

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การชะล้างพังทลายของดิน

การพังทลายของดิน (soil erosion) ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถานใช้คำว่า “ภัยการของดิน” แต่ในที่นี้จะใช้คำว่า การชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง ขบวนการแตกกระจาย (detachment) และการพัดพาไป (transportation) ของดินโดยตัวการกัดกร่อน (erosive agents) จากที่เดิมไปทับถม (deposition) ใหม่ๆ

1. สาเหตุการชะล้างพังทลายของดิน นิวัติ เรืองพานิช (2537) ได้แบ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดการพังทลายของดินออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 การพังทลายของดินโดยธรรมชาติ (geological or natural or normal erosion) เป็นการพังทลายของดินที่เกิดขึ้นเองภายใต้สภาพแวดล้อมและสิ่งปกคลุมตามธรรมชาติ เป็นการเกิดแบบค่อยเป็นค่อยไปและช้ามาก โดยมีทั้งน้ำและลมเป็นตัวการ การพังทลายแบบนี้มนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น แผ่นดินถล่ม การพังทลายของดินตามชายฝั่ง เป็นต้น

1.2 การพังทลายของดินที่มีตัวเร่ง (accelerated or man-made erosion) หมายถึง การพังทลายที่เกิดขึ้นเกินกว่าที่เป็นไปโดยธรรมชาติ ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยการแปรเปลี่ยนสภาพสิ่งปกคลุมดินและทำลายสภาพของดิน เช่น การแผ้วถางป่า การทำการเกษตร การก่อสร้างต่าง ๆ เป็นต้น

2. กระบวนการพังทลายของดิน เริ่มเมื่ออนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกันโดยตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย ซึ่งมีอยู่หลายตัวการด้วยกัน ที่สำคัญที่สุดได้แก่ เม็ดฝนที่กำลังตกลงมากระทบผิวดิน ต่อจากนั้นอนุภาคของดินที่แตกแยกออกจากกัน จะเคลื่อนที่ไปจากที่เดิม ตัวการที่ทำให้อนุภาคของดินเคลื่อนที่มีอยู่หลายตัวการ แต่ที่สำคัญที่สุดได้แก่ น้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน อนุภาคของดินที่เคลื่อนที่นี้จะไปตกทับถมกันใหม่ จะเห็นว่าขบวนการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกแยกออกจากกันนั้นเป็นตัวแปรที่อิสระ (independent variable) แต่ขบวนการที่อนุภาคของดินเคลื่อนที่และเกิดการทับถมขึ้นนั้น เป็นตัวแปรที่ไม่อิสระ (dependent variable) (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2522)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการพังทลายของดิน เบฟเวอร์ (Baver, 1965) กล่าวว่าปัจจัยพื้นฐานที่จะส่งผลต่อการพังทลายของดินประกอบไปด้วย สภาพภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ ดิน พืชพรรณ และมนุษย์ สำหรับประเทศไทยการพังทลายของดินส่วนใหญ่เกิดจากน้ำเป็นตัวการเนื่องจากที่ตั้งอยู่ภายใต้สภาพอากาศร้อนและชุ่มชื้น และมีปริมาณฝนตกชุกโดยเฉลี่ยมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี และจัดอยู่ในบริเวณที่มีฝนตกด้วยความหนาแน่นสูง จึงมีพลังงานที่จะก่อให้เกิดการพังทลายของดินมาก (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2522 และ Hudson, 1981)

นิวัติ เรืองพานิช (2537) จึงได้สรุปปัจจัยที่ก่อให้เกิดการพังทลายของดินโดยน้ำแบ่งออกเป็น 4 ประการ คือ

1. ความสามารถของฝนในการกัดเซาะ (precipitation erosivity) หมายถึง การพังทลายของดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของฝน อันได้แก่ ความหนักเบา ระยะเวลา ปริมาณน้ำฝน ขนาด ความเร็ว ชนิดและการแผ่กระจายของฝนในแต่ละฤดูกาล

2. ความสามารถของดินที่ทนต่อการเซาะกร่อน (soil erodibility) หมายถึง คุณสมบัติของดินที่ยากหรือง่ายต่อการถูกกัดเซาะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน แรงจับตัวกันระหว่างอนุภาคของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

3. สภาพสิ่งปกคลุมผิวดิน (cover condition) และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยทั่วไปหน้าดินที่มีสิ่งปกคลุมดินหนาแน่นและติดต่อกันตลอด ย่อมจะป้องกันการพังทลายของดินได้ดี โดยอ้างถึงการวิจัยของ Ruangpanit ในปี 1971 พบว่า เพื่อป้องกันอันตรายจากการสูญเสียดินและการไหลบ่าของน้ำหน้าดิน ควรจะรักษาให้มีพืชคลุมดินอย่างน้อย 70 เปอร์เซ็นต์

4. ความชันและความยาวของความลาดเท (steepness and length of slopes) บริเวณใดก็ตามถ้าสภาพอื่น ๆ เหมือนกันหมด ที่ที่มีความลาดชันมากย่อมจะเกิดการพังทลายของดินได้มากกว่าที่ลาดชันน้อย ส่วนความยาวของความลาดเทจะทวีความรุนแรงของน้ำที่ไหลบ่า ทำให้อนุภาคของดินถูกพัดพาไปได้โดยง่าย

อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ก่อให้เกิดการพังทลายของดินเหล่านี้ มนุษย์จะจัดการและควบคุมได้ก็เฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับสภาพสิ่งปกคลุมผิวดิน ความชันและความยาวของความลาดเทเท่านั้น สำหรับปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถของฝนในการกัดเซาะและความสามารถของดินที่ทนต่อการเซาะกร่อนนั้นเกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งยากที่จะควบคุมได้ นอกจากนี้พนธ์ ตั้งธรรม (2527) กล่าวถึงความสำคัญของแต่ละปัจจัยจะมากน้อยอย่างไร ขึ้นอยู่กับสภาพของแต่ละพื้นที่และเหตุการณ์ธรรมชาติหรือที่มนุษย์ทำให้เกิดขึ้น

4. ชนิดของการชะล้างพังทลายของดิน การพังทลายของดินโดยมีน้ำเป็นสาเหตุสามารถแบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

4.1 เม็ดดินแตกกระเด็นจากความแรงของเม็ดฝน (splash erosion) เป็นการพังทลายของดินที่เกิดจากความแรงของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดิน ทำให้อนุภาคดินแตกกระจายออกจากกัน และถูกน้ำพัดพาไหลไปในที่สุด

4.2 การพังทลายแบบเป็นแผ่น (sheet erosion) เป็นการพังทลายของดินเนื่องจากแรงปะทะของเม็ดฝนประกอบกับการไหลบ่าของน้ำทำให้ผิวดินถูกชะล้างและพัดพาไปเป็นแผ่นบาง ๆ ล้างเอาไฉ่ยาก และมักเกิดเป็นบริเวณกว้างบนพื้นที่ค่อนข้างมีความลาดเทสม่ำเสมอ

4.3 การพังทลายแบบริ้ว (rill erosion) เป็นการพังทลายของดินที่ก่อให้เกิดร่องเล็ก ๆ มากมาย จะเกิดต่อเนื่องจากการพังทลายแบบเป็นแผ่น มักเกิดจากน้ำซึ่งไหลตามร่องพืชที่ปลูกตามแนวลาดเท หรือบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความลาดเทเล็กน้อยไม่สม่ำเสมอ

4.4 การพังทลายแบบร่องลึก (gully erosion) เป็นการพังทลายของดินที่ลึกและกว้างกว่าแบบริ้ว เกิดขึ้นเนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ลาดชันมาก หรือมีความลาดเทอย่างมาก รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม

4.5 การพังทลายในลำน้ำ (stream erosion) เป็นการพังทลายของดินที่เกิดขึ้นตามธารน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำธาร ที่มีน้ำไหลตลอดปี และมีความลาดชันน้อย ซึ่งความแรงของกระแสน้ำจะทำให้ดินแตกกระจายและชะแร่ธาตุจากสองฝั่งไป

5. ผลกระทบที่เกิดจากการพังทลายของดิน เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์ (2537) รายงานว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการพังทลายของดิน สามารถจำแนกออกได้หลายประการด้วยกัน ดังนี้ คือ

5.1 การสูญเสียหน้าดิน โดยเฉพาะดินชั้นบนจะเกิดการชะล้างออกไปได้โดยง่าย

5.2 การสูญเสียธาตุอาหารในดิน เกิดจากการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ซึ่งดินชั้นบนเป็นที่รวมของอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารของพืช ทำให้ปริมาณธาตุอาหารในดินสูญเสียไปด้วย

5.3 การสูญเสียประสิทธิภาพของผลผลิตการเกษตร ที่ปรากฏให้เห็น คือ

5.3.1 ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ลดลง จนในที่สุดถึงจุดที่ไม่คุ้มกับการลงทุน จะปล่อยไว้เป็นที่รกร้าง

5.3.2 โครงสร้างของดินสูญเสียไป หมายถึง การเกาะตัวของอนุภาคเม็ดดินที่เหมาะสมแก่การซึมน้ำของรากพืชเสียไป

5.3.3 ชั้นของดินและหน้าดินตื้นทุกปี เนื่องจากผิวดินถูกชะออกไป โดยเฉพาะบนพื้นที่ลาดชัน

5.4 ผลเสียในแหล่งน้ำและลำน้ำ โดยเกิดจากการตกตะกอนและทางน้ำเกิดการตื้นเขิน รวมทั้งส่งผลกระทบต่อความจุของอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อนที่ลดลง เนื่องจากมีตะกอนตกทับถมมากขึ้น

5.5 การเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาเกิดขึ้น เนื่องจากในพื้นที่ซึ่งความสมดุลโดยธรรมชาติของดินเสื่อมโทรมลงไป จากการที่หน้าดินถูกชะล้าง ทำให้ประสิทธิภาพในการซับซึมน้ำลดลงไป ส่งผลให้เกิดสภาวะที่ตามมาก็คือ

5.5.1 การเกิดปริมาณน้ำไหลบนผิวดินสูงสุดจะมีมากกว่าเดิม

5.5.2 การซับซึมน้ำลงสู่ชั้นล่าง ซึ่งเป็นการเก็บกักน้ำไว้ใต้ดินจะขาดความสมดุล ทำให้การไหลซึมของน้ำมาหล่อเลี้ยงลำห้วยมีปริมาณน้อยลงและแห้งได้

6. การประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน การวัดอัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยตรงทำได้ยาก เนื่องจากปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างมีหลายปัจจัยและยังขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้วิธีการประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อแสดงปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต่าง ๆ สำหรับเพื่อใช้ในการวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำรวมถึงการวางแผนการใช้ที่ดินในระยะยาวบนพื้นที่ทำการเกษตร โดยมีแนวทางการศึกษาและประเมินค่าการสูญเสียดิน ดังนี้คือ

6.1 การคาดคะเนจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม เป็นการสังเกตจากการชะล้างพังทลายที่เกิดขึ้นบนพื้นดินและแนวทางไหลของน้ำ การสังเกตจากการเห็นก้อนหินหรือรากไม้คล้ายกับปรากฏขึ้นมา และการสะสมของตะกอนบริเวณตีนเขา (กรมพัฒนาที่ดินและ JICA, 2543ข) และเนื่องจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดินจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการทำงานของมนุษย์มากกว่าธรรมชาติ เมื่อมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติโดยใช้พื้นที่ทำการเกษตร มีการรบกวนดินโดยใช้เครื่องจักรกลในการไถพรวนดินต่อเนื่องกันทุกปี สมรรถภาพของดินที่จะทนต่อการถูกชะล้างน้อยลงไป อัตราการสูญเสียดินก็เพิ่มมากขึ้น ในบริเวณที่ดินไม่ลึกก็จะสังเกตเห็นหินคล้ายกับว่าโผล่ขึ้นมา ในพื้นที่ที่ยังมีต้นไม้ใหญ่ ที่มีอายุมากคงเหลืออยู่จะสามารถประมาณระดับดินเดิมที่ถูกพัดพาไปได้ไม่ยากนัก เพราะบริเวณโคนต้นไม้จะปรากฏรากที่อยู่เหนือระดับผิวดินในปัจจุบัน มากน้อยตามอัตราความรุนแรงของการสูญเสียดินที่เกิดขึ้น (Dunne, 1977)

6.2 การศึกษาจากแปลงทดลอง เป็นการศึกษาการสูญเสียดินโดยการสร้างแปลงทดลอง เพื่อหาปริมาณดินที่ถูกชะล้าง โทบีและโอริวอาเอฟ (Toebes & Ouryvaev, 1970) อธิบายถึงบริเวณที่จะสร้างแปลงทดลองว่า จะต้องมีสภาพที่เป็นตัวแทนทั้งสภาพความลาดชัน ลักษณะดิน และพืชพรรณที่ปกคลุมดิน แปลงทดลองจะมีขนาดแตกต่างกันไปแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการศึกษา กำลังคน และงบประมาณที่มีอยู่ ในการศึกษาจากแปลงทดลองนี้จะใช้พืชพรรณเป็นตัวชี้ถึงการสูญเสียดิน

6.3 การศึกษาจากพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นการศึกษาการชะล้างพังทลายของดิน โดยดูจากสภาพของน้ำและตะกอนในลำน้ำ ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาระบบของการชะล้างพังทลายและการพัด

พาตะกอนทั้งในพื้ที่ลุ่มน้ำตามธรรมชาติและพื้ที่ลุ่มน้ำภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันรวมไปถึงลักษณะการใช้ที่ดินด้วย (Rapp, 1977) โดยพื้ที่ลุ่มน้ำแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พื้ที่ลุ่มน้ำตามป่าเขา ได้แก่ พื้ที่ลุ่มน้ำที่ปกคลุมด้วยไม้ต่าง ๆ อันเป็นต้นน้ำลำธาร พื้ที่ลุ่มน้ำการเกษตร ได้แก่ พื้ที่ลุ่มน้ำที่มีการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรและพื้ที่ลุ่มน้ำตัวเมือง (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2523) การศึกษาการสูญเสียดินจากพื้ที่ลุ่มน้ำโดยตรงนั้น เป็นการยากที่จะได้คำตอบที่ถูกต้อง เพราะปัจจัยที่ก่อให้เกิดการพังทลายของดินมีหลายชนิดและพื้ที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอและจะยังสลับซับซ้อนยิ่งขึ้นเมื่อลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่ ในการศึกษาแบ่งได้ 3 วิธีการคือ

6.3.1 การศึกษาโดยตรงจากพื้ที่ลุ่มน้ำ โดยการแบ่งพื้ที่ออกเป็นส่วนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แล้วทำการวิเคราะห์ค่าการสูญเสียดินในแต่ละส่วนต่อหน่วยพื้ที่นำมารวมกันเป็นปริมาณการพังทลายของดินในพื้ที่ลุ่มน้ำ

6.3.2 การศึกษาโดยนำค่าปัจจัยพื้นฐานของสมการสูญเสียดินสากลมาคำนวณเป็นการคาดคะเนผลรวมรายปี

6.3.3 ศึกษาโดยใช้ค่าปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพามาจากพื้ที่ลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูลของสถานีวัดน้ำวัดตะกอนที่มีอยู่หรือจากการคิดคำนวณโดยสมการสำเร็จ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำกับค่า Sediment Delivery Ratio ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณของตะกอนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในพื้ที่ลุ่มน้ำนั้นกับปริมาณของตะกอนที่วัดตรงจุดที่เก็บตัวอย่างของตะกอน จะสามารถทราบค่าการพังทลายของดินจากพื้ที่ลุ่มน้ำนั้นได้

ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำอาจจะวัดได้ด้วยการเก็บตัวอย่างน้ำที่มีตะกอนปะปนอยู่มาเข้าห้องปฏิบัติการ โดยในขั้นแรกต้องชั่งน้ำหนักตัวอย่างน้ำบวกตะกอนก่อน ต่อจากนั้นก็จะทำการแยกตะกอนออกจากน้ำด้วยการกรอง จากนั้นก็ทำตะกอนที่แยกออกมาให้แห้งโดยใช้เตาอบ เมื่อตะกอนแห้งดีแล้วก็นำไปชั่งน้ำหนัก หน่วยการวัดตะกอนใช้ ppm (parts per million) ซึ่งปริมาณตะกอนแขวนลอยหรือความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจะแปรผันตามความลึกและความกว้างของลำน้ำ (วีระพล แต่สมบัติ, ม.ป.ป.)

6.4 การศึกษาจากสมการสูญเสียดินสากล เป็นการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียดิน

7. การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน ระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้นั้น ยัง (Young, 1977) ได้รายงานการศึกษาวิจัยการชะหน้าดินในพื้ที่เกษตรกรรมถาวรและกึ่งถาวร พบว่า ระดับที่ยอมรับได้นั้นอยู่ระหว่าง 0.5-1 มิลลิเมตรต่อปี หรือ 7-15 ดันต่อเฮกแตร์ต่อปี (1.12-2.4 ดันต่อไร่ต่อปี)

สำหรับในประเทศไทย ปริมาณการสูญเสียดินสูงสุดที่ยอมรับได้เป็น 2 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตรต่อปี การสูญเสียในระดับนี้จะไม่ทำให้สมรรถนะของดินสำหรับการเกษตรเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 25 ปี ค่าการสูญเสียดินที่สูงกว่าระดับนี้ จะมีผลเสียหายต่อคุณภาพดินและผลผลิตพืชในระยะยาว ไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม

กรมพัฒนาที่ดิน (2543ก) ได้จัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน โดยจำแนกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ คือ

ชั้นที่ 1 การชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก (very slight) หมายถึง อัตราการสูญเสียดิน 0-2 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 0-0.96 มิลลิเมตรต่อปี พื้นที่นี้ไม่จำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นพิเศษ

ชั้นที่ 2 การชะล้างพังทลายของดินน้อย (slight) หมายถึง อัตราการสูญเสียดิน 2-5 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 0.96-2.4 มิลลิเมตรต่อปี การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นเป็นพื้นที่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่นี้ควรจะมีการใช้ที่ดินอย่างระมัดระวังโดยการปลูกพืชตามแนวระดับหรือขวางความลาดเท และมีการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

ชั้นที่ 3 การชะล้างพังทลายของดินปานกลาง (moderate) หมายถึง อัตราการสูญเสียดิน 5-15 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 2.4-7.2 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งมีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงและผลผลิตต่ำ จึงควรมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินทั้งวิธีพืชและวิธีกลเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตให้คงอยู่ตลอดไป

ชั้นที่ 4 การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง (severe) หมายถึง อัตราการสูญเสียดิน 15-20 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ 7.2-9.6 มิลลิเมตรต่อปี ชั้นนี้การชะล้างพังทลายของดินทำให้ขีดความสามารถของดินสำหรับการปลูกพืชเปลี่ยนเป็นเลวลงกว่าเดิม และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการดินสูงเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ หรือใช้เวลานานมากในการปรับปรุงคุณภาพดินให้ใช้ปลูกพืชได้เช่นเดิม ดังนั้นหากจะใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรจำเป็นต้องมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเคร่งครัด

ชั้นที่ 5 การชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก (very severe) หมายถึง อัตราการสูญเสียดินมากกว่า 20 ต้นต่อไร่ต่อปี หรือ มากกว่า 9.6 มิลลิเมตรต่อปี ชั้นนี้มีการชะล้างพังทลายของดินเป็นร่องลึก (gully) เกิดขึ้นทั่วไป เป็นพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตรอย่างถาวร ควรกันไว้เป็นพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นหรือป่า

ตารางที่ 1 การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543ก)

ชั้นความรุนแรงของ การชะล้างพังทลายของดิน	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตัน/ไร่/ปี	มิลลิเมตร/ปี
ชั้น 1 : น้อยมาก (very slight)	0-2	0-0.96
ชั้น 2 : น้อย (slight)	2-5	0.96-2.4
ชั้น 3 : ปานกลาง (moderate)	5-15	2.4-7.2
ชั้น 4 : รุนแรง (severe)	15-20	7.2-9.6
ชั้น 5 : รุนแรงมาก (very severe)	> 20	> 9.6

8. การจำลองรูปแบบของการชะล้าง (Modelling) โดยทั่วไปมักจะพัฒนาเฉพาะเจาะจงในพื้นที่หนึ่ง ๆ แต่ก็สามารถนำไปใช้ในพื้นที่อื่นได้โดยการดัดแปลงให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ (Stocking, 1988) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่มีหลักเกณฑ์หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถทำให้การวิเคราะห์และคำนวณของแบบจำลองต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็วและสามารถแสดงผลที่ระบุถึงตำแหน่งของผลลัพธ์ที่ได้อย่างชัดเจน (สุระพัฒนเกียรติ, 2534)

การจำแนกประเภทของการจำลองรูปแบบมีได้หลายแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ มนุโอมะคุปต์และเฮอร์มัน เฮาท์ซิง (2535) กล่าวว่าในปัจจุบันมีการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

แบบที่ 1 Empirical หรือ Expert model เป็นรูปแบบที่สรุปและวางโครงสร้างความรู้ด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สำหรับนำมาใช้ประโยชน์ เช่น สมการสูญเสียดินสากล เป็นต้น

แบบที่ 2 Dynamic หรือ Simulation model เป็นรูปแบบที่มีการประยุกต์ใช้สำหรับการคาดคะเนผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อปัจจัยบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป เช่น การคาดคะเนอัตราการชะล้างพังทลายของดินเมื่อเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกในพื้นที่ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการวางแผนทรัพยากรดิน แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบจำลองเชิงพรรณนา (Descriptive) เป็นการบรรยายลักษณะความสัมพันธ์ของส่วนประกอบในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
2. แบบจำลองเชิงคาดคะเน (Predictive) เป็นการกำหนดให้มีเงื่อนไขของอนาคตเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ ปัจจัยทางด้านเวลา
3. แบบจำลองเชิงแผน (Planning) เป็นการใช้เกณฑ์กำหนดในการทดสอบทางเลือกต่าง ๆ ที่เหมาะสมในอนาคต

สมการสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation ; USLE)

สมเจดน์ จันทวัฒน์ (2526) กล่าวว่า การพังทลายของดินเป็นขบวนการที่ซับซ้อนและขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง โดยแต่ละปัจจัยจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเกิดจากปัจจัยเดียวหรือปฏิกริยาร่วมหลายปัจจัย จึงเป็นการยากที่จะคำนวณหาปริมาณการสูญเสียดินซึ่งเกิดจากการพังทลายของดิน จึงได้มีการตั้งสูตรหลายสูตร โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นหลักเพื่อทำนายการสูญเสียดิน แต่สมการต่าง ๆ ก็อธิบายได้เฉพาะด้านคุณภาพเท่านั้น ดังนั้นจึงมีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านพยายามใช้สมการคณิตศาสตร์ในประเมินค่าปัจจัยทางด้านปริมาณ โดยมี ซิงเง์ (Zingg, 1940) เป็นบุคคลแรกที่คิดสมการคณิตศาสตร์เพื่อใช้คำนวณการสูญเสียดินในไร่และเป็นที่มาของการขึ้นต้นที่ถูกนำมาดัดแปลง ปรับปรุง พัฒนา และเป็นที่มาของสมการสูญเสียดินสากลในปัจจุบัน โดยสมการนี้มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้คำนวณค่าการสูญเสียดิน ปัจจัยเหล่านี้มีค่าเป็นตัวเลข ซึ่งคำนวณจากแปลงทดลอง ยาว 72.6 ฟุต บนพื้นที่ลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ไถพรวนขึ้นลงตามแนวลาดเท แล้วปล่อยไว้ว่างเปล่า สมการนี้พัฒนามาจากการวิเคราะห์ทางสถิติมากกว่า 10,000 แปลงต่อปี และใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นเวลานาน นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดินได้นำวิธีการนี้มาศึกษาและใช้ประโยชน์ในประเทศไทยเป็นเวลาพอสมควร ซึ่งลักษณะของสมการนี้ วิชไมเออร์และสมิท (Wischmeier & Smith, 1978) ได้เขียนดังสมการที่ 1 คือ

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

A = ปริมาณดินที่สูญเสียต่อหน่วยของพื้นที่ (Mean annual soil loss)

R = ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall erosivity factor)

K = ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน
(Soil erodibility factor)

LS = ปัจจัยความชันและความยาวของความลาดเท

(Slope length and slope steepness factor)

C = ค่าปัจจัยการจัดการพืช (Cropping management factor)

P = ค่าปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย

(Conservation practice factor)

สมการสูญเสียดินสากลได้เริ่มใช้กันอย่างแพร่หลายมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1965 ได้มีการแก้ไขกันอยู่หลายครั้ง จนปี ค.ศ.1978 โดยปรับปรุงการประเมินค่าตัวแปรต่าง ๆ ให้ได้ใช้ประโยชน์ของสมการนี้ได้กว้างขวางมากขึ้น สามารถนำไปใช้ในการทำนายการเกิดการพังทลายของดินในบริเวณอื่นนอกจากพื้นที่เพาะปลูก เช่น บริเวณก่อสร้าง ท่งหญ้า สวนป่า เป็นต้น

1. การใช้สมการสูญเสียดินสากล ฮัดสัน (Hudson, 1981) และ สมเจตน์ จันทวัฒน์ (2526) กล่าวว่าสมการสูญเสียดินสากลสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับสิ่งต่อไปนี้ คือ

1.1 เพื่อคาดคะเนหรือทำนายการสูญเสียดิน เนื่องจากการพังทลายของดินซึ่งเกิดจากการใช้ที่ดินทำการเพาะปลูกพืชในระบบต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะว่าภายใต้สภาพที่กำหนด ค่าของปัจจัยต่าง ๆ หรือตัวแปรในสมการสูญเสียดินสากล จะมีค่าคงที่และแต่ละปัจจัยสามารถเลือกค่าที่เหมาะสมได้ การทราบค่าปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งอยู่ทางด้านขวามือของสมการ ทำให้สามารถคำนวณค่าปริมาณดินที่สูญเสียไปเนื่องจากการพังทลายของดินว่ามีมากน้อยเพียงใด

1.2 เพื่อเลือกการใช้ที่ดินและการปฏิบัติทางด้านการเกษตร ในกรณีนี้ เมื่อพิจารณาทางด้านซ้ายมือของสมการสูญเสียดินสากล คือ ค่า A ซึ่งจะเป็นค่าของปริมาณดินที่สูญเสียไปมากที่สุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ และทางด้านขวามือของสมการซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่บางปัจจัยไม่สามารถจะควบคุมได้ เช่น ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน และปัจจัยเกี่ยวกับความลาดเทของพื้นที่ ถ้าสามารถประเมินค่าปัจจัยเหล่านี้ได้ ก็สามารถที่จะเลือกค่าต่าง ๆ ของปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชและปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลายได้ ซึ่งทำให้การสูญเสียดินที่จะเกิดขึ้นจากการใช้ที่ดินมีไม่มากกว่าปริมาณที่กำหนด การใช้สมการสูญเสียดินสากลจึงเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำในไร่นา และการให้คำแนะนำด้านการจัดการพืชและการปฏิบัติในการอนุรักษ์ต่าง ๆ ต่อเกษตรกร

1.3 เพื่อใช้ทำนายการสูญเสียดินจากบริเวณที่มีการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างถนน ที่อยู่อาศัย ศูนย์การค้า เป็นต้น สมการสูญเสียดินสากลจะบอกให้ทราบว่าทำให้เกิดการพังทลายและตะกอนขึ้นมากน้อยเพียงใด และเลือกวิธีการปฏิบัติที่จะทำให้มีการพังทลายเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยมีการกำหนดให้ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชและปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลายในพื้นที่ที่กำลังก่อสร้าง มีค่าเท่ากับ 1

1.4 เพื่อใช้ในการคาดคะเนการเกิดตะกอนบนพื้นที่สูงภายในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ การคาดคะเนปริมาณของตะกอนและแหล่งกำเนิดของตะกอนภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area) มีความสำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากตะกอนที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ลุ่มน้ำจะมีผลกระทบเป็นอย่างมากต่อคุณภาพของน้ำและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาแหล่งน้ำหรือควบคุมน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของสิ่งก่อสร้างดังกล่าวลดลง ทั้งนี้เพื่อจะได้หาวิธีการป้องกันที่มีประสิทธิภาพมาปฏิบัติบนพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากล ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสมการการสูญเสียดินสากลมีหลายประการตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งแต่ละปัจจัยสามารถประเมินค่าในเชิงปริมาณได้ การสูญเสียดินในแต่ละพื้นที่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านี้ ทั้งหกปัจจัยนี้มีเพียงปัจจัยเดียวที่มนุษย์ไม่สามารถจะควบคุมได้ คือ ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R-factor) ส่วนอีกห้าปัจจัยมนุษย์สามารถควบคุมได้ อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการจัดการดินและพืช ดังนั้น จึงสามารถใช้สมการการสูญเสียดินสากล สำหรับเป็นเครื่องมือในการวางแผนอนุรักษ์ดินในแต่ละพื้นที่ได้ เมื่อทราบค่าต่าง ๆ ในสมการ

2.1 ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall erosivity factor, R-factor) หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ของพลังงานจลน์ของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวน้ำดินกับปริมาณความหนาแน่นของฝน (Rainfall Intensity) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หรือปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของฝน เป็นค่าที่รวมของปัจจัยน้ำฝนและน้ำไหลบ่าตามผิวดิน (rainfall and runoff erosivity factor) ซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง แต่โดยปกติค่า R ในสมการการสูญเสียดินสากลนี้จะหมายถึง ค่าดัชนีการพังทลายของดิน โดยฝน (rainfall erosion index) ซึ่ง Wischmeier เป็นผู้คิดขึ้นและเป็นลักษณะของฝนที่นำมาใช้ในสมการการสูญเสียดินสากลดีกว่าลักษณะอื่น ๆ ของฝน เนื่องจากได้ผ่านการวิเคราะห์และทดสอบข้อมูลมาเป็นจำนวนมาก ในปี ค.ศ. 1959 เขาพบว่าปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างจากแปลงทดลองว่างเปล่าโดยไม่ปลูกพืช มีความสัมพันธ์สูงมากกับค่าสะสมของพลังงานจลน์ฝนสูงสุด คือ ช่วงความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที จึงเรียกพลังงานจลน์ของฝนว่า EI_{30} และนำมาสร้างเป็นสมการหาค่า R-factor ค่าดัชนีนี้ไม่รวมพลังงานที่ทำให้เกิดการพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำไหลบ่าตามผิวดิน ซึ่งน้ำที่ไหลบ่านี้เกิดมาจากการละลายของหิมะหรือจากน้ำที่ใช้เพื่อการชลประทาน แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านได้คิดค่าพลังงานจลน์ของฝนออกไปเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ ที่มากกว่า 30 นาที เช่น $KE > 1$ ของ Hudson และ AI_m ของ Lal

นิพนธ์ ดังธรรม (2527) กล่าวว่าพลังงานจลน์ของเม็ดฝนขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วของเม็ดฝนและปริมาณที่ตก ส่วนค่าความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาที เป็นตัวกำหนดปริมาณน้ำที่ไหล

ว่า ในกรณีที่มีปริมาณฝนตกไม่มาก แต่ค่าความหนาแน่นของฝนที่เวลา 30 นาทีสูงมาก ก็จะทำให้ค่าดัชนี EI_{30} สูงได้ ดังนั้นดัชนีดังกล่าวจึงแสดงให้เห็นถึงอัตราการสูญเสียดินอย่างเด่นชัด

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ (2535) ได้ทดลองและทำการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการพังทลายของดินโดยฝนกับการสูญเสียดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือของ ไทย บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาดินน้ำน่าน จังหวัดน่าน พบว่า ดัชนี EI_{30} ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด คือ 0.653 รองลงมาคือ ดัชนี $KE > 1$ และ AI_{100} ให้ค่า 0.607 และ 0.470 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าค่าดัชนี EI_{30} มีอัตราการสูญเสียดินสูงกว่าค่าอื่น ๆ

ข้อมูลธรรมชาติต่าง ๆ ของฝนที่จะนำมาประเมินค่าของ R นั้น ควรจะเป็นข้อมูลระยะ 10 ปีเป็นอย่างน้อย ทั้งนี้เพราะว่า ธรรมชาติของฝนในแต่ละปีมีความแปรปรวนแตกต่างกัน การใช้ข้อมูลธรรมชาติของฝนเพียงปีเดียวหรือน้อยกว่า 10 ปี จะเป็นผลทำให้ค่าของ R ที่ประเมินได้ไม่เป็นตัวแทนที่ดีของบริเวณนั้น ๆ (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2526)

สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ใช้ดัชนี EI_{30} ในการวิเคราะห์หาค่า R เนื่องจากเป็นค่าที่เหมาะสมกับปริมาณฝนของประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่ง Srikhajon, Somrang, Pramojane, Pradubvith, and Anecksamphant (1984) ได้สร้างขึ้น ตามลักษณะของสมการที่ 2 ดังนี้คือ

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

เมื่อ R เป็นค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของดิน (เมตริกตัน/เฮกแตร์/ปี)

X เป็นค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร/ปี)

2.2 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility factor, K-factor) การชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ ความรุนแรงของฝน ปริมาณพืชปกคลุมดิน และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่มากกว่าสมบัติของดินเอง แต่พบว่าภายใต้สภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน ดินชนิดหนึ่งถูกชะล้างพังทลายได้ง่ายกว่าดินอีกชนิดหนึ่ง ความแตกต่างของการถูกชะล้างพังทลายนี้เป็นผลเนื่องจากสมบัติเฉพาะตัวของดินนั่นเอง คุณสมบัติดังกล่าวเรียกว่า ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน

วิชไมเออร์และสมิท (Wischmeier & Smith, 1978) กล่าวว่า ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง อัตราการเกิดการพังทลายของดินต่อหน่วยดัชนีการพังทลายของดิน (erosion index) ที่เกิดบนแปลงมาตรฐานที่มีความยาว 72.6 ฟุต กว้าง 6 ฟุต มีความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพที่มีการไถพรวนขึ้นลงขนานกับความลาดชันแล้วปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่าโดยไม่มีพืชขึ้นปกคลุม เป็นเวลามากกว่า 2 ปี สภาพเช่นนี้ ค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ค่าของ L , S , C และ P จะมี

ค่าเท่ากับ 1 ซึ่งจะทำให้ค่า K เท่ากับ A/EI เมื่อ A คือตัวเลขปริมาณการสูญเสียดินที่วัดได้จากแปลงทดลอง และ EI คือ ค่าตัวเลขปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน แต่ทว่าวิธีการหาค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน บนแปลงมาตรฐานภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมนั้น จะใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมาก ดังนั้นเพื่อให้มีความสะดวกและง่ายในการหาค่าปัจจัยดังกล่าว Wischmeier จึงได้สร้างแผนภาพ Nomograph ขึ้นมา ซึ่งเป็นภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการสูญเสียดิน คุณสมบัติของดิน 5 ประการคือ ผลรวมเปอร์เซ็นต์ดินทรายแป้งและเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก(% silt + % very fine sand) เปอร์เซ็นต์ทราย (% sand) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (% organic matter) โครงสร้างของดิน (soil structure) และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดิน (permeability)

สันต์ สิริภักดิ์ (2536) รายงานไว้ว่าการประเมินค่า K นั้น ควรประเมินไปตามภูมิภาคที่แตกต่างกัน และในแต่ละภูมิภาคก็ต้องแบ่งย่อยออกไปตามลักษณะของพื้นที่ และ/หรือวัตถุดินกำเนิดดินด้วย จึงน่าจะเป็นค่าที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความจริง สำหรับประเทศไทย ในปี 2526 กรมพัฒนาที่ดิน ได้ทำการศึกษาการประเมินค่า K ของดินในประเทศไทย จากแผนภาพ Nomograph โดยอาศัยสมบัติ 5 ประการของตัวแทนชุดดิน (soil series) ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สำหรับประเมินค่า K อย่างง่ายโดยพิจารณาจากเนื้อดินบน สภาพพื้นที่กำเนิดดินและภูมิภาคที่พบ โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ บริเวณที่ลุ่มต่ำ เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และบริเวณที่สูง ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์

2.3 ค่าปัจจัยความชันและความยาวของความลาดเท (Slope length and slope steepness factor, LS-factor) วิธีวัดความยาวของความลาดเท (λ) เพื่อใช้ในสมการคำนวณค่า L-factor กรมพัฒนาที่ดิน ได้นำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาศึกษาเปรียบเทียบค่าความยาวของความลาดเทที่คำนวณได้และเลือกแหล่งข้อมูลที่มีความถูกต้องเหมาะสมสำหรับคำนวณค่าการสูญเสียดิน ซึ่งสรุปว่าเลือกใช้ผลการศึกษาของพิชัยและไพบุลย์ในปี 2535 ที่วัดความยาวของความลาดเทจากรูปถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:15,000 จากพื้นที่ตัวอย่าง เป็นตัวแทนของชั้นความลาดชันตามแผนที่กลุ่มชุดดินสำหรับคำนวณค่าปัจจัย L-factor

กรมพัฒนาที่ดิน (2543ก) แนะนำให้ใช้สมการของ Wischmeier and Smith ค.ศ.1957 สำหรับการคำนวณหาค่า L-factor ดังสมการที่ 3

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

เมื่อ L คือ ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเทในสมการสูญเสียดินสากล

λ คือ ความยาวของความลาดเท

22.13 คือ ความยาวของแปลงมาตรฐาน หน่วยเป็นเมตร

m คือ ตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดชัน มีค่าดังนี้คือ

$m = 0.2$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 0 - 1.0 %

$m = 0.3$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 1.1 - 3.0 %

$m = 0.4$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 3.1 - 5.0 %

$m = 0.5$ สำหรับพื้นที่ลาดชัน 5.1 - 21.0 %

$m = 0.7$ สำหรับพื้นที่ลาดชันมากกว่า 21.0 %

ส่วนค่า S -factor ในสมการของ Wischmeier and Smith ปี ค.ศ.1978 ดังสมการที่ 4 คือ

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

เมื่อ S คือ ค่าปัจจัยความชัน

s คือ เปอร์เซ็นต์ความชัน

แล้วนำค่า L และ S ที่ได้ไปแทนค่าในสมการที่ 5 เพื่อนำไปคำนวณในสมการสูญเสียดินสากลต่อไป

$$LS = (\lambda / 22.13)^m \times (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2) \quad (5)$$

2.4 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (Cropping management factor, C-factor) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชและการคลุมดินในสมการสูญเสียดินสากล เป็นการรวมอิทธิพลของตัวแปรหลายชนิด เช่น ชนิดของพืชที่ปลูก ชนิดของวัชพืช การปลูกพืชหมุนเวียน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน การใส่ปุ๋ย การจัดการเศษเหลือของพืช รวมทั้งการปฏิบัติการไถพรวนดินต่าง ๆ ด้วย และผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อการสูญเสียดินไม่สามารถที่จะแยกประเมินได้ ด้วยเหตุนี้การประเมินค่า C จึงต้องประเมินผลรวมของตัวแปรเหล่านี้ที่มีต่อการสูญเสียดิน โดยปรับให้เหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ ค่าปัจจัยการจัดการพืชเป็นค่าที่สะท้อนให้เห็นถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

2.4.1 ประสิทธิภาพของพืช พื้นที่ดินที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณสามารถป้องกันและลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินได้ พืชแต่ละชนิดมีความสามารถสกัดกั้นการตก

กระแทกของฝนได้แตกต่างกัน และช่วงเวลาในการเจริญเติบโตหรืออายุก็มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินด้วย

2.4.2 ลักษณะการปกคลุมเรือนยอดของพืชแต่ละชนิดว่าสามารถปกคลุมพื้นที่ผิวดินได้มากน้อยเพียงใด ร่วมกับพืชพรรณที่ขึ้นอยู่เหนือผิวดินและเศษซากเหลือของพืช

2.4.3 วิธีการปฏิบัติในการปลูกพืชหรือระบบการปลูกพืช

คำปัจจัยการจัดการพืชในสมการสูญเสียดินสากลที่ถูกต้องนั้น จะต้องได้จากการทดลองตามธรรมชาติ ที่ปล่อยให้พืชพรรณเจริญเติบโตไปตามขั้นตอนและกระบวนการตามปกติของฝนที่ตก ตลอดจนกรรมวิธีในการปลูกพืชแต่ละพื้นที่ เนื่องจากข้อมูลจากการทดลองในด้านนี้ ในประเทศไทยยังมีไม่มากและผลการทดลองที่ได้ก็ยังไม่ชัดเจนนัก จึงจำเป็นที่จะต้องอาศัยผลการทดลองจากต่างประเทศมาประยุกต์ใช้กับของประเทศไทยตามความเหมาะสม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543ก)

2.5 คำปัจจัยการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลาย (Conservation practice factor, P-factor) ซึ่งการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ได้แบ่งออกเป็น 4 มาตรการที่สำคัญได้แก่

2.5.1 การทำการเกษตรตามแนวระดับ (Contouring) ซึ่งรวมถึงวิธีการ ไถพรวน และการปลูกพืชตามแนวระดับ

2.5.2 การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ (Contour strip cropping) เป็นการปลูกพืชสลับเป็นแนว โดยมีความกว้างของแต่ละแถวเท่า ๆ กันและพืชที่ปลูกสลับจะครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่องตลอดทั้งปี

2.5.3 ควบคุมแนวการปลูกพืชและปรับพื้นที่เป็นคันดิน เป็นการทำแนวระดับที่แน่นอนและปรับพื้นที่ลาดชันให้สม่ำเสมอและมีแนวการเบนน้ำออกไปจากพื้นที่ โดยคันและอุระบายน้ำไม่ให้ขังอยู่ในพื้นที่และยังรวมถึงการใช้เศษวัสดุของพืชในปริมาณสูงไว้ในพื้นที่เป็นแนวตามแนวระดับ

2.5.4 การทำขั้นบันได (Terracing) เป็นการปรับพื้นที่เป็นขั้น ๆ ต่อเนื่องคล้ายขั้นบันไดซึ่งมีหลายแบบ เช่น แบบระดับ แบบเอียงเข้า และแบบเอียงออก

พื้นที่ซึ่งไม่มีระบบอนุรักษ์ใด ๆ ในทุกระดับความลาดเท จะมีค่า P เท่ากับ 1

3. ข้อจำกัดของสมการสูญเสียดินสากล สมการสูญเสียดินสากล นับเป็นเครื่องมือทางด้านเทคนิคที่มีค่า และเป็นประโยชน์มากที่สุด สำหรับนักอนุรักษ์ทั่วไป เพื่อนำไปใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดิน (Maddy, 1976) ซึ่งในการวางแผนการอนุรักษ์ดินที่เลือกชนิดของพืชที่ปลูกเพื่อช่วยในการปรับปรุงและบำรุงดิน สมการดังกล่าวก็สามารถใช้ประมาณการชะล้างพังทลายของดินรายปีได้ดีเป็นที่น่าพอใจ (Wischmeier, 1966) แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สมการยังมีข้อจำกัดบาง

ประการอยู่เช่นกัน ฟาร์เมอร์และเฟลทเชอร์ (Farmer & Fletcher, 1977) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการใช้สมการสูญเสียดินสากล คือ

3.1 สมการสูญเสียดินสากลเป็นสูตร และไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ของแต่ละปัจจัยอย่างถูกต้อง ดังนั้นข้อจำกัดนี้จึงเป็นเพียงการใช้สัมประสิทธิ์ของปัจจัยต่าง ๆ เท่านั้น ผลการคำนวณจะใกล้เคียงความเป็นจริงเมื่อความลาดเทมีความสม่ำเสมอ มีความลาดชันไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ และความยาวของความลาดเทไม่เกิน 300 ฟุต หรือ 90 เมตร

3.2 คำนีการชะล้างพังทลายของฝน วัดจากพลังงานที่เกิดจากน้ำฝนกับน้ำที่ไหลบ่าเท่านั้น ดังนั้น สมการนี้ไม่สามารถคาดคะเนการสูญเสียดินจาก น้ำค้าง หิมะหรือลมได้

3.3 สมการสูญเสียดินสากลเหมาะสำหรับการชะล้างพังทลายของดินแบบแผ่น และร่องริ้วไม่เหมาะกับการชะล้างแบบร่องลึกเพราะจะทำให้ค่าที่ได้ต่ำกว่าที่เป็นจริง

3.4 สมการนี้พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินการสูญเสียดินเฉลี่ยรายปี แม้ว่าผลจากการคำนวณอาจจะแตกต่างกันมากจากค่าสังเกตจริง ทั้งนี้เพราะการเปลี่ยนแปลงของพื้นดินในแต่ละปี และฝนที่ตกแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน

การอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation)

สตรีท และคณะ (2535) ได้ให้ความหมายของการอนุรักษ์ดินว่า หมายถึง การกระทำใด ๆ ก็ตามที่จะรักษาความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน (soil productive capacity) คงอยู่ในระดับสูง และสามารถใช้ที่ดินนั้นในการเกษตรกรรมได้นานที่สุดที่จะทำได้

สมเจตน์ จันทวัฒน์ (2526) กล่าวถึงการอนุรักษ์น้ำ ว่าหมายถึง การกักเก็บน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินและให้มีการสูญเสียน้ำโดยไม่เกิดประโยชน์น้อยที่สุด หรือลดความต้องการของการใช้น้ำ

จากนิยามดังกล่าว ทำให้สามารถทราบถึงจุดมุ่งหมายของการอนุรักษ์ดินและน้ำ คือ การใช้ที่ดินและน้ำเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด ในขณะที่เดียวกันก็รักษาความสามารถในการให้ผลผลิตของดินและปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิม

1. หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2535) รายงานว่า วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดก็ตาม จะต้องอาศัยหลักการที่สำคัญ 4 ประการดังต่อไปนี้ คือ

1.1 การปรุงแต่งดิน (conditioning the soil) ซึ่งเป็นการปรับปรุงสภาพของดินให้มีความทนทานต่อการแตกกระจายและการพัดพาอนุภาคดินไป และให้น้ำซึมผ่านได้มากขึ้น อาทิเช่น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงไปดิน เพื่อให้อนุภาคเม็ดดินเกาะตัวกันดีขึ้นหรือ การปรับความชื้นในดินให้มืออยู่ปานกลางเพื่อให้ดินมีการซึมน้ำดีขึ้น

159455

637.4
W 887.7
มอ

1.2 การปกคลุมดิน (cover the soil) เพื่อป้องกันการปะทะของเม็ดฝน โดยการคลุมดินด้วยคันพืชหรือเศษเหลือของพืชหรือวัสดุอื่น

1.3 การทำให้ความเร็วของน้ำที่ไหลบ่าลดลง (decrease runoff velocity) เพื่อลดการแตกกระจายและการเคลื่อนย้ายของอนุภาคดิน อาทิ การสร้างสิ่งกีดขวางบนผิวดิน การสร้างที่เก็บน้ำที่ผิวดิน

1.4 การทำทางระบายน้ำจากน้ำไหลบ่า (drainage of runoff water) เพื่อระบายน้ำส่วนเกินบางส่วนที่ซึมลงดินไม่หมด อาทิ การทำทางระบายน้ำ

2. วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ มี 2 วิธีการหลักคือ วิธีพืชและวิธีกล (กรมพัฒนาที่ดิน, 2534)

2.1 การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีพืช (Agricultural Measures) เป็นวิธีที่พืชเจริญเติบโตบนดิน ซึ่งจะช่วยลดแรงปะทะจากเม็ดฝนไม่ให้ตกกระทบผิวดินโดยตรง ช่วยลดความเร็วของน้ำไหลบ่าตามผิวดิน จะส่งผลทำให้น้ำไหลซึมลงสู่ใต้ดิน ได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน รวมทั้งรากพืชจะช่วยยึดดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการซึมซับน้ำลงสู่ในดินได้ดีขึ้น ซึ่ง ฮัดสัน (Hudson, 1971) กล่าวว่า การจัดการพืชที่ดึ้นนั้น จะช่วยลดการสูญเสียดินได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ การใช้วิธีการปลูกพืชควบคุมการพังทลายของดิน เป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติและเสียค่าใช้จ่ายน้อยและมักจะทำร่วมกับวิธีกล โดยวิธีการด้านพืชเหล่านี้ ได้แก่

2.2.1 การคลุมดิน (mulching) หมายถึง การคลุมดินด้วยวัสดุใด ๆ ซึ่งอาจเป็นวัสดุอินทรีย์ เช่น เศษเหลือของพืช มูลสัตว์ต่าง ๆ หรือวัสดุที่สังเคราะห์ขึ้น เช่น ฟีนพลาสติก เป็นต้น

2.2.2 การปลูกพืชคลุมผิวดิน (cover cropping) หมายถึง การปลูกพืชโดยเลือกพืชที่มีใบหนา มีรากมาก ให้มีการเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น เพื่อให้คุ้มกันดิน ทำให้ดินมีสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชคลุมดินที่นิยมปลูกได้แก่ พืชตระกูลถั่ว และพืชตระกูลหญ้า

2.2.3 การปลูกพืชเป็นแถบลำดับ (strip cropping) หมายถึง วิธีการปลูกพืชต่างชนิดสลับกันเป็นแถบลำดับกับความลาดเทของพื้นที่ ซึ่งวิธีนี้เป็นที่ยอมรับกันว่า ใช้ควบคุมการชะล้างพังทลายของดินที่ดีวิธีหนึ่งและจะให้ผลดีมากขึ้นถ้าปฏิบัติร่วมกับการปลูกพืชหมุนเวียนและวิธีการอนุรักษ์วิธีอื่น ๆ เช่น การปลูกพืชสลับเป็นแถบลำดับตามแนวระดับ เป็นต้น สมเจตน์ จันทวัฒน์ (2526, หน้า 273) กล่าวว่า ในบางบริเวณ เมื่อนำการปลูกพืชเป็นแถบลำดับไปปฏิบัติจะมีประสิทธิภาพเท่ากับครึ่งหนึ่งของการควบคุมการพังทลายของดินโดยการทำขั้นบันได เมื่อมีปัจจัยอื่น ๆ เท่ากันหมด

2.2.4 การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) หมายถึง การปลูกพืชต่างชนิดกันในพื้นที่เดียวกันหมุนเวียนกันไป มีการจัดลำดับพืชที่ปลูกอย่างมีระเบียบ

ส่วนชนิดของพืชที่นำมาปลูก สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายชนิดตามคุณสมบัติของพืชที่ใช้ปลูกเป็นพืชหมุนเวียน คือ

- พืชพิทักษ์ดิน (soil protecting crop) ได้แก่ พืชคลุมดินทั้งหลาย เช่น หญ้าที่มีรากแน่นและเจริญเติบโตเร็ว

- พืชบำรุงดิน (soil building crop) ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว ซึ่งเป็นพืชที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาไว้ที่รากพืชโดยอาศัยแบคทีเรียบางชนิดเป็นตัวช่วย จึงเป็นการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ดิน

- พืชผลาญดิน (soil consuming crop) เป็นพืชที่ปลูกเพื่อหวังผลผลิตโดยตรง ได้แก่ พืชไร่พืช เช่น ข้าว ข้าวโพด และพืชอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ธัญพืช เช่น พืชหัว พืชน้ำมัน เป็นต้น

2.2 การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกล (Mechanical Measures) เป็นมาตรการที่นำเอาหลักการก่อสร้างทางวิศวกรรม มาจัดการต่อความลาดชันของพื้นที่ เป็นการปรับสภาพพื้นที่เฉพาะแห่ง ส่วนใหญ่เป็นการก่อสร้างคันดินขวางความลาดชัน เช่น ขึ้นบันได เพื่อลดความยาวของความลาดชัน ลดปริมาณน้ำไหลบ่าและเบี่ยงเบนทางน้ำ (นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2527) เป็นการใช้วิธีการที่เกี่ยวข้องกับงานดิน (earth works) และสิ่งก่อสร้าง (structures) ซึ่งอาจเป็นโครงสร้างถาวรหรือชั่วคราวก็ได้ หลักการของงานดินในการป้องกันการพังทลายของดิน คือ การดัดแปลงลักษณะภูมิประเทศของผิวดิน ซึ่งจะมีผลทำให้พลังงานที่จะก่อให้เกิดการพังทลายของดินลดลง ซึ่งได้แก่ การลดความลาดเทของพื้นที่ การลดความยาวของความลาดเท การสร้างสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน การสร้างที่กักเก็บน้ำบนผิวดิน เพื่อให้ดินมีความสามารถในการซึมน้ำเพิ่มขึ้น สำหรับการสร้างสิ่งก่อสร้าง มีจุดประสงค์เพื่อลดความเร็วในการไหลของน้ำไหลบ่า วิธีการด้านวิธีกลนี้ จะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า และต้องมีการออกแบบอย่างถูกต้องและเหมาะสมในวิธีการนั้น ๆ (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2526) วิธีการด้านวิธีกลมีหลายวิธีการ ได้แก่

2.2.1 การเขตกรรมตามแนวระดับ (contouring) หมายถึง การไถพรวน หว่าน ปลูก และเก็บเกี่ยวพืชขนานไปตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมการพังทลายของดินมากที่สุด เมื่อปฏิบัติบนพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 3-7 เปอร์เซ็นต์ และระยะของความลาดเทไม่ควรเกิน 100 เมตร (Wischmeier & Smith, 1965)

2.2.2 คันดินกั้นน้ำ (contour bund) เป็นคันดินที่ทำขวางความลาดเทของพื้นที่ขนานหรือเกือบขนานไปตามแนวระดับ แบ่งพื้นที่ออกเป็นช่วง ๆ เพื่อรองรับและกั้นน้ำไหลบ่าที่ไหลลงมาจากพื้นที่ตอนบน วิธีนี้ใช้กับความลาดเทไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์

2.2.3 การทำขั้นบันได (terracing) นิยมใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดเทมาก ๆ โดยการสร้างคันดินและร่องน้ำขวางความลาดเทของพื้นที่เป็นรูปขั้นบันได เป็นการตัดแปลงพื้นที่เพื่อให้เกิดการพังทลายน้อยลงและยังเป็นการอนุรักษ์น้ำด้วย

2.2.4 คูรับน้ำรอบเขา (hillside ditch) เป็นคูรับน้ำที่สร้างขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นช่วง ๆ ละประมาณ 6-12 เมตร ส่วนความกว้างของคูรับน้ำ 2 เมตร เพื่อรับปริมาณน้ำไหลบ่าไปสู่ทางระบายน้ำหรือทางน้ำธรรมชาติ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นถนนในพื้นที่ที่เกษตรกรได้ และจะปลูกพืชในพื้นที่ระหว่างคูรับน้ำ

2.2.5 ทางระบายน้ำ (waterway) อาจจะปรับปรุงมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือสร้างขึ้นใหม่เพื่อรับน้ำจากพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งถูกเบนมา อาจจะ โดยคันดินเบนน้ำ คันดินกั้นน้ำ ขั้นบันไดดิน คูรับน้ำรอบเขา หรือคูระบายน้ำเล็ก ๆ เพื่อให้ไหลไปยังแหล่งที่ต้องการ เช่น อ่างเก็บน้ำ ท่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาเป็นเพียงวิธีการโดยทั่วไปของวิธีการด้านวิธีกด การนำเอาวิธีเหล่านี้ไปปฏิบัติ ควรนำเอาหลายวิธีไปปฏิบัติร่วมกัน หรือนำไปปฏิบัติร่วมกับวิธีด้านพืช จะทำให้เกิดผลดียิ่งขึ้น

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

การนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรมนุษย์มาผสมผสานกับข้อมูลทรัพยากรเฉพาะด้านต่าง ๆ แล้วผ่านกระบวนการจัดการข้อมูล โดยองค์การซึ่งรับผิดชอบในการผลิตข้อมูล เพื่อสนับสนุนและสนองตอบต่อความต้องการของการจัดการเรียกว่า ระบบข้อมูล (Information System) ซึ่งระบบข้อมูลที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ คือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มีหลายท่านได้ให้คำจำกัดความไว้ต่าง ๆ กันดังนี้ คือ

สุระ พัฒนเกียรติ (2534) กล่าวว่าระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หมายถึง ขบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์

แดนเจอร์มอนด์ (Dangermond, 1987) ได้ให้คำจำกัดความของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ว่าเป็น ชุดซอฟต์แวร์ หรือ ระบบคอมพิวเตอร์ครบชุด ซึ่งโดยพื้นฐานเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ที่อ้างอิงกับข้อมูลของพื้นที่

อะโรนอฟ (Aronoff, 1989) ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ว่าเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการจัดการกับข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยขั้นตอน 4 ประการ คือ การนำเข้าข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูลเพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจ

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในทำนองเดียวกัน กล่าวโดยสรุปคือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์เป็นลักษณะพิเศษที่สำคัญในการวิเคราะห์ เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการด้านฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial database) ที่มีปริมาณมาก ๆ สามารถที่จะทำการนำเข้าข้อมูล จัดเก็บและเรียกค้นข้อมูล รวมทั้งทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่จำพวกแผนที่ และก็ข้อมูลเชิงบรรยาย จำพวกข้อมูลตารางรายงาน

1. ประเภทข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิง-บรรยาย คือ

1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ทางภาคพื้นดินได้ ซึ่งลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่นี้จะมีลักษณะและรูปแบบต่างกัน ดังนี้คือ

1.1.1 รูปแบบของจุด (point features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใด ๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด เป็นต้น

1.1.2 รูปแบบของเส้น (linear features) จะอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ โดยอาศัยขนาดทั้งความกว้างและความยาว ประกอบไปด้วยเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง เช่น แม่น้ำ ถนน เป็นต้น

1.1.3 รูปแบบของพื้นที่ (areal features) เป็นลักษณะของขอบเขตพื้นที่ที่เรียกว่า โพลีกอน (Polygon) ใช้อธิบายขอบเขตของข้อมูลต่าง ๆ เช่น ขอบเขตพื้นที่เพาะปลูกพืช ขอบเขตพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น

1.2 ข้อมูลเชิงบรรยายหรือข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute data) กล่าวว่า เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความผันแปรในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ทำการศึกษา ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ข้อมูลประเภทนี้อาจมีลักษณะต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง หรืออาจมีลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนประชากร เป็นต้น ค่าความผันแปรของข้อมูลเชิงบรรยายนี้ จะวัดออกมาในรูปตัวเลข (numeric) โดยกำหนดเกณฑ์วัดออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับการวัดข้อมูลอย่างหยาบ (nominal level) ระดับที่เกิด

จากการเปรียบเทียบลักษณะของแต่ละปัจจัย (ordinal level) และระดับที่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ในแต่ละปัจจัยของ ordinal level (interval-ratio level)

2. โครงสร้างข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทั่วไปสามารถจัดเก็บและบันทึกได้ 2 แบบ คือ แบบเวกเตอร์ (vector format) และแบบราสเตอร์ (raster format) ดังรายละเอียด คือ

2.1 แบบเวกเตอร์ การป้อนข้อมูลจะใช้ค่าพิกัด x และ y ในการกำหนดตำแหน่งแล้วผ่านกระบวนการเพื่อให้ได้รูปร่างลักษณะ มาตราส่วนและรายละเอียดตามต้องการ ในการเก็บข้อมูลแบบเวกเตอร์เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำโดยผ่านเครื่องดิจิทัล (digitizer) ถ้าเป็นจุดพิกัดหนึ่งคู่ (x, y) ก็จะเป็นค่าของข้อมูลแบบจุด ถ้าจุดพิกัดหลายคู่ต่อเนื่องกันเป็นเส้นโดยจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายเป็นคนละจุดก็เป็นข้อมูลแบบเส้น ส่วนข้อมูลแบบพื้นที่นั้นประกอบด้วยจุดพิกัดหลายคู่ตามลักษณะพื้นที่ และจะต้องมีจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายอยู่ตำแหน่งเดียวกัน

2.2 แบบราสเตอร์ เป็นการแปลงข้อมูลจากแผนที่ไปอยู่ในรูปของโครงสร้างกริด (grid cells or pixel) ซึ่งมีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ รายละเอียด (resolution) ของข้อมูล ขนาดที่เหมาะสมของพื้นที่ศึกษาและระบบที่ใช้ในการประมวลผล ในแต่ละกริดจะประกอบด้วยตัวเลขซึ่งเป็นการแทนค่าของระดับความเข้มที่ต่างกันในแต่ละส่วนของภาพ โดยข้อมูลชนิดนี้จะได้จากข้อมูลจากเครื่องกวาดภาพ (scanner) รูปถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น ลักษณะข้อมูลเป็นแบบ 2 มิติ โดยมีลักษณะของแถวแนวนอนและแถวแนวตั้งเป็นตัวกำหนดตำแหน่งและทิศทาง โดยข้อมูลแบบจุดจะถูกแทนค่าด้วยกริดเดียว ข้อมูลแบบเส้นจะแทนค่าด้วยจำนวนกริดที่อยู่ใกล้เคียงและต่อเนื่องกันตามทิศทางที่กำหนด และข้อมูลแบบพื้นที่จะแทนค่าด้วยความสัมพันธ์และปริมาณการกระจายไปยังกริดใกล้เคียง

ซึ่งโครงสร้างทั้ง 2 แบบมีการนำไปใช้งานแตกต่างกันตามคุณสมบัติของโครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์และแบบราสเตอร์ ดังตารางที่ 2

3. หน้าที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีส่วนประกอบหลัก อาจประกอบด้วยระบบย่อยหนึ่งระบบหรือหลายระบบขึ้นอยู่กับเหตุผลในการออกแบบเพื่อการใช้งานในด้านต่าง ๆ สุระ พัฒนเกียรติ (2534) ได้แบ่งหน้าที่ตามส่วนประกอบหลักได้ 4 ประการ คือ

3.1 การป้อนและจัดเก็บข้อมูล (Data Input and Storage) การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการจัดเก็บจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินการ และเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ ทั้งนี้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลที่จะนำเข้าไปในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งมีทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงเฉพาะ สามารถรวบรวมได้จากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลจาก

แผนที่ ข้อมูลจากเอกสารรายงาน ข้อมูลระยะไกล ข้อมูลจากการสัมภาษณ์หรือวัดโดยตรงในพื้นที่ เป็นต้น การป้อนและจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้น แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

3.1.1 Manual Capture เป็นการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเฉพาะที่อยู่ในรูปตัวเลข โดยใช้แป้นพิมพ์ป้อนข้อมูลผ่านไปยังระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง

3.1.2 Semi-Automatic Capture เป็นการเก็บข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า digitizer บันทึกข้อมูลจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ แล้วทำการลากขอบเขตลักษณะต่าง ๆ ของแผนที่ต้นแบบให้อยู่ในรูปรหัสเชิงพื้นที่ (spatial code) ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องก่อนจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์

3.1.3 Automatic Capture การเก็บข้อมูลชนิดนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเฉพาะให้อยู่ในรูปภาพข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Image) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลชนิดนี้ ได้แก่ scanner เป็นต้น

3.2 การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (Data Verification and Correction) เป็นการตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งข้อผิดพลาดของข้อมูลอาจเกิดขึ้นในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความไม่ระมัดระวังในการ digitize ข้อมูล ทำให้ข้อมูลอยู่ในตำแหน่งคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เป็นต้น ส่วนวิธีการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล คือ การพิมพ์ข้อมูลจากที่ digitize ไว้บนแผ่นใสให้มีมาตราส่วนเดียวกันกับแผนที่ต้นแบบ แล้วนำแผนที่ทั้งสองมาซ้อนทับกันบนโต๊ะแสงเพื่อเปรียบเทียบและหาข้อผิดพลาด

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นการนำหลักการหรือวิธีการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูล หรือค่าของกริดที่มีอยู่ให้สามารถนำไปผสมผสานกับข้อมูลอื่น ๆ ในการประมวลผลข้อมูลให้เกิดเป็นผลลัพธ์ต่าง ๆ ซึ่งขบวนการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี ที่สำคัญ คือ ขบวนการแปลงข้อมูล (Spatial Data Transformation) โดยแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

3.3.1 ขบวนการแปลงข้อมูลที่ประยุกต์ใช้กับกริดเพียงกริดเดียว (Single-Grid Transformation) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ในการคำนวณหรือเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลในกริดหนึ่งให้มีค่าในอีกรูปแบบหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในกริด จะไม่มีปัจจัยจากกริดอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง

3.3.2 ขบวนการแปลงข้อมูลของกริดจำนวนหลายกริด (Multi-Grid Transformation) เป็นการนำข้อมูลในแต่ละกริดมาผสมผสานกัน โดยผ่านขบวนการทางคณิตศาสตร์

และตรรกศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลของข้อมูลที่หลากหลายหรือเหมาะสมในแต่ละวัตถุประสงค์และความต้องการในแต่ละด้าน

การวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะซ้อนทับ (Overlay Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะข้อมูลตัวเลข (numerical approach) โดยจะหาผลรวมจากปัจจัยในกริดต่าง ๆ ที่นำมาซ้อนกัน การแปลงข้อมูลจะทำให้ผลลัพธ์ของกริดที่ได้ออกมาในรูปของคะแนน ซึ่งอยู่ในรูปของสูตรดังนี้ คือ

$$P'_{r,c} = P1_{r,c} + P2_{r,c} + \dots + Pn_{r,c} \quad (6)$$

เมื่อ $P'_{r,c}$ = ค่าของคะแนนผลลัพธ์สำหรับกริดที่ Row = r , Column = c

$P1_{r,c}$ ถึง $Pn_{r,c}$ = ค่าปัจจัยของกริดต่าง ๆ

ระดับการวัดที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในลักษณะนี้จะต้องเป็นระดับของ ordinal หรือ interval – ratio และมีลักษณะที่เป็นรูปแบบเดียวกันในระหว่างแต่ละกริด รวมทั้งหน่วยการวัดต่างกันจะทำให้ยุ่งยากในการแปลผลข้อมูล

3.4 การแสดงผลและนำเสนอข้อมูล (Data Output and Representation) เป็นกระบวนการในการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์คำนวณในรูปแบบที่เป็นตัวอักษร ตัวเลข และข้อมูลภาพ (graphic form) เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น ได้แก่ แผนที่ ตาราง กราฟ เป็นต้น อีกทั้งถ่ายทอดข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ระบบอื่น

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของโครงสร้างข้อมูลแบบเวกเตอร์และราสเตอร์
(กึ่งกาญจน์ วงศ์วิภาพร และบุญวัฒน์ อัครฐ, 2541)

คุณลักษณะ	โครงสร้างแบบเวกเตอร์	โครงสร้างแบบราสเตอร์
ความง่ายในการเรียนรู้	มีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนและยุ่งยากต่อการเรียนรู้	มีโครงสร้างที่ง่ายต่อการเรียนรู้
ความชัดเจนของตำแหน่ง	สามารถระบุตำแหน่งได้แน่นอนชัดเจน	จะเกิดขึ้นได้จะต้องมีกระบวนการประมวลผลข้อมูล ซึ่งจะต้องใช้เวลา โดยความละเอียดชัดเจนจะถูกจำกัดด้วยจำนวนกริดในภาพ
ความชัดเจนของภาพ	จะให้ความชัดเจนในส่วนของภาพที่เป็นจุด เส้น และรูปเหลี่ยมพื้นที่	จะให้ความชัดเจนดีถ้าเป็นภาพที่แสดงความเป็นจริงของวัตถุ เช่นภาพคน เพราะแต่ละกริดในภาพที่กระจายอยู่จะมีระดับความเข้มของแต่ละสีที่แตกต่างกัน
ความสามารถในการนำข้อมูลภาพมาซ้อนทับกันเพื่อประโยชน์ในการแสดงผลและวิเคราะห์	สามารถทับซ้อนข้อมูลของภาพได้ แต่ถ้าซ้อนหลายชั้นเกินไป จะทำให้ยากแก่การแยกแยะข้อมูล	เนื่องจากข้อมูลมีลักษณะการเก็บเป็นแบบกริดตามจำนวนของขนาดความละเอียดของภาพดังนั้นการซ้อนทับกันหลาย ๆ ชั้นจึงไม่ทำให้เกิดปัญหา เพราะมีข้อมูลทุกกริดในการวิเคราะห์
ความง่ายในการวิเคราะห์	ในการสอบถามข้อมูลเชิงระยะทางสามารถทำได้รวดเร็ว แต่การวิเคราะห์ข้อมูลมีข้อจำกัดในเรื่องการซ้อนทับของจุดกับเส้น	การสอบถามข้อมูลเชิงระยะทางจะช้ากว่าแบบเวกเตอร์ แต่ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำได้ดีกว่าเพราะมีกระบวนการประมวลผลข้อมูลที่ไม่ยุ่งยากนัก
โครงสร้างข้อมูล	สลับซับซ้อน	ไม่สลับซับซ้อน
พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล	ความต้องการพื้นที่ขึ้นอยู่กับจำนวนจุด เส้น และรูปเหลี่ยมที่มีอยู่ภายในภาพ	ความต้องการ พื้นที่ในการเก็บข้อมูลขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพ
ความเหมือนจริงของภาพ	น้อย เนื่องจากการแสดงผลภาพจะมีลักษณะเป็นจุด เส้น หรือรูปเหลี่ยม	มาก เพราะมีระดับความเข้มของสีในแต่ละจุดของภาพที่แสดงถึงความเหมือนจริง
ความสามารถในการนำข้อมูลมาแปลงเป็นลักษณะแบบโครงข่าย	สามารถนำมาใช้ในรูปแบบของโครงข่ายได้ดีกว่า เพราะโครงสร้างมีการเก็บแบบให้ความสัมพันธ์กันระหว่างจุด เส้น รูปเหลี่ยม	ยากในการนำมาใช้ในรูปแบบของโครงข่ายเพราะการเก็บมีลักษณะเป็นกริด ซึ่งแต่ละกริดไม่ได้แสดงถึงความสัมพันธ์กัน
ค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล	การเก็บหรือแสดงผลใช้เวลานาน และอุปกรณ์นำเข้าหรือแสดงผลมีราคาแพง	อุปกรณ์ในการนำเข้าและแสดงผลสามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาไม่แพง
การปรับปรุงและแก้ไขข้อมูล	สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว	จะต้องใช้เวลามากและแก้ไขได้ยากเพราะการแก้ไขจะต้องทำทีละกริด

4. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินการสูญเสียดิน คอลลิน, ดิกคินสัน และจอห์นสัน (Collins, Dickinson, & Johnson, n.d.) จาก สถาบัน Institute of Hydrology ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลระยะไกลในการทำนายการพังทลายของดินในหุบเขาตอนกลางของประเทศเนปาล ซึ่งเป็นเขตที่มีอัตราการพังทลายของดินตามธรรมชาติสูง เนื่องจากในปัจจุบันมีการตัดไม้ทำลายป่าและขยายพื้นที่ทำการเกษตรมากเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยศึกษาอัตราการพังทลายของดินจากการสร้างแปลงทดลองและกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสูญเสียดินกับสภาพการใช้ที่ดินที่จำแนกโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ลักษณะของฝน และชนิดดิน ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถสร้างแบบจำลองของลักษณะฝนและการใช้ที่ดิน ผลจากการจำลองซึ่งแสดงปริมาณการสูญเสียดินทำให้สามารถประเมินผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสภาพภูมิอากาศ นอกจากนั้นยังสามารถแสดงทิศทางการเคลื่อนย้ายของดิน ตามแนวเขาลงสู่แม่น้ำโดยใช้สมการความเร็วของน้ำไหลบ่าร่วมกับตารางกริดแสดงทิศทางการไหลของน้ำ สร้างเป็นแบบจำลองเพื่อแสดงการกระจายตัวของตะกอนตลอดลำน้ำ โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างของตะกอนที่ตกทับถมบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม รวมทั้งงานวิจัยดังกล่าวยังพยายามที่จะคาดคะเนไปถึงเรื่องความคงทนของดินต่อการถูกระส่ำพังทลายด้วย

จักรชัย ชุ่มจิตต์ (2542) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากลในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิงุ ทำการศึกษาบริเวณคาบเกี่ยวพื้นที่ 3 จังหวัด คือ จังหวัดเพชรบูรณ์ ชัยภูมิ และขอนแก่น ครอบคลุมพื้นที่ 495,591 ไร่ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ชุดดินธรณีวิทยา สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันและลักษณะภูมิประเทศ นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โปรแกรม ARC/INFO และ ARCVIEW ช่วยในการจัดทำแผนที่ค่าปัจจัยพื้นฐานในสมการสูญเสียดินสากล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการซ้อนทับข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์จะได้แผนที่แสดงระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละลุ่มน้ำ นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

คามิมูรา และทองวิวัฒน์ (Kamimura & Thongwiwat, 1998) ได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการสูญเสียดินสากลประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่นาร่องของโครงการอนุรักษ์ดินและน้ำภาคตะวันออกเฉียง โดยทำการศึกษาบริเวณบ้านคลองตะเคียน ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ครอบคลุมพื้นที่ 1,895 ไร่ โดยใช้ข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้แก่ แผนที่ระดับ แผนที่ขอบเขตการถือครอง แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน แผนที่ดิน แผนที่ลุ่มน้ำย่อย แผนที่ขอบเขตโครงการ และข้อมูลปริมาณน้ำฝน มาช่วยในการจัดทำแผนที่ค่าปัจจัยพื้นฐานในสมการสูญเสียดินสากล นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โปรแกรม IDRISI วิเคราะห์ข้อ

มูลโดยการซ้อนทับ ทำให้ได้แผนที่แสดงปริมาณการสูญเสียดินในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลก่อนทำการวางแผนงานออกแบบและก่อสร้างระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

อำนาจ จันทรวาววม (2538) ทำการศึกษาโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อการผลิตอย่างต่อเนื่อง ทำการศึกษบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมบ้านห้วยลึก ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่ 1,625 ไร่ ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โปรแกรม ILWIS มาเป็นเครื่องมือจัดทำระบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย ระบบฐานข้อมูลด้านปัจจัยกายภาพ การกำหนดทางเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และระบบฐานข้อมูลในรูปของแผนที่แสดงข้อมูลระดับพื้นที่ถือครองของเกษตรกร แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้หลักเทคนิคเชิงซ้อน (overlay) และการจัดการด้านระบบฐานข้อมูล ร่วมกับสมการสูญเสียดินสากล เพื่อศึกษาศักยภาพการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายของดิน (Potential Soil Erosion) ในพื้นที่เกษตรกรรม ส่วนการศึกษาทางเลือกการแก้ปัญหานี้ ดำเนินการรวบรวมจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและสำรวจข้อมูลสภาพเศรษฐกิจสังคมในพื้นที่ เพื่อคัดเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีความเหมาะสม