathering) จากปัจจัยต่าง ๆ ต่อจากนั้นพืชพรรณจะเกิดขึ้นแต่หยั่งรากไม่ลึก เนื่องจากหินฐานยังไม่เกิดการผุผัง เนื้อดินจึงมีลักษณะตื้น เมื่อเวลาผ่านไปพืชพรรณจะพยายามแทรกรากหยั่งลึกทำให้หินแตก ดังภาพที่ 6 ทั้งนี้เมื่อฝนตกปริมาณที่มากจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินและเกิดแผ่นดินถล่มตามมา เนื่องจากเนื้อดินที่ตื้นและการซึมซับน้ำของหินฐานเกิดขึ้นได้น้อย (Arthur & Alan, 1978)



ภาพที่ 6 การผุพังของหินฐานจนกลายเป็นดิน และการแทรกดันของรากไม้ที่หินฐาน (Arthur & Alan, 1978)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. รูปแบบของการชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินโดยมีน้ำเป็นสาเหตุ สามารถแบ่งออกเป็นเจ็ดประเภท คือ

4.1 การชะล้างพังทลายจากความแรงของเม็ดฝน (Splash Erosion) เป็นการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากความแรงของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดิน ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกัน และถูกน้ำพัดพาไหลไปในที่สุด โดยอ้างถึงผลการศึกษาของฮิวเลท และสิงค์นัทเตอร์ (Hewlett & Singh Nutter) ในปี ค.ศ. 1969 พบว่าแรงปะทะของเม็ดฝนทำให้สูญเสียดินมากกว่าการถูกชะล้างโดยน้ำที่ไหลไปตามหน้าดิน ประมาณ 50 ถึง 90 เท่า และบริเวณพื้นดินที่ปราศจากสิ่งปกคลุม อนุภาคของดินจะถูกชะล้างให้หลุดออกไป 40 ตันต่อพื้นที่หนึ่งไร่ นอกจากนี้ อนุภาคของดินที่กระเด็นไป เนื่องจากเม็ดฝนตกกระทบ จะกระเด็นได้สูงถึง 60 เซนติเมตร และกระจายไปได้ถึง 1.50 เมตร (กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์, 2529)

4.2 การชะล้างพังทลายแบบเป็นแผ่น หรือการชะล้างพังทลายแบบผิวหน้าเรียบ (Sheet Erosion) เป็นการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากเม็ดฝนที่ตกลงมากระทบผิวดิน ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายออกไปอุดช่องว่างในดิน และทำให้การซึมของน้ำใต้ดินลดลง ประกอบกับการไหลบ่าของน้ำทำให้ผิวหน้าดินถูกชะล้างออกไปอย่างสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งพื้นที่

4.3 การชะล้างพังทลายแบบเป็นริ้ว (Rill Erosion) เป็นการชะล้างพังทลายของดินต่อเนื่องจากการชะล้างพังทลายแบบเป็นแผ่น เมื่อฝนตกปริมาณมากขึ้น ปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินจะกัดเซาะดิน ทำให้เกิดเป็นร่องน้ำเล็ก ๆ จำนวนมาก การชะล้างพังทลายแบบนี้ทำให้ผิวดินขรุขระ และมักเกิดบนพื้นที่ที่ดินมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้น้อย อย่างไรก็ตามการชะล้างพังทลายแบบเป็นริ้วมักเกิดในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดเทน้อยและไม่สม่ำเสมอกัน ความกว้างและความลึกของรอยริ้วมีขอบเขตจำกัด คือ กว้างไม่เกิน 18 นิ้ว (45 เซนติเมตร) และลึกไม่เกิน 12 นิ้ว (30 เซนติเมตร) (นิวัติ เรืองพานิช, 2542)

4.4 การชะล้างพังทลายแบบเป็นร่องลึก หรือร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully Erosion) นิวัติ เรืองพานิช (2542) กล่าวว่าเป็นการชะล้างพังทลายที่ลึก กว้าง และรุนแรงกว่าการชะล้างพังทลายแบบเป็นริ้ว ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ลาดชันมาก หรือมีด้านลาดเทยาว หรืออาจเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม สภาพดินโดยทั่วไปง่ายต่อการชะล้างพังทลาย โดยร่องลึกนี้จะความกว้างมากกว่า 1 ฟุต จนถึง 10 เมตร ซึ่งเกิดจากน้ำไหล่บ่ารวมกันเป็นปริมาณมากและมีแรงกัดเซาะสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530) นอกจากนี้ยังเป็นจุดกำเนิดของลำธาร (Intermittent Stream) โดยสันต์ สิริภักดิ์ (2536) ได้สรุปการพัฒนาการของร่องน้ำขนาดใหญ่ ออกเป็นสี่ขั้นตอนด้วยกัน คือ

4.4.1 ขั้นตอนที่ 1 เกิดการชะล้างพังทลายแบบเป็นริ้ว หรือเป็นร่องเล็ก ๆ เนื่องจากดินชั้นบนถูกเคลื่อนย้ายไปสู่ที่ต่ำ

4.4.2 ขั้นตอนที่ 2 กระแสน้ำไหลจากจุดที่เกิดเป็นร่องน้ำ ทำให้ขนาดของร่องน้ำใหญ่ขึ้น ทั้งความกว้างและความลึก จนกระทั่งถึงชั้นวัตถุต้นกำเนิด (C-Horizon)

4.4.3 ขั้นตอนที่ 3 เริ่มมีพืชพรรณขึ้นปกคลุมในร่องน้ำ

4.4.4 ขั้นตอนที่ 4 ร่องน้ำเกิดเสถียรภาพ (Stability) พืชพรรณที่เกิดขึ้นมีมากพอที่จะทำให้เกิดพัฒนาการของชั้นดินบนขึ้นมาใหม่

4.5 การชะล้างพังทลายในลำน้ำ (Stream Channel Erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นกับลำน้ำที่มีน้ำไหลตลอดปี (Perennial Stream) ซึ่งการชะล้างพังทลายเกิดขึ้นได้ทั้งท้องน้ำและริมตลิ่ง แต่ส่วนมากเกิดกับริมตลิ่ง โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นคุ้งน้ำ กระแสน้ำจะกระแทกตลิ่งทำให้ดินตอนล่างใกล้ผิวน้ำถูกน้ำพัดพาไปจนเกิดเป็นโพรงใต้ตลิ่งขึ้น เมื่อดินตะกอนบนอิ่มตัวด้วยน้ำก็จะยุบตัวลง (สันต์ สิริภักดิ์, 2536)

4.6 การชะล้างพังทลายแบบเป็นท่อ หรืออุโมงค์ใต้ดิน (Piping or Tunnel Erosion) เป็นการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำบนผิวดินซึมผ่านหน้าดินลงไปจนถึงชั้นดินที่น้ำซึมผ่านได้น้อยน้ำก็จะซึมไปทางด้านข้าง เมื่อมีช่องทางให้น้ำผ่านไปได้น้ำก็จะพาอนุภาคดินไปด้วย ทำให้เกิดเป็นท่อหรืออุโมงค์ใต้ดินขึ้น ซึ่งบนผิวดินจะไม่เห็นลักษณะของการเกิดการพังทลายแบบนี้ จนกระทั่งอุโมงค์ใต้ดินพังลงเกิดเป็นร่องน้ำขนาดใหญ่ โดยการเกิดลักษณะเช่นนี้จะพบในพื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการเกษตร (สันต์ สิริภักดิ์, 2536)

4.7 การชะล้างพังทลายริมฝั่งทะเล หรือมหาสมุทร (Wave or Coastal Erosion) ธิปติและสิงห์ (Tripathi & Singh, 1993) กล่าวว่าการชะล้างพังทลายริมฝั่งทะเล เกิดจากอิทธิพลของคลื่นและลม ที่กัดเซาะอนุภาคดินริมฝั่งทะเลให้ตกตะกอนในพื้นท้องทะเล และบางส่วนพัดพาไปบนชายฝั่ง ก่อให้เกิดการเพิ่มพูนของดิน อย่างไรก็ตามการชะล้างพังทลายริมฝั่งทะเลจะเกิดในบริเวณที่มีน้ำตื้นและคลื่นลมจัด ซึ่งดินจะถูกคลื่นและลมกระแทกให้พังทลาย (สันต์ สิริภักดิ์, 2536)

5. ผลกระทบที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดิน

กรมพัฒนาที่ดิน (2530) และเศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ (2537) ได้สรุปผลกระทบที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นห้าประการ ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5.1 การสูญเสียหน้าดิน โดยเฉพาะดินชั้นบนจะเกิดการชะล้างพังทลายออกไปได้ง่าย จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดินในปี 2543 พบว่าอัตราการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินออกไป โดยแบ่งเป็นรายภาคต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 อัตราการสูญเสียหน้าดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

ภาค	อัตราการสูญเสียหน้าดิน (เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แต่ละภาค)
ภาคเหนือ	22.36
ภาคกลาง	7.35
ภาคตะวันออก	14.13
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3.29
ภาคตะวันตก	14.77
ภาคใต้	10.34

5.2 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน ทำให้ผลผลิตพืชลดลง เนื่องจากหน้าดินที่มีปุ๋ยธรรมชาติถูกพัดพาไปจากพื้นที่เพาะปลูก ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง นักวิชาการของกรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาพบว่า ตะกอนดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินได้ถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่ลุ่มน้ำในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยมีปริมาณธาตุอาหารพืชในรูปของสารละลายทั้งหมด 27.4 ล้านตันต่อปี ซึ่งจำนวนนี้สามารถแยกได้ ดังนี้

5.2.1 ธาตุโปตัสเซียม (K) ประมาณ 24.1 ล้านตันต่อปี

5.2.2 ธาตุไนโตรเจน (N) ประมาณ 3.1 ล้านตันต่อปี

5.2.3 ธาตุฟอสฟอรัส (P) ประมาณ 0.2 ล้านตันต่อปี

ดังนั้นหากประเมินค่าทางเศรษฐกิจ จะพบว่าประเทศไทยต้องสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินลงสู่แม่น้ำ ลำคลองโดยไม่ได้รับประโยชน์ตอบแทนเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้นปีละ 174,960 ล้านบาท

5.3 ประสิทธิภาพการใช้ที่ดินลดลง เนื่องจากเมื่อน้ำกัดเซาะพื้นดิน ก่อให้เกิดเป็นร่องน้ำทั้งเล็กและใหญ่ มีผลทำให้ยากต่อการไถพรวน นอกจากนั้นถ้าปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมามากก็อาจจะกัดเซาะทำให้ถนนขาด ยากแก่การคมนาคม

5.4 ทำให้สูญเสียประสิทธิภาพของผลผลิตทางการเกษตร ที่ปรากฏให้เห็น คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5.4.1 ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ลดลง จนในที่สุดถึงจุดที่ไม่คุ้มกับการลงทุนและปล่อยให้เป็นที่รกร้างว่างเปล่า

5.4.2 โครงสร้างของดินสูญเสียไป หมายถึงการเกาะตัวของอนุภาคเม็ดดินที่เหมาะแก่การชอนไชของรากพืชเสียไป

5.4.3 ชั้นของดินและหน้าดินตื้นทุกปี เนื่องจากผิวหน้าดินถูกชะออกไป โดยเฉพาะบนพื้นที่ลาดชัน

5.5 เกิดการทับถมของตะกอนดิน โดยดินที่ถูกชะล้างพังทลายมากับน้ำจะไหลลงสู่เบื้องล่าง ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนในแหล่งน้ำ ทำให้ลดความสามารถในการเก็บกักน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมฉับพลัน โดยนักวิชาการของกรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาพบว่า มีตะกอนดินถูกชะล้างพังทลายลงสู่ลุ่มน้ำต่าง ๆ ของประเทศ รวมทั้งสิ้น 28.0 ล้านตันต่อปี ซึ่งสามารถแบ่งเป็นรายภาคได้ ดังนี้

ตารางที่ 2 ปริมาณของตะกอนดินที่พบในลุ่มน้ำภาคต่าง ๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2530)

ภาค	ปริมาณตะกอนดิน (ล้านตันต่อปี)
ภาคเหนือ	12.9
ภาคกลาง	6.9
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4.3
ภาคใต้	3.9

อย่างไรก็ตาม ตะกอนดินในลุ่มน้ำภาคต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินยากต่อการสัญจรไปมา และภาครัฐบาลต้องเสียงบประมาณในการขุดลอกตะกอนในลำน้ำทุกปี หรือทำให้อายุการใช้อ่างเก็บน้ำลดลง อันมีผลกระทบต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าลดลง

6. การประเมินความสามารถในการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน

ในการวัดปริมาณการสูญเสียดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินโดยตรงนั้นทำได้ยาก เนื่องจากมีปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายหลายปัจจัย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้วิธีการประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดินเพื่อแสดงปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต่าง ๆ ไว้ใช้สำหรับการวางแผนการจัดการ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมถึงการวางแผนการใช้ที่ดินในระยะยาว โดยมีแนวทางการศึกษาและการประเมินความสามารถในการสูญเสียดิน ดังนี้

6.1 การคาดคะเนจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม เป็นการสังเกตจากการชะล้างพังทลายที่เกิดบนพื้นดินและแนวทางไหลของน้ำ ซึ่งอาจจะสังเกตจากก้อนหิน หรือรากไม้ที่ปรากฏขึ้นมา และการสะสมของตะกอนบริเวณตีนเขา (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) นอกจากนี้กระบวนการชะล้างพังทลายของดินยังขึ้นอยู่กับการกระทำของมนุษย์ หากมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติโดยการรบกวนดินด้วยเครื่องจักรในการไถพรวนดินต่อเนื่องกันทุกปี จะทำให้สมรรถภาพของดินถูกชะล้างได้ง่าย อัตราการการสูญเสียดินก็จะเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณที่ดินไม่ลึกจะสังเกตเห็นหินโผล่ขึ้นมา ในขณะที่พื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่อายุมากก็จะสามารถประมาณระดับดินเดิมที่ถูกพัดพาไปได้ เนื่องจากบริเวณโคนต้นไม้จะปรากฏรากที่อยู่เหนือระดับผิวดินในปัจจุบันตามอัตราความรุนแรงของการสูญเสียดินที่เกิดขึ้น (Dunne, 1977)

6.2 การศึกษาจากแปลงทดลอง เป็นการศึกษาการสูญเสียดินโดยการออกแบบการทดลองด้วยการสร้างแปลงทดลอง เพื่อหาปริมาณดินที่ถูกชะล้างออกไป โทบี และโอรีวาเอฟ (Toebes & Ouryvaev, 1970) กล่าวว่าบริเวณที่จะสร้างแปลงทดลองจะต้องมีสภาพที่เป็นตัวแทนทั้งสภาพความลาดชัน ลักษณะดิน และพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ซึ่งแปลงทดลองนั้นจะมีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา กำลังคน และงบประมาณที่มีอยู่ โดยการศึกษาจากแปลงทดลองนี้จะใช้พืชพรรณเป็นตัวชี้ถึงการสูญเสียดิน

วิชไมเออร์ และสมิท (Wischmeier & Smith, 1978) ได้ทดลองการชะล้างพังทลายของดินจากแปลงทดลองและนำมาคำนวณในปัจจัยสมการสูญเสียดินสากล ซึ่งขนาดของแปลงทดลองมีความกว้าง 6 ฟุต ยาว 72.6 ฟุต บนความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ และได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาปริมาณการสูญเสียดินในปัจจุบัน

6.3 การศึกษาจากพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินโดยพิจารณาจากสภาพของน้ำและตะกอนในลำน้ำ ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาระบบของการชะล้างพังทลายและการพัดพาตะกอนทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำตามธรรมชาติ และพื้นที่ลุ่มน้ำภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน รวมไปถึงลักษณะการใช้ที่ดินด้วย (Rapp, 1977)

อย่างไรก็ตามอัตราการสูญเสียดินจากพื้นที่ลุ่มน้ำมีปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินหลายปัจจัยด้วยกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของขนาดพื้นที่ ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็นสามวิธีการ คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6.3.1 การศึกษาโดยตรงจากพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยการแบ่งพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และทำการวิเคราะห์การสูญเสียดินในแต่ละส่วนต่อหน่วยพื้นที่ จากนั้นนำผลที่ได้มารวมกันเป็นปริมาณของการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ

6.3.2 การศึกษาโดยนำค่าปัจจัยพื้นฐานของสมการสูญเสียดินสากลมาคำนวณซึ่งเป็นการคาดคะเนผลรวมรายปี

6.3.3 การศึกษาโดยใช้ค่าปริมาณของตะกอนที่ถูกพัดพามาจากพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้ข้อมูลของสถานีวัดน้ำ และตะกอนที่มีอยู่ หรือจากการคำนวณโดยสมการสำเร็จ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำกับค่า Sediment Delivery Ratio ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของตะกอนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นกับปริมาณของตะกอนที่วัดตรงจุดที่เก็บตัวอย่างของตะกอน ซึ่งจะสามารถทราบค่าการชะล้างพังทลายของดินจากพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นได้

6.4 การศึกษาจากสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation; USLE) เป็นการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียดิน ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

7. การจัดชั้นระดับความรุนแรงของความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน

กรมพัฒนาที่ดิน (2543) กล่าวว่าความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินขึ้นอยู่กับลักษณะของดินในแต่ละพื้นที่ และกระบวนการเกิดดินตามธรรมชาติ ซึ่งค่าการสูญเสียดินเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะตามธรรมชาติของดินสามารถวิเคราะห์ความเสียหายจากการชะล้างพังทลายของดินได้ และค่าการสูญเสียดินที่คำนวณจากสมการสูญเสียดินสากลสามารถนำมาจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินได้ ซึ่งการจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินนั้นจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (Soil Loss Tolerance Level)

สันต์ สิริภักดิ์ (2536) กล่าวว่าระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้เป็นอัตราสูงสุดของการพังทลายของดินที่ดินยังคงมีความสามารถในการให้ผลผลิตอยู่ในระดับสูง โดยอ้างถึงการศึกษาของ ยัง (Young) ในปี 1977 พบว่าระดับการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เกษตรกรรมถาวร และกึ่งถาวรระดับที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1 มิลลิเมตรต่อปี หรือ 7 ถึง 15 ตันต่อเฮ็กตาร์ต่อปี (1.12 ถึง 2.4 ตันต่อไร่ต่อปี)

จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดินพบว่า สำหรับประเทศไทยปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้เป็น 2 ตันต่อไร่ต่อปี หรือเทียบเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตรต่อปี การสูญเสียในระดับนี้จะไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี ค่าการสูญเสียดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ที่สูงกว่าระดับนี้จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดิน และผลผลิตของพืชในระยะยาวไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ได้จัดชั้นระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน โดยจำแนกออกเป็นห้าระดับ ดังนี้

7.1 การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก (Very Slight) เป็นอัตราการสูญเสียดิน 0 ถึง 2 ตันต่อไร่ต่อปี (0 ถึง 0.96 มิลลิเมตรต่อปี) พื้นที่นี้ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นพิเศษ เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ และใช้ประโยชน์ในการ ทำนา ปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น

7.2 การชะล้างพังทลายของดินน้อย (Slight) เป็นอัตราการสูญเสียดิน 2 ถึง 5 ตันต่อไร่ต่อปี (0.96 ถึง 2.4 มิลลิเมตรต่อปี) ชั้นนี้การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นเป็นพื้นที่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่นี้ควรจะมีการใช้ที่ดินอย่างระมัดระวัง โดยการปลูกพืชตามแนวระดับหรือขวางความลาดเท และมีการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

7.3 การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง (Moderate) เป็นอัตราการสูญเสียดิน 5 ถึง 15 ตันต่อไร่ต่อปี (2.4 ถึง 7.2 มิลลิเมตรต่อปี) การชะล้างพังทลายมีผลทำให้ความต้องการในการจัดการดินผิดไปจากเดิม หรือต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น แต่ดินยังมีขีดความสามารถใช้ปลูกพืชได้เหมือนเดิม พื้นที่นี้หากจะใช้ประโยชน์ควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืชและวิธีกล เพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตให้คงอยู่ตลอดไป

7.4 การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง (Severe) เป็นอัตราการสูญเสียดิน 15 ถึง 20 ตันต่อไร่ต่อปี (7.2 ถึง 9.6 มิลลิเมตรต่อปี) การชะล้างพังทลายทำให้ขีดความสามารถของดินสำหรับปลูกพืชเปลี่ยนแปลงลงกว่าเดิม เช่น ดินไม่สามารถใช้ปลูกข้าวโพดได้อีกต่อไป ต้องเปลี่ยนไปทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์แทน และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดินสูงมากเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ หรือใช้เวลานานมากในการปรับปรุงคุณภาพดินให้ใช้ปลูกพืชได้เช่นเดิม พื้นที่นี้หากจะใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรจำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด เพื่อเป็นการรักษาทรัพยากรดินเอาไว้ และพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่มีความลาดเทสูง

7.5 การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก (Very Severe) เป็นอัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี (มากกว่า 9.6 มิลลิเมตรต่อปี) ชั้นนี้มีการชะล้างพังทลายของดินเป็นร่องลึก (Gully) เกิดขึ้นทั่วไปเป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตรอย่างถาวร ควรกันไว้เป็นพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นหรือป่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3 การจัดชั้นระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

ชั้นระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	อัตราการสูญเสียดิน (มิลลิเมตร/ปี)
ชั้นที่ 1 : น้อยมาก	0-2	0-0.96
ชั้นที่ 2 : น้อย	2-5	0.96-2.4
ชั้นที่ 3 : ปานกลาง	5-15	2.4-7.2
ชั้นที่ 4 : รุนแรง	15-20	7.2-9.6
ชั้นที่ 5 : รุนแรงมาก	มากว่า 20	มากกว่า 9.6

สมการการสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation; USLE)

สันต์ สิริภักดิ์ (2536) กล่าวว่าการชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายอย่างร่วมกัน ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะประเมินค่าการสูญเสียดินให้ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้ นอกจากจะต้องศึกษาทดลองเป็นระยะเวลานานพอสมควร ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ศึกษาทดลองจากแปลงทดลองต่าง ๆ มากกว่า 10,000 แปลงในสถานที่ต่าง ๆ 49 แห่ง จนสามารถสร้างสมการการสูญเสียดินสากลใช้ในการประเมินค่าการสูญเสียดิน โดย ซิงน์ (Zingg, 1940) เป็นบุคคลแรกที่คิดค้นสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าการสูญเสียดินในไร่นา และเป็นสมการขั้นต้นที่ถูกนำมาดัดแปลงปรับปรุงพัฒนาจากการวิเคราะห์ทางสถิติ จึงเป็นที่มาของสมการการสูญเสียดินสากลในปัจจุบัน โดยสมการนี้มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้คำนวณค่าการสูญเสียดิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีค่าเป็นตัวเลขที่คำนวณจากแปลงทดลองที่มีขนาดยาว 72.6 ฟุต บนพื้นที่ลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเทแล้วปล่อยไว้ว่างเปล่า (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

อย่างไรก็ตาม กรมพัฒนาที่ดินได้นำสมการการสูญเสียดินสากลมาใช้ในการประเมินค่าการสูญเสียดินในระดับประเทศ โดยลักษณะของสมการนี้ วิชไมเออร์ และสมิธ (Wischmeier & Smith, 1978) ได้ปรับปรุงแก้ไขโดยมีรูปแบบของสมการ ดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ห้องสมุดกลาง มหาวิทยาลัยบูรพา
บางแสน ชลบุรี 20131

A = RKLSCP

A = ปริมาณดินที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่ (Mean Annual Soil Loss)

R = ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor)

K = ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor)

L = ปัจจัยความยาวของความลาดเท (Slope Length Factor)

S = ปัจจัยความชันของความลาดเท (Slope Gradient Factor)

C = ปัจจัยการจัดการพืช (Cropping ManageMent Factor)

P = ปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย (Conservation Practice Factor)

1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากล

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากลมีหลายปัจจัยด้วยกัน ซึ่งแต่ละปัจจัยสามารถประเมินค่าในเชิงปริมาณได้ การสูญเสียดินในแต่ละบริเวณจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านี้ ปัจจัยที่มีความสำคัญและมนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ คือ ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R-Factor) ส่วนปัจจัยที่เหลือมนุษย์สามารถควบคุมได้ ซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการดินและพืช ดังนั้นสามารถที่จะใช้สมการการสูญเสียดินสากลสำหรับเป็นเครื่องมือในการวางแผนการอนุรักษ์ดินในแต่ละพื้นที่ได้ เมื่อทราบค่าปัจจัยต่าง ๆ ในสมการ โดย สันต์ สิริภักดิ์ (2536) และกรมพัฒนาที่ดิน (2543) ได้อธิบายปัจจัยที่เกี่ยวกับสมการการสูญเสียดินสากล ดังนี้

1.1 ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor, R-Factor) เป็นค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวหน้าดินกับปริมาณความหนาแน่นของฝน (Rainfall Intensity) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หรือเป็นปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของฝนที่รวมปัจจัยน้ำฝนและน้ำไหลบ่าตามผิวดิน (Rainfall and Runoff Erosivity Factor) ซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง แต่โดยปกติค่า R ในสมการการสูญเสียดินสากลจะหมายถึง ค่าดัชนีการพังทลายของดินโดยฝน (Rainfall Erosion Index) โดยในปี ค.ศ. 1958 Wischmeier และ Smith ได้สร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา ดังนี้

$$E = 916 + 331 \log I$$

หรือ E เป็นพลังงานจลน์ของฝนต่อหนึ่งหน่วย (ฟุตต่อเอเคอร์ต่อนิ้ว)

I เป็นความหนาแน่นของฝน (นิ้วต่อชั่วโมง)

อ
631.45
อ47ก
อ
180229

สมการหาค่าพลังงานจลน์นี้จะใช้ได้ดี เมื่อความหนาแน่นของฝน (I) มีค่าน้อยกว่า 7.6 นิ้วต่อชั่วโมง เนื่องจากขนาดของเม็ดฝนจะไม่ใหญ่ขึ้นอีก และในปี 1959 วิชไมเออร์ (Wischmeier) พบว่าปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างจากแปลงทดลองว่างเปล่า โดยไม่ปลูกพืชมีความสัมพันธ์สูงมากกับค่าสะสมของพลังงานจลน์ของฝนสูงสุด คือ ช่วงความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที จึงเรียกพลังงานจลน์ของฝนว่า EI_{30} และนำมาสร้างเป็นสมการหาค่า R-Factor ซึ่งค่าดัชนีนี้ไม่รวมพลังงานที่ทำให้เกิดการพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำไหลบ่าตามผิวดิน โดยน้ำที่ไหลบ่านี้เกิดมาจากการละลายของหิมะ หรือจากน้ำที่ใช้เพื่อการชลประทาน แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้คิดค่าพลังงานจลน์ของฝนออกเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ ที่มากกว่า 30 นาที เช่น KE > 1 ของ ฮัดสัน

สำหรับประเทศไทย โดยอ้างถึงการศึกษาของ มนู และคณะ ในปี 1984 ได้สร้างสมการเพื่อใช้ประเมินค่า R-Factor ขึ้นมาหลายสมการ มีทั้ง EI_{30} และ KE > 1 แต่ที่นำมาใช้เป็นค่าที่หามาจากค่า EI_{30} เพราะเป็นค่าที่เหมาะสมกับปริมาณฝนของประเทศไทยในปัจจุบัน ดังสมการนี้

$$R = 0.4669X - 12.1415$$

เมื่อ R เป็นค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (เมตริกตันต่อเฮกแตร์ต่อปี)

X เป็นค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตรต่อปี)

อย่างไรก็ตามการประเมินค่า R ในประเทศไทยได้แบ่งออกเป็นรายภาค เนื่องจากปริมาณฝนจะมีความแปรปรวนแตกต่างกัน และการใช้ข้อมูลของปริมาณน้ำฝนก็จะใช้อย่างน้อย 10 ปี จึงจะทำให้ค่า R ที่ประเมินได้เป็นตัวแทนที่ดี โดยค่า R ในประเทศไทยแบ่งเป็น สองประเภท คือ Tropical Rainforest Climate ซึ่งได้แก่บริเวณภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป และแถบภาคตะวันออกตอนล่าง บริเวณจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด กับ Savannah Climate ซึ่งได้แก่บริเวณส่วนใหญ่ของภาคกลางและภาคตะวันออกบางส่วน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนถึงภาคเหนือ

1.2 ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลาย (Soil Erodibility Factor, K-Factor) การชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ ความรุนแรงของฝน ปริมาณพืชปกคลุมดิน และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่มากกว่าคุณสมบัติของดินเอง แต่พบว่าภายใต้สภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน ดินชนิดหนึ่งถูกชะล้างพังทลายได้ง่ายกว่าดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อีกชนิดหนึ่ง ความแตกต่างของการถูกชะล้างพังทลายนี้เป็นผลเนื่องมาจากสมบัติเฉพาะตัวของดินนั่นเอง ซึ่งสมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility)

วิชไมเออร์ และสมิธ (Wischmeier & Smith, 1978) กล่าวว่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน หมายถึงอัตราการเกิดการพังทลายของดินต่อหน่วยดัชนีการพังทลายของดิน (Erosion Index) ที่เกิดบนแปลงมาตรฐานที่มีความยาว 72.6 ฟุต กว้าง 6 ฟุต บนความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ และมีการไถพรวนขึ้นลงขนานกับความลาดชันแล้วปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า โดยไม่มีพืชขึ้นปกคลุม ในเวลามากกว่า 2 ปี ลักษณะของแปลงทดลองเช่นนี้ ค่าของปัจจัย L, S, C และ P มีค่าเท่ากับ 1 และค่า K คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$K = A/EI$$

เมื่อ A เป็นตัวเลขปริมาณการสูญเสียดินที่ตรวจวัดได้จากแปลงทดลอง

EI เป็นค่าตัวเลขปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน

อย่างไรก็ตามการหาค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินบนแปลงมาตรฐานภายใต้การควบคุมนั้นจะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมาก ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการหาค่าปัจจัยดังกล่าว วิชไมเออร์, จอห์นสัน, และครีซ (Wischmeier, Johnson, & Cress, 1971) ได้สร้างแผนภาพ Nomograph ขึ้นมา ซึ่งเป็นภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินที่มีผลกระทบต่อการสูญเสียดิน โดยสมบัติดังกล่าว คือ ผลรวมเปอร์เซ็นต์ดินทรายแป้ง และเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก (%Silt + %Very Fine Sand) เปอร์เซ็นต์ทราย (%Sand) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (%Organic Matter) โครงสร้างของดิน (Soil Structure) และการซาบซึมน้ำของดิน (Permea Bility)

สำหรับประเทศไทยการประเมินค่า K นั้น จะประเมินไปตามภูมิภาคที่แตกต่างกัน และในแต่ละภูมิภาคต้องแบ่งย่อยไปตามลักษณะของพื้นที่ หรือวัตถุต้นกำเนิดดินจึงจะเป็นค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงกับความจริง โดยอ้างถึงการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน ในปี 2526 ด้วยการประเมินค่าปัจจัย K ของดินในประเทศไทยจากแผนภาพ Nomograph โดยอาศัยข้อมูลสมบัติของตัวแทนชุดดิน (Soil Series) ที่มีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพิจารณาจากเนื้อดินบนสภาพพื้นที่กำเนิด และภูมิภาคที่พบ ดังตารางที่ 4 นอกจากนี้ กรมพัฒนาที่ดินยังได้

ประเมินค่า K ตามภูมิภาคของประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลตัวแทนชุดดินตามความลาดชันของพื้นที่ ดังตารางที่ 17 และตารางที่ 18 ในภาคผนวก

ตารางที่ 4 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย
(กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

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

หมายเหตุ : ตอ/น คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ตต. คือ ภาคตะวันตก

1.3 ปัจจัยความชันและความยาวของความลาดเท (Slope Length and Slope Steepness Factor, LS-Factor) สภาพพื้นที่มีบทบาทสำคัญต่อการชะล้างพังทลายของดินในสองลักษณะ คือ ความยาวของความลาดเท (Slope Length) และความชัน (Slope Steepness) ซึ่งการศึกษาค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท (L-Factor) และค่าปัจจัยความชัน (S-Factor) มีความสำคัญต่อการคาดคะเนการสูญเสียดินตามสมการการสูญเสียดินสากล เพราะค่าการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการดังกล่าวมักจะมีค่าสูงกว่าค่าที่วัดได้จริง และปัจจัย L และ S มักจะมี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ค่าสูงและส่งผลกระทบต่อการคำนวณค่าการสูญเสียดินมากกว่าปัจจัยอื่น กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาเปรียบเทียบการคำนวณค่าปัจจัยทั้งสองจากสมการต่าง ๆ ที่ใช้ในหลายประเทศ และนำมาใช้ในประเทศไทย เพื่อกำหนดบรรทัดฐานของการจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย โดยอิงหลักการของวิชไมเออร์ และสมิธ (Wischmeier & Smith, 1978) ซึ่งได้กล่าวว่า ความยาวของความลาดเท หมายถึงระยะทางตามแนวราบนับตั้งแต่จุดเริ่มมีน้ำไหลเอ่อผิวดิน (Overland Flow) ถึงจุดที่ความลาดชันเปลี่ยนลดลงจนเกิดการทับถมของตะกอน หรือจุดที่มีการรวมตัวของน้ำไหลบ่า

นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดินแนะนำให้ใช้สมการของวิชไมเออร์และสมิธ(Wischmeier & Smith) ในปี ค.ศ. 1957 สำหรับการคำนวณหาค่า L-Factor ดังนี้

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

เมื่อ L เป็นค่าปัจจัยความยาวของความลาดเทในสมการการสูญเสียดินสากล

λ เป็นความยาวของความลาดเท หน่วยเป็นเมตร

22.13 เป็นความยาวของแปลงทดลองมาตรฐาน หน่วยเป็นเมตร

m เป็นเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดชัน โดยมีค่าดังนี้

m = 0.2 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 0–1.0 เปอร์เซ็นต์

m = 0.3 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 1.1–3.0 เปอร์เซ็นต์

m = 0.4 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 3.1–5.0 เปอร์เซ็นต์

m = 0.5 สำหรับพื้นที่ลาดชัน 5.1–21.0 เปอร์เซ็นต์

m = 0.7 สำหรับพื้นที่ลาดชันมากกว่า 21.0 เปอร์เซ็นต์

วิธีวัดค่าความยาวของความลาดเท (λ) เพื่อใช้ในสมการคำนวณค่า L-Factor กรมพัฒนาที่ดินได้นำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาศึกษาเปรียบเทียบค่าความยาวของความลาดเทที่คำนวณได้ เพื่อเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความถูกต้องเหมาะสมสำหรับคำนวณค่าการสูญเสียดิน โดยอ้างถึงการศึกษาของ พิชัย วิชัยดิษฐ์ และไพบูลย์ ประโมจนีย์ ในปี 2535 ได้ศึกษาความยาวของความลาดเทจากภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1 : 50,000 โดยศึกษาจากพื้นที่ตัวอย่างได้ความยาวของความเทของพื้นที่ลาดชัน ดังตารางที่ 5 ซึ่งวิธีนี้ความยาวของความลาดเทมีค่าน้อยกว่าและถูกต้องมากกว่าวิธีอื่น เนื่องจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศสามารถกำหนดจุดเริ่มต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

และจุดสิ้นสุดของน้ำไหลบ่าได้ จึงใช้ผลการศึกษาค่า λ นี้เป็นตัวแทนของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดินสำหรับคำนวณค่าปัจจัย L-Factor

ตารางที่ 5 ค่าความยาวของความลาดเทที่ใช้กับชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

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

ส่วนปัจจัยความชัน (S-Factor) เป็นตัวเลขแสดงสัดส่วนของการสูญเสียดินต่อหน่วยความชัน ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความชันต่อการชะล้างพังทลายแบบแผ่น (Sheet Erosion) และการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (Rill Erosion) ไม่รวมถึงการชะล้างพังทลายแบบอื่น โดยใช้สมการของวิชไมเออร์ และสมิธ (Wischmeier & Smith) ในปี ค.ศ. 1978 สำหรับหาค่าปัจจัยความลาดชันที่ระดับ 0–9 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

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

หรือ $$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2$$

และใช้สมการของ Meijerinh (Huizing & Bronsveld, 1992) สำหรับพื้นที่ลาดชันมากกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$S = \sin^{0.75}(\text{slope degree}) \times \cos(\text{slope degree})$$

หรือ $$S = 6.4 \sin [\text{atan} (s/100)^{0.75}] [\cos(\text{atan}(s/100))]$$

เมื่อ S เป็นค่าปัจจัยความชัน

s เป็นเปอร์เซ็นต์ความชัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หลังจากนั้นนำค่าปัจจัย L-Factor และ S-Factor มาคำนวณเป็นค่าปัจจัยรวมของ LS-Factor ดังตารางที่ 6 และนำไปแทนค่าในสมการสูญเสียดินสากลเพื่อคำนวณต่อไป

ตารางที่ 6 ค่าปัจจัยรวม LS-factor ของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

ชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดิน	เปอร์เซ็นต์ความชัน (ค่า s)	ความยาวของความลาดเท (ค่า λ เป็นเมตร)	ค่าปัจจัยรวม LS-Factor
A	1.2	150	0.226
B	2.0	150	0.323
C	5.0	100	0.567
D	12.0	50	1.927
E	20.0	50	2.753
F (กลุ่มดิน 62)	35.0	50	4.571

1.4 ปัจจัยการจัดการพืช (Crop Management Factor, C-Factor) เป็นดัชนีที่ได้จากอัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่มีการปลูกพืช และการจัดการพืชชนิดใดชนิดหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดินที่ถูกชะล้างมาจากแปลงทดลองที่ปล่อยให้ว่างเปล่าและไถพรวนขึ้นลงตามแนวความลาดเท ซึ่งค่าปัจจัยการจัดการพืชเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

1.4.1 ประสิทธิภาพของพืช พื้นดินที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณสามารถป้องกันและลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ พืชแต่ละชนิดมีความสามารถสกัดกั้นการตกกระทบของฝนได้แตกต่างกัน และช่วงเวลาในการเจริญเติบโตก็มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินเช่นกัน

1.4.2 ลักษณะการปกคลุมเรือนยอดของพืชแต่ละชนิดว่าสามารถปกคลุมพื้นผิวดินได้มากน้อยเพียงใด ตลอดรวมถึงพืชพรรณที่ขึ้นอยู่เหนือผิวดินและเศษซากเหลือของพืชด้วย

1.4.3 วิธีการปฏิบัติในการปลูกพืช หรือระบบการปลูกพืช

ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-Factor) ในสมการการสูญเสียดินสากลที่ถูกต้องนั้นจะต้องได้จากการทดลองตามธรรมชาติ ซึ่งปล่อยให้พืชพรรณเจริญเติบโตไปตามขั้นตอน และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเกิดพฤติการณ์ตามธรรมชาติของฝนที่ตก ตลอดจนกรรมวิธีในการปลูกพืชแต่ละแห่ง เนื่องจากข้อมูลจากการทดลองในด้านนี้ในประเทศไทยยังมีไม่มาก และผลการทดลองที่ได้ก็ยังไม่ชัดเจน จึงจำเป็นที่จะต้องอาศัยผลการทดลองจากต่างประเทศมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทยตามความเหมาะสม ค่าปัจจัย C-Factor ที่แนะนำให้ใช้ในสมการการสูญเสียดินสากลสำหรับประเทศไทย ดังตารางที่ 7 และรายละเอียดเพิ่มเติม ดังตารางที่ 19 ในภาคผนวก

ตารางที่ 7 ค่าปัจจัยการจัดการพืชที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากลของประเทศไทย (สันต์ สิริภักดิ์, 2536)

ชนิดพืชเกษตรและป่าไม้	ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-Factor)
ถั่วเขียว	0.392
ถั่วลิสง	0.406
ถั่วเหลือง	0.421
ข้าวโพด	0.502
นาข้าว	0.280
สับปะรด (กำจัดวัชพืช)	0.380
สับปะรด (ไม่กำจัดวัชพืช)	0.100
ป่าดิบชื้นที่อุดมสมบูรณ์ และป่าดิบชื้นเขตร้อน	0.001
ป่าดิบเขา	0.003
ป่าผสมระหว่างไม้ผลัดใบและไม้สัก	0.014
ป่าเบญจพรรณแห้ง	0.064
สวนป่าสัก	0.088
ป่าดิบเขาที่ถูกเปลี่ยนมาเป็นการปลูกป่าพวกสนในระยะเริ่มแรก	0.400

1.5 ปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation Practice Factor, P-Factor) เป็นอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียดิน เมื่อใช้การปฏิบัติในการอนุรักษ์วิธีใดวิธีหนึ่งเปรียบเทียบกับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่ไถพรวนดินขึ้นลงตามความลาดชันในสภาพการณ์อย่างอื่นที่เหมือนกัน ซึ่งวิธีการปฏิบัติที่ใช้ในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้แบ่งออกเป็นสี่มาตรการ คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.5.1 การทำการเกษตรตามแนวระดับ (Contouring) ซึ่งรวมถึงวิธีการไถพรวนและการปลูกพืชตามแนวระดับ

1.5.2 ควบคุมแนวการปลูกพืชและปรับพื้นที่เป็นคันดิน เป็นการทำแนวระดับที่แน่นอนและปรับพื้นที่ลาดชันให้สม่ำเสมอ โดยมีแนวการเบนน้ำออกไปจากพื้นที่ด้วยคันและคูระบายน้ำไม่ให้ขังอยู่ในพื้นที่ ตลอดรวมถึงการใช้เศษวัสดุของพืชในปริมาณสูงไว้ในพื้นที่เป็นแถวตามแนวระดับ

1.5.3 การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ (Contour Strip Cropping) เป็นการปลูกพืชสลับเป็นแนว โดยมีความกว้างของแต่ละแถวเท่า ๆ กัน และพืชที่ปลูกจะครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่องตลอดปี

1.5.4 การทำขั้นบันได (Terracing)

ซึ่งค่าของปัจจัยเกี่ยวกับการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ ดังตารางที่ 8 และตารางที่ 18 ในภาคผนวก

ตารางที่ 8 ค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่ใช้วิธีการปฏิบัติการต่างกัน (สันต์ สิริภักดิ์, 2536)

ความลาดเทของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	ปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน (P-Factor)		
	A	B	C
1–2	0.60	0.30	0.12
3–8	0.50	0.25	0.10
9–12	0.60	0.30	0.12
13–16	0.70	0.35	0.14
17–20	0.80	0.40	0.16
21–25	0.90	0.45	0.18

หมายเหตุ : A คือ การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ

B คือ การปลูกพืชสลับเป็นแถวตามแนวระดับและมีการให้น้ำแบบเป็นร่อง

C คือ การทำขั้นบันได

พื้นที่ซึ่งไม่มีระบบการปฏิบัติการใด ๆ ในทุกระดับ ความลาดเทจะมีค่าเท่ากับหนึ่ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) ตามความหมายทางภาษานั้น คำว่า Geo หมายถึงโลก และคำว่า Graphy คือ การชี้ให้เห็นถึงขบวนการเขียน ดังนั้น Geography คือ การเขียนหรือบรรยายเกี่ยวกับโลก ส่วนคำว่า Information หมายถึงข้อมูลที่สามารถใช้ประกอบในขบวนการตัดสินใจ (อภิชาติ พงษ์ศรีหดุลชัย, 2535) ซึ่งจากความหมายข้างต้นได้มีการให้คำจำกัดความของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ดังนี้

บอร์โรพ์ (Burrough, 1986) กล่าวว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อรวบรวม จัดเก็บ และเรียกค้นข้อมูลออกมาใช้ รวมทั้งมีการแปลงข้อมูลและแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ตามลักษณะต้องการ

สมิธ, เมนนอน, สตาร์, และอีสเทส (Smith, Menon, Star, & Estes, 1987) กล่าวว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ประกอบด้วยฐานข้อมูล โดยข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลจะมีการจัดดัชนีเชิงพื้นที่ของข้อมูลไว้ และมีชุดของกลุ่มคำสั่งเพื่อใช้ในการตอบคำถามเชิงพื้นที่ต่าง ๆ

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, ภาณี ถิรังกูร, และอาคม โสวณา (2538) กล่าวว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูล (Data Collection) จัดเก็บข้อมูล (Data Storage) การวิเคราะห์จัดการข้อมูล (Analysis and Manipulation) และประมวลผลเป็นผลิตผลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานในการแปลงนโยบายวางแผนสู่การพัฒนา

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในทำนองเดียวกัน แต่กล่าวสรุปคือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้จัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยมีการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลเชิงบรรยาย และข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลก หรือที่เรียกว่าข้อมูลอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ นอกจากนั้นระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ยังสามารถวิเคราะห์ข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด และนำเสนอผลทั้งในลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่จำพวกแผนที่ และข้อมูลเชิงบรรยายจำพวกตาราง

1. ข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2538) กล่าวว่าข้อมูลที่ใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็นสองลักษณะ คือ

1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่แสดงลักษณะทางด้านกายภาพของสิ่งต่าง ๆ ณ ตำแหน่งและช่วงเวลาที่สามารถระบุได้แน่นอน สามารถอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์พร้อมกับนำแสดงบนแผนที่ได้ ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่จะปรากฏบนแผนที่ในลักษณะพื้นฐาน ได้แก่

1.1.1 จุด (Point) ใช้แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถนำมาแสดงให้เห็นเป็นลักษณะของพื้นที่บนแผนที่ในมาตราส่วนที่กำหนดมาให้ได้ เช่น ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน โรงเรียน เสาไฟฟ้า เป็นต้น โดยจะแสดงจุดด้วยสัญลักษณ์ของแผนที่

1.1.2 เส้น (Line) ใช้แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งมีความแคบจนไม่สามารถนำมาแสดงให้เห็นเป็นลักษณะของพื้นที่บนแผนที่ได้ เช่น แม่น้ำ ถนน ท่อ เป็นต้น หรือเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ไม่มีรูปร่างในทางกายภาพ เช่น เส้นชั้นความสูง เส้นแสดงขอบเขตการปกครอง โดยจะแสดงด้วยสัญลักษณ์แผนที่ตามลักษณะจริงในภูมิประเทศ

1.1.3 รูปปิดหลายเหลี่ยม (Polygon) เป็นลักษณะพื้นฐานที่ใช้แสดงขอบเขตหรือพื้นที่ เช่น พื้นที่เกษตรกรรม แปลงที่ดิน ทะเลสาบ เป็นต้น โดยจะแสดงตามรูปร่างของพื้นที่จริง

1.2 ข้อมูลเชิงบรรยาย หรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) เป็นลักษณะของข้อมูลในเชิงพรรณนา หรือตารางเพื่ออธิบายถึงสภาพพื้นที่และสิ่งต่าง ๆ ที่ระบุในสถานที่ศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ โดยจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งข้อมูลอาจได้มาจากการวัดค่าของข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ทั้งนี้ข้อมูลอาจมีลักษณะเป็นข้อความ ตัวเลข หรือเป็นภาพเชิงตัวเลข

2. ประเภทของข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

อัฌชา ก.บัวเกษร (2544) และศุภฤกษ์ ชัยชนะ (2543) กล่าวว่าข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ถูกจัดเก็บ และบันทึกเป็นลักษณะตัวเลข แบ่งได้สองลักษณะ คือ

2.1 เวคเตอร์ (Vector) เป็นการจัดเก็บข้อมูลเชิงพิกัด หรือการจัดเก็บที่มีลักษณะเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) ซึ่งในการเก็บข้อมูลแบบเวคเตอร์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นจะทำโดยผ่านเครื่องดิจิไทซ์ (Digitizer)

2.2 ราสเตอร์ (Rastor) เป็นการนำข้อมูลแผนที่ในส่วนที่เป็นภาพมาจัดเก็บในลักษณะจุดภาพ หรือเป็นการแปลงข้อมูลจากแผนที่ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างกริด (Grid Cell or Pixel) ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับรายละเอียด (Resolution) ของข้อมูล โดยในแต่ละกริดจะประกอบด้วยตัวเลขซึ่งเป็นการแทนค่าของระดับความเข้มที่ต่างกันในแต่ละส่วนของภาพ ซึ่งข้อมูลชนิดนี้จะได้จากเครื่องกวาดภาพ (Scanner) รูปถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

3. หลักการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

สุระ พัฒนเกียรติ (2533) ได้แบ่งหลักการทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ออกเป็นสี่ประเภท คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.1 การป้อนข้อมูลและจัดเก็บข้อมูล (Data Input and Storage) เป็นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อจัดเก็บ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการดำเนินการ โดยข้อมูลที่นำเข้าในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์อาจจะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือข้อมูลเชิงบรรยาย ที่สามารถรวบรวมได้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น ข้อมูลแผนที่ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้จะใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อแสดงการกระจาย และใช้เป็นข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และคณะ, 2538) ซึ่งการป้อน และจัดเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็นสามประเภท คือ

3.1.1 การป้อนข้อมูลโดยใช้แป้นพิมพ์ (Manual Capture) เป็นการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเฉพาะที่อยู่ในรูปตัวเลข โดยใช้แป้นคีย์บอร์ดป้อนข้อมูลผ่านระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง

3.1.2 การป้อนข้อมูลโดยใช้การลากขอบเขต (Semi–Automatic Capture) เป็นการเก็บข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า ดิจิไทซ์ (Digitizer) ทำการลากขอบเขตลักษณะต่าง ๆ ของแผนที่ต้นแบบให้อยู่ในรูปรหัสเชิงพื้นที่ และจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์

3.1.3 การป้อนข้อมูลโดยอัตโนมัติ (Automatic Capture) เป็นการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือเชิงเฉพาะให้อยู่ในลักษณะข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Image) โดยใช้เครื่องกวาดภาพ (Scanner)

3.2 การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (Data Verification and Correction) เป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลของข้อมูล ซึ่งข้อผิดพลาดอาจเกิดขึ้นในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความผิดพลาดจากการป้อนเข้าข้อมูล ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล วิธีการตรวจสอบข้อผิดพลาดคือ การนำตัวอย่างฐานข้อมูลมาตรวจเทียบ หรือการใช้วิธีซ้อนทับข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบและหาข้อผิดพลาดทำการแก้ไข

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นการนำหลักการหรือวิธีการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบข้อมูล ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของวัตถุที่ศึกษา อโรนอฟ (Aronoff, 1990) ได้กล่าวถึงการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ว่ามีลักษณะการประยุกต์ใช้โดยทั่วไป ดังนี้

- การสอบถามและแสดงข้อมูล (General Display and Query)
- การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis)
- การคาดการณ์ข้อมูลโดยสร้างแบบจำลอง (Modeling Function)

โดยรูปแบบของการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แบ่งเป็นสองประเภท คือ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

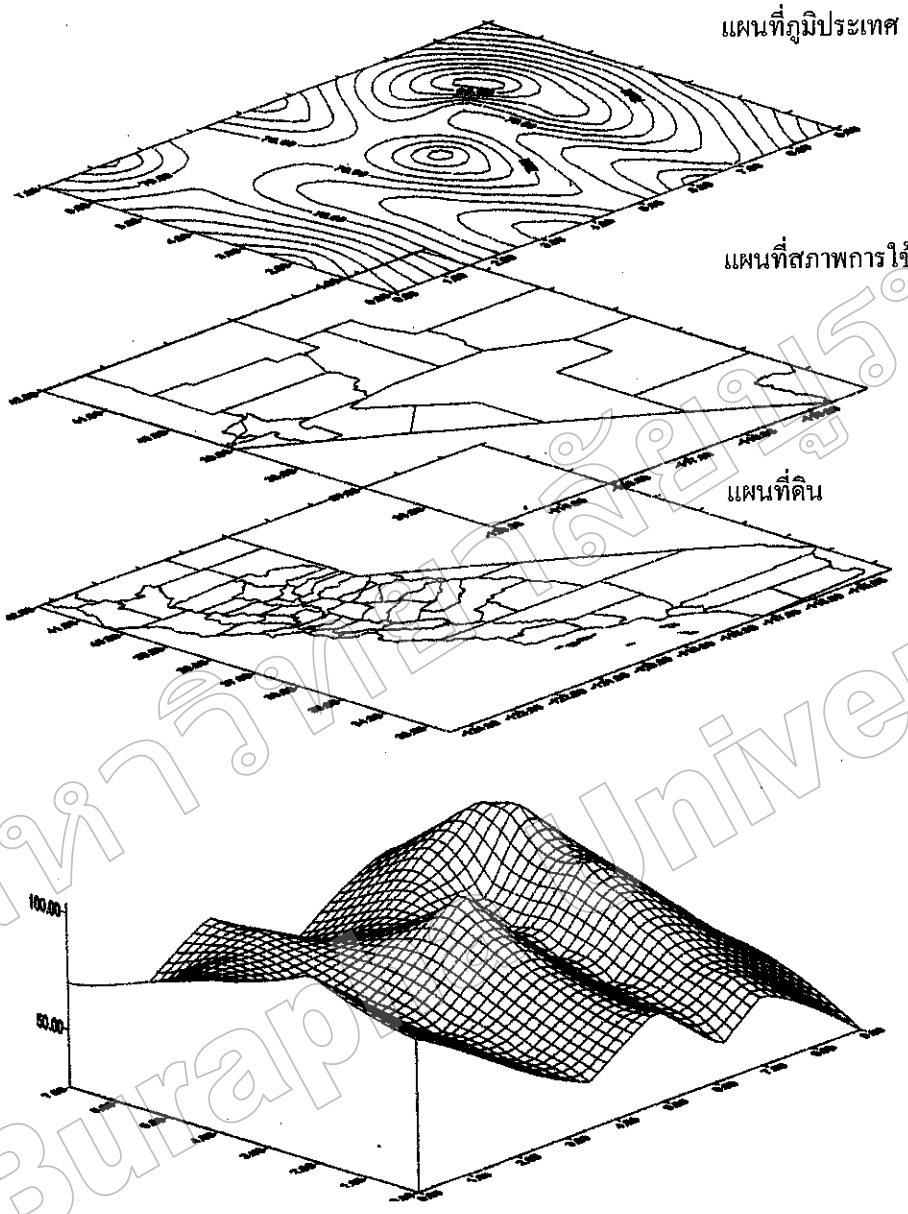
3.3.1 การวิเคราะห์โดยใช้มือ (Manual Approach) เป็นวิธีการนำแผนที่ หรือลายเส้นต่าง ๆ ถ่ายลงบนแผ่นใสแล้วนำมาซ้อนทับ ซึ่งเรียกว่า Overlay Techniques วิธีการนี้มีข้อจำกัด คือเมื่อมีข้อมูลค่อนข้างมากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตาจะไม่ดีนัก และใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก

3.3.2 การวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer Assisted Approach) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปลี่ยนข้อมูลในรูปแผนที่ให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) แล้วทำการซ้อนทับ (Overlay) โดยอาศัยหลักคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ในการวิเคราะห์ วิธีการนี้ช่วยลดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถเรียกค้นข้อมูลมาแสดงและทำการวิเคราะห์ได้สะดวก

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) ได้กล่าวว่าการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการซ้อนทับ (Overlay Analysis) เป็นการนำข้อมูลเชิงพื้นที่จากชั้นข้อมูลตั้งแต่สองชั้นขึ้นไปมารวมกัน หรือมาซ้อนทับกัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล และแสดงข้อมูลที่ปรากฏในลักษณะบนแผนที่ เช่น จุด เส้น หรือรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งผลที่ได้คือข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภทใหม่ ดังภาพที่ 7

3.4 การแสดงผลและนำเสนอข้อมูล (Data Output and Representation) เป็นการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในรูปแบบแผนที่ กราฟ ตารางฐานข้อมูล เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น และสามารถแสดงผลทางจอคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องพิมพ์ได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 7 การซ้อนทับข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
(เฉลิมพล นันทมงคล, 2543)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing Data)

1. การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing, RS)

การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ของการได้มา ซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย โดยอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล สามลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal) (อัฌชา ก.บัวเกษร, 2542)

2. ระบบการสำรวจข้อมูลระยะไกล

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้แบ่งระบบการสำรวจข้อมูลระยะไกลออกเป็นสองระบบ คือ

2.1 ระบบพาสซีฟ (Passive System) เป็นระบบที่สามารถตรวจรับและบันทึกสัญญาณข้อมูลที่สะท้อน หรือแปล่งจากแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ

2.2 ระบบแอกทีฟ (Active System) เป็นระบบที่สามารถรับและบันทึกสัญญาณข้อมูลซึ่งสะท้อนจากวัตถุที่ต้องการศึกษา โดยใช้เครื่องวัดที่สามารถสร้างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นได้เองแล้วส่งผ่านให้ไปกระทบวัตถุที่ต้องการศึกษานั้น

3. กระบวนการสำรวจข้อมูลระยะไกล

สุรชัย รัตนเสริมพงศ์ (2536) ได้กล่าวสรุปว่าการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลประกอบด้วยสองกระบวนการ คือ

3.1 การได้รับข้อมูล (Data Acquisition) โดยอาศัย

3.1.1 แหล่งพลังงาน คือ ดวงอาทิตย์

3.1.2 การเคลื่อนที่ของพลังงาน

3.1.3 ปฏิสัมพันธ์ของพลังงานกับพื้นผิวโลก ได้แก่ การดูดกลืนพลังงาน การส่งผ่านพลังงาน และการสะท้อนพลังงาน

3.1.4 ระบบการบันทึกข้อมูล

3.1.5 ข้อมูลที่ได้รับทั้งในแบบข้อมูลเชิงตัวเลข และรูปภาพ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา (Visual Interpretation) และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Analysis)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. หลักการทำงานของข้อมูลระยะไกล

ข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกลส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ดังนั้นการประมวลผล หรือการวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) ได้แบ่งหลักการทำงานของข้อมูลระยะไกลเป็นห้าประเภท ดังภาพที่ 8 คือ

4.1 การนำเข้าข้อมูล (Input Data) โดยมีลักษณะของข้อมูลอยู่สองประเภท คือ

4.1.1 ข้อมูลเชิงอุปมาน หรือข้อมูลแอนาล็อค เป็นข้อมูลที่จะต้องถูกแปลงด้วยเครื่องกวาดภาพ (Image Scanner) หรือเครื่องกวาดภาพชนิดทรงกระบอก (Drum Scanner) มาเป็นข้อมูลภาพเชิงตัวเลข

4.1.2 ข้อมูลเชิงตัวเลข เป็นข้อมูลของการกวาดภาพหลายช่วงคลื่น ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกแปลงจากแถบบันทึกเชิงตัวเลขความหนาแน่นสูง (HDDT) ไปเป็นเทปข้อมูลคอมพิวเตอร์ (CCT) เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

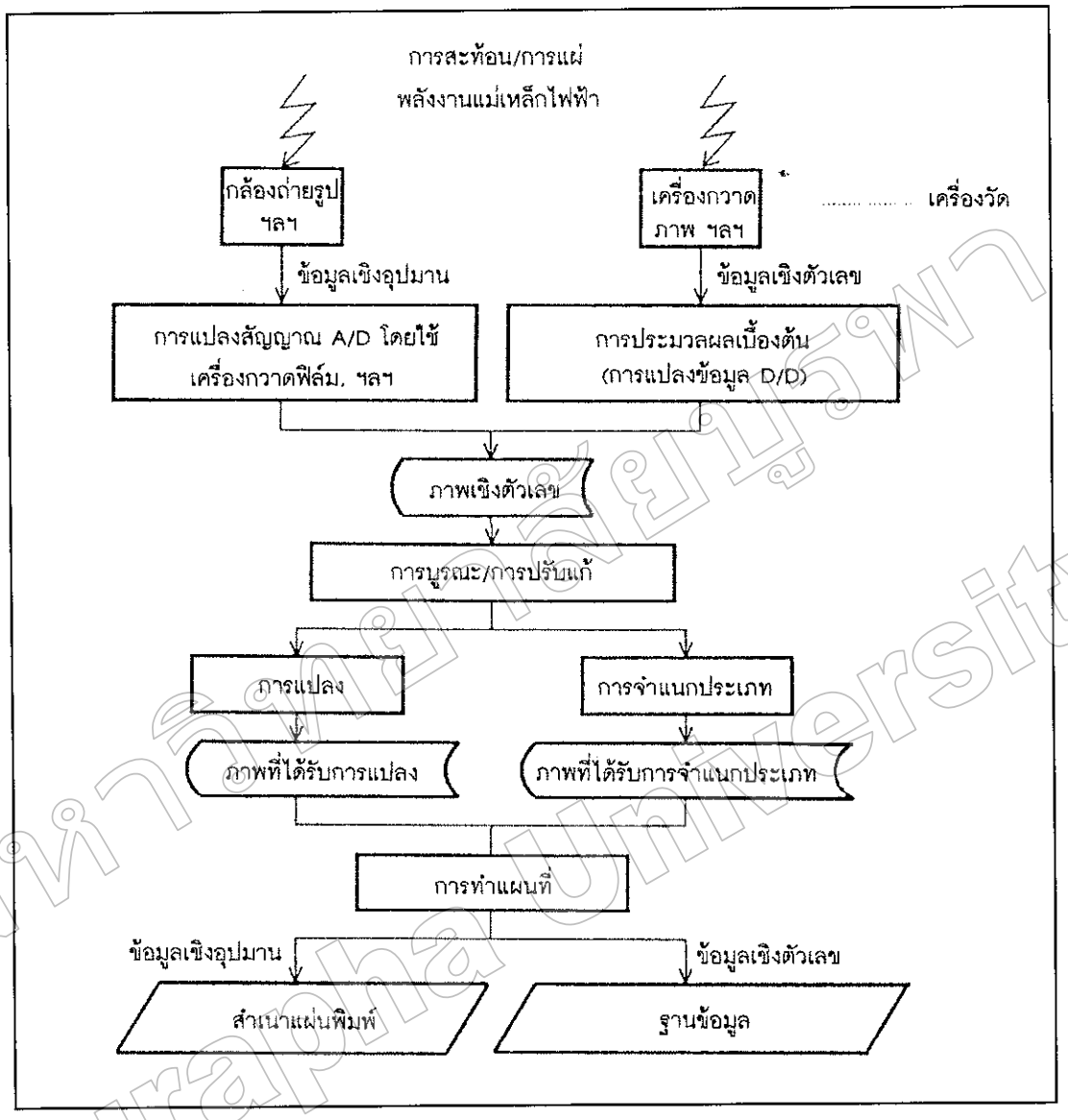
4.2 การปรับแก้ (Correction) เป็นการปรับแก้เชิงคลื่นและเชิงเรขาคณิต ควรทำในขั้นตอนการประมวลผล

4.3 การแปลง (Transformation) เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ และเชิงเรขาคณิต ซึ่งเป็นการจัดลดข้อมูล หรือเป็นการสร้างฐานข้อมูล

4.4 การจำแนกประเภท (Classification)

4.5 การแสดงผลข้อมูล (Output Data) เป็นการแสดงผลข้อมูลในลักษณะแอนาล็อค เช่น ฟิล์ม หรือภาพ และในลักษณะตัวเลขในรูปของฐานข้อมูล ซึ่งปกติจะใช้เป็นชั้นข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 8 หลักการทำงานของข้อมูลระยะไกล (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกล และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการการสูญเสียดินสากลเพื่อประเมินการสูญเสียดิน

ชาลี นาวานุเคราะห์ และสมพร ผาตินาวิน (2540) ทำการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาภาคใต้ ซึ่งใช้โปรแกรม Arc/Inflo และ ILWIS เป็นเครื่องมือจัดทำระบบฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย แผนที่เส้นชั้นความสูง แผนที่ดิน และแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน โดยการซ้อนทับกันเป็นแผนที่ศักยภาพของการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (Potential Soil Erosion Map) เพื่อนำผลไปประยุกต์ใช้กำหนดแผนป้องกัน และลดความรุนแรงการเกิดอุบัติภัยและอุทกภัยได้

ชาลี นาวานุเคราะห์ และคณะ (2543) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการการสูญเสียดินสากล เพื่อศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินของจังหวัดชุมพร โดยใช้ข้อมูลแผนที่ในลักษณะดิจิตอลประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แผนที่แสดงขอบเขตจังหวัด แผนที่ขอบเขตตำบล แผนที่เส้นชั้นน้ำฝน แผนที่ชุดดิน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาใช้ในการจัดทำแผนที่ค่าปัจจัยพื้นฐานในสมการการสูญเสียดินสากล โดยการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โปรแกรม ArcView และ Arc/Info มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Technique) ทำให้ได้แผนที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแสดงขอบเขตการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางและมาตรการที่จะช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น

จักรชัย ชุ่มจิตต์ (2543) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และสมการการสูญเสียดินสากล เพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญในบริเวณพื้นที่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีพื้นที่ 791 ตารางกิโลเมตร โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ชุดดิน ธรณีวิทยา สภาพการใช้ที่ดิน และลักษณะภูมิประเทศในการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการซ้อนทับข้อมูล ด้วยโปรแกรม Arc/Inflo กับ ArcView และสมการการสูญเสียดินสากล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ คือ แผนที่แสดงระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละลุ่มน้ำ หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและมาตรการการใช้ที่ดินเพิ่มเติม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สุเพชร จิรขจรกุล (2544) ได้ศึกษาการใช้ข้อมูลระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ตรวจหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ของโครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่อาว อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดลำพูน โดยใช้ข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) ตรวจวัดหาสภาพการใช้ที่ดินเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2535 (ก่อนมีโครงการฯ) พ.ศ. 2539 (ระหว่างมีโครงการฯ) และ พ.ศ. 2541 (หลังมีโครงการฯ) ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ร่วมกับเครื่องวัดตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (GPS) และนำผลเข้ามาวิเคราะห์สู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และเป็นพื้นฐานของข้อมูลสมการการสูญเสียดินสากล ทำให้ทราบถึงสภาพการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ตลอดจนทราบถึงค่าเฉลี่ยของอัตราการชะล้างพังทลายของดินว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลาย ซึ่งสอดคล้องไปในแนวทางกับพื้นที่ป่าไม้ที่จะนำไปใช้วางแผนพัฒนาโครงการฯ เพื่อลดความเสี่ยงลง

มานเซล (Manzul, 1997) จากสถาบัน Asian Institute of Technology ได้ศึกษาการชะล้างพังทลายของดินในภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ร่วมกับลักษณะของสภาพอากาศ ลักษณะความสูง และชนิดดิน ในการวิเคราะห์ผ่านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการซ้อนทับข้อมูล ทำให้สามารถประเมินการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่ทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำ

สาคิล (Shakil, 1977) จากสถาบัน Asian Institute of Technology ได้ศึกษาการติดตามตรวจสอบการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม NOAA ระบบ AVHRR และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียม NOAA ที่ใช้ในปี ค.ศ. 1986 และ 1996 ครอบคลุมพื้นที่ 1.1 กิโลเมตร ในการศึกษานั้นได้สร้างแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM) โดยนำแผนที่ชนิดดินมาตราส่วน 1 : 500,000 มาซ้อนทับบนเส้นชั้นความสูงและถ่ายภาพดาวเทียม ทำให้ได้แบบจำลองในการติดตามตรวจสอบการชะล้างพังทลาย เพื่อนำไปวางแผนการจัดการตามนโยบายและการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University