บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อวัตถุประสงค์ด้านต่าง ๆ และได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องจากช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาในการดำเนินโครงการ นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ เช่น เทคโนโลยีอวกาศ ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม (sattlelite image) และระบบสัมผัสระยะไกล (remote sensing) เป็นต้น

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศประเมินเพื่อการชะล้างพังทลายของดินได้มีการศึกษามาแล้วอย่างกว้างขวาง และมีกระบวนการศึกษามากมายในพื้นที่ทั่วโลกซึ่งเป็นแนวในการวิจัยครั้งนี้ ได้มีผู้ให้นิยามของการชะล้างพังทลายของดินไว้แตกต่างกันไป เช่น Kirkvy (1980) ให้ความหมายว่า คือการเคลื่อนที่ไปของวัตถุบนพื้นผิวโดยน้ำและลม Satterlund (1972) และเกษม (2525) กล่าวว่า เป็นกระบวนการทำลายและเคลื่อนย้ายวัตถุที่เป็นดิน กรวด หิน และทรายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วยการกระทำน้ำ ลม และแรงโน้มถ่วงของโลก นิพนธ์ (2527) กล่าวว่า การชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำให้วัตถุธาตุหรือสะสารแตกแยกออกจากกันแล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมยังอีกที่หนึ่ง ส่วน สมเจตน์ (2522) กล่าวว่า การชะล้างพังทลายของดินในลักษณะทางการกระจายออกจากกันโดยตัวการที่สำคัญคือฝนและอนุภาคที่ถูกทำให้แตกกระจาย จะถูกเคลื่อนย้ายไปจากเดิม และไปทับถมในที่ใหม่ โดยมีน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นตัวการสำคัญ

การชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายวัตถุที่เป็นดินและหินด้วยแรงกระทำของพลังงานต่าง ๆ เช่น น้ำ ลม และแรงดึงดูดของโลกและสิ่งมีชีวิต หรือตัวการอื่น ๆ ทางธรณีวิทยา (สมเจตน์, 2526)

การพังทลายของดินหรือการกษัยการของดินว่า เป็นกระบวนการแตกกระจาย (detachment) และการพัดพาไป (transportation) ของดิน โดยตัวการกัดกร่อน (erosion agent) ได้แก่ น้ำและลม ถ้าหากน้ำเป็นตัวการก็เรียกว่าการกษัยการโดยน้ำ (water erosion) และโดยลม (wind-erosion) เมื่อมีลมเป็นตัวการ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2533)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการพังทลายนอกเหนือไปจากน้ำลมแล้ว ยังอาจเกิดจากธารน้ำแข็งอีกด้วย (เกษม, 2526)

การพังทลายของดินนั้นสามารถแบ่งตามสาเหตุการเกิดเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ normal erosion หรือ geologic erosion เป็นการพังทลายของดินโดยธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม แรงดึงดูดของโลก การชะล้างพังทลายของดินนั้นเกิดขึ้นอยู่เสมอ และหลีกเลี่ยงไม่ได้แม้ในสภาพพื้นที่ที่มีป่าสมบูรณ์ (นิวัติ, 2514) แต่เป็นไปอย่างช้า ๆ ประมาณว่าการสูญเสียผิวหน้าดินหนา 1 นิ้ว จะใช้เวลาถึง 1,000 ปี อีกประเภทหนึ่งคือ man induced erosion เป็นการพังทลายของดินอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างถนน การระเบิดภูเขา เป็นต้น (เกษม, 2526)

กษัยการของดิน เป็นกระบวนการที่แผ่นดินของโลกถูกทำให้แตกกระจายและถูกขนย้ายไปจากที่เดิม โดยตัวการต่าง ๆ ได้แก่ น้ำ ลม และแรงดึงดูดของโลก (สมชาย, 2535)

สรุปจากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าตัวการที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ได้แก่ น้ำ ลม แรงดึงดูดของโลก และกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งสามารถแบ่งตามสาเหตุการเกิดได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- เป็นการพังทลายของดินโดยธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม และแรงดึงดูดของโลกเป็นต้น (nomal erosion หรือ geologic erosion)
- เป็นการพังทลายของดินอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างถนน การระเบิดภูเขา เป็นต้น (man induced erosion)

กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน

กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน เริ่มจากดินแตกแยก เมื่อเม็ดฝนตกกระทบดินทางด้านแนวตั้ง ซึ่งจะทำให้ดินหลวมตัวแล้วแตกแยกออกจากกัน ต่อมาเมื่อปริมาณน้ำฝนตกมากขึ้นจะรวมตัวกันเป็นน้ำไหลบ่าไปบนผิวดิน ซึ่งจะเกิดในลักษณะวกวนทำให้อนุภาคดินแตกกระจายออกจากกันมากยิ่งขึ้นขณะเดียวกันอนุภาคดินที่แตกกระจายจะถูกทำให้เคลื่อนที่ไปในแนวราบ หรือไปตามความลาดชันของพื้นที่ (เกษม และนิพนธ์, 2525) โดยอาจ เคลื่อนที่ไปในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น กระเด็นกลิ้ง เคลื่อนย้าย หรือถูกพัดพาไปในสภาพแขวนลอยกับน้ำที่ไหลบ่าไปบนผิวดิน (สมเจตน์, 2522)

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2533) กล่าวว่า กระบวนการเกิดการชะล้างพังทลายของดินแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการคือ

1. กระบวนการแตกกระจายของดิน (detachment) เป็นกระบวนการแรกที่จะทำให้เกิดการพังทลายของดินขึ้น โดยเกิดจากแหล่งพลังงานตามธรรมชาติ เช่น ฝน น้ำ ลม แรงดึงดูดของ

โลก เป็นต้น และพลังงานที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์และสัตว์ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้จะกระทำต่อดินทำให้หน้าดินมีการเปลี่ยนแปลง คืออนุภาคของดินที่เกาะกันจะเกิดการแตกกระจาย ทำให้หน้าดินง่ายต่อการพังทลาย

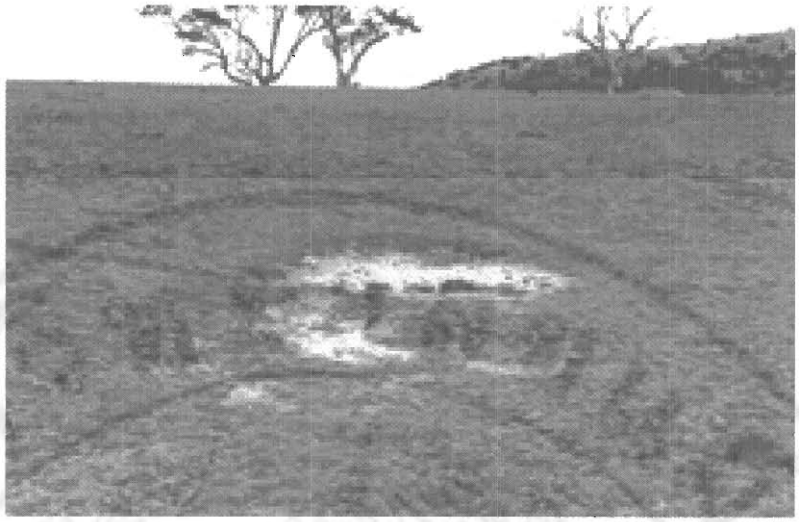
2. กระบวนการพัดพาดิน (transportation) กระบวนการนี้เกิดขึ้นต่อมาจากกระบวนการแตกกระจายของดิน ซึ่งอาจจะเกิดต่อเนื่องกันเลยหรือเกิดหลังจากมีกระบวนการแตกกระจายนานแล้วก็ได้ ปัจจัยตามธรรมชาติที่ทำให้เกิดกระบวนการพัดพาดินที่สำคัญคือ น้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface runoff) หรือน้ำในลำธาร (stream flow) โดยน้ำจะเป็นตัวพัดพาเอาตะกอนไหลลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่าบริเวณที่เกิดการพังทลายของดิน ส่วนปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งปัจจุบันมีบทบาทมากในการทำให้เกิดการพังทลายและพัดพาดินคือ กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การระเบิดภูเขา การขุดหน้าดินไปถมพื้นที่ เป็นต้น

3. กระบวนการตกตะกอนทับถม (deposition) กระบวนการนี้เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการ ชะล้างพังทลายดิน กระบวนการตกตะกอนทับถมนี้เกิดจากตัวการในการพัดพาไม่มีพลังงานพอที่จะพัดพาประกอบกับแรงดึงดูดของโลก ทำให้เกิดการตกตะกอนลงสู่เบื้องล่าง เช่น บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ เป็นต้น

ลักษณะการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

การชะล้างพังทลายของดินมีหลายรูปแบบ พอสรุปได้ 4 ลักษณะดังต่อไปนี้ (สมชาย, 2535)

1. การชะล้างพังทลายที่พื้นผิวดิน (Sheet erosion) เกิดบนพื้นที่ที่ลาดเทน้อยและมีความลาดเทของพื้นที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อผิวของพื้นที่ดินถูกปะทะโดยเม็ดฝนและเมื่อน้ำไหลบ่าจะเกิดการพังทลายของดินลักษณะนี้จะสังเกตไม่ค่อยเห็น แต่เมื่อเกิดนาน ๆ เข้าก็จะสังเกตได้จากการที่มีหินและรากพืชโผล่พื้นผิวดินหรือระดับผิวดินที่เสารั้วต่ำลง การชะล้างพังทลายแบบนี้ลึก 1 เซนติเมตร จะสูญเสียดินประมาณ 24 ตันต่อไร่ (ดิน 1 ไร่ ลึก 15 เซนติเมตร หนักประมาณ 363,636.4 กิโลกรัม)



ภาพ 1 ภาพแสดงการชะล้างพังทลายที่พื้นผิวดิน (Sheet erosion)

2. การชะล้างพังทลายแบบริ้ว (Roll erosion) เป็นการพังทลายของดินที่เกิดเป็นร่องริ้วเล็ก ๆ กระจายไปทั่วพื้นที่ลึกไม่เกิน 8 เซนติเมตร ทำให้ผิวดินขรุขระ แต่เมื่อไถพรวนร่องริ้วแถวนี้จะหายไป มักเกิดในพื้นที่ที่ลาดชันน้อย แต่ความลาดเทไม่สม่ำเสมอกันตลอด และตามร่องที่ปลูกพืชตามแนวลาดชัน

ภาพ 2 ภาพแสดงการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (Roll erosion)

3. การชะล้างพังทลายแบบเป็นแนวร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully erosion) เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก และมีความลาดชันยาว หรือพื้นที่ที่ปลูกพืชตามแนวลาดชันบ่อย ๆ เริ่มแรกจะเกิดการกัดเซาะของร่องน้ำเป็นร่องขนาดเล็ก เมื่อไม่มีการแก้ไขก็จะกลายเป็นร่องน้ำขนาดใหญ่และลึก ในพื้นที่ที่เป็นดินทรายจะเกิดการชะล้างพังทลายลักษณะนี้ได้เร็วมากเมื่อเกิดฝนตกหนัก

ภาพ 3 แสดงการชะล้างพังทลายแบบเป็นแนวร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully erosion)

4. การชะล้างพังทลายของดินริมฝั่งน้ำ (Stream erosion) เกิดจากการกัดเซาะของน้ำในแม่น้ำลำธารหรือแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้ดินริมฝั่งพังทลายและถูกพัดพาไป แต่ละปีจะเกิดการพังทลายของดินลักษณะนี้มาก ดินที่ถูกพัดพาไปถมทำให้ลำน้ำตื้นเขิน น้ำเปลี่ยนทางเดิน เกิดน้ำไหลบ่าท่วมชายฝั่ง เป็นต้น

ภาพ 4 แสดงการชะล้างพังทลายของดินริมฝั่งแม่น้ำ (Stream erosion)

ผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดิน

เมื่อมีการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ณ ที่ใด ย่อมมีผลกระทบอย่างมากมายตามมาเสมอ ไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุอะไร และเกิดมากหรือน้อยแค่ไหน ซึ่งผลกระทบหลัก ๆ จะก่อให้เกิดความสูญเสียประกอบด้วย (สมชาย, 2535)

1. ทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย เมื่อเม็ดฝนตกกระทบผิวดิน พลังงานในเม็ดฝนจะก่อให้เกิดแรงกระแทก ทำให้อนุภาคของดินที่ผิวหน้าดินแตกกระจาย และกระเด็นออกไปจากพื้นที่ ส่วนดินที่อยู่ใต้ผิวลงไปเล็กน้อยจะได้รับแรงกระแทกทำให้เนื้อดินแน่นทึบ ปริมาณน้ำจะซึมผ่านชั้นดินได้น้อยลง

2. ทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน เกิดขึ้นจากเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดิน ทำให้อนุภาคของดินที่จับตัวเป็นก้อน แตกกระจายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่มีน้ำหนักเบา และต่อเนื่องจากข้อ 1. เมื่อน้ำไม่สามารถซึมลงผ่านชั้นดินได้จึงสะสมเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน พัดพาเอาอนุภาคที่แตกกระจายเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ได้ง่ายขึ้น ซึ่งการขนย้ายดินออกจากพื้นที่นี้ จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อพื้นที่ดินเดิม

3. การสูญเสียธาตุอาหารในดินและทำให้ผลผลิตลดลง การชะล้างพังทลายโดยน้ำ เป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้ดินเสื่อมโทรม เนื่องจากมีการพัดพาดินชั้นบน ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชออกไปจากพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การซึมน้ำและการอุ้มน้ำของดินลดลงด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ผลผลิตของพืชในพื้นที่นั้น ๆ ลดลงตามไปด้วย

4. ทำให้ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เปลี่ยนแปลงไป การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นจากผิวดินได้รับน้ำมากเกินความสามารถในการซึมน้ำของดิน จนเกิดน้ำไหลบ่าและพัดพาอนุภาคดินออกไปจากพื้นที่เดิม ทำให้ผิวดินเกิดเป็นร่องขนาดเล็กหรือใหญ่แตกต่างกัน ตามความรุนแรงของกระแสน้ำ และเมื่อพื้นที่ในบริเวณนั้น ๆ ได้รับอิทธิพลของการชะล้างมากขึ้น มีผลทำให้พื้นที่ในบริเวณดังกล่าวเกิดการกัดเซาะเป็นร่องลึกขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการนำเครื่องจักรกลเข้าไปใช้ในพื้นที่เกษตรและการปรับระดับพื้นที่เพื่อการเพาะปลูกก็ทำได้ยากเช่นกัน

5. ทำให้แม่น้ำลำธารหรือแหล่งน้ำตื้นเขิน เมื่อผิวหน้าดินได้รับอิทธิพลจากเม็ดฝนและน้ำไหลบ่า ซึ่งจะพัดพาอนุภาคดินไปตามความรุนแรงของกระแสน้ำไหลลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ และเมื่อความเร็วของกระแสน้ำลดลง จะทำให้เกิดการตกตะกอนตามแหล่งน้ำ เช่น บริเวณปากแม่น้ำ บริเวณที่แม่น้ำสองสายบรรจบกัน ทำให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวเกิดเป็นดินดอน ลำน้ำตื้นเขิน ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกเป็นจำนวนมาก

วิธีการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

วิธีการศึกษาเพื่อประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน มีอยู่หลายวิธี ตั้งแต่วิธีแบบหยาบ จนถึงขั้นละเอียดมาก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ความพร้อมในเครื่องมือและงบประมาณ (สมยศ, 2528) ซึ่งแนวทางในการศึกษามีดังนี้

การศึกษาโดยการวัดอย่างหยาบ ๆ (reconnaissance studies of measuring erosion)

การคาดคะเนหรือการประเมินการชะล้างพังทลายของดินอย่างหยาบ ๆ สามารถทำได้หลายวิธีเช่น การวัดจากร่องน้ำขนาดใหญ่ (gully) ที่ถูกกัดชะ โดยปริมาณดินที่สูญเสียคำนวณได้จากความลึก ความกว้าง และความยาวของร่องน้ำ การใช้ตะปูที่มีวงแหวนหรือฝาเบียร์ตอกลงไปในดิน หรือการใช้สีพ่นตามหินหรือรากต้นไม้ที่โผล่พ้นผิวดิน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับผิวหน้าดินหลังจากหน้าดินถูกชะล้างพังทลายซึ่งสามารถประมาณระดับดินที่ถูกชะล้างได้ เป็นต้น (Gleason, 1975)

การศึกษาจากแปลงทดลองในสนาม (field experiments)

Ewald Wollny นักวิทยาศาสตร์ทางดินชาวเยอรมันเป็นบุคคลแรกที่ได้ศึกษาในระหว่างปี ค.ศ. 1877-1896 โดยสร้างแปลงทดลองเพื่อศึกษาถึงผลของการทำลายโครงสร้างของดินเนื่องจากเม็ดฝน โดยใช้พื้นคลุมดินและวัสดุคลุมดิน และศึกษาถึงผลของชนิดดินและความลาดชันของพื้นที่ต่อปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายของดิน แต่ผู้นำในด้านการออกแบบและสร้างแปลงทดลองคือประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเริ่มการทดลองครั้งแรกในปี ค.ศ. 1915 โดยกรมป่าไม้สหรัฐอเมริกา ซึ่งต่อมาการวิจัยด้านนี้ได้ขยายไปยังประเทศต่าง ๆ (Hudson, 1971)

แปลงทดลองที่ใช้ทำการศึกษามีขนาดแตกต่างกัน แล้วแต่อำนาจในการลงทุนของผู้วิจัย เช่น อาจมีขนาดตั้งแต่ 1-2 ตารางเมตร จนถึงแปลงขนาดใหญ่ พื้นที่มากกว่า 200 ตารางเมตรขึ้นไป สำหรับในสหรัฐอเมริกานิยมใช้แปลงขนาด 6 x 72.6 ฟุต หรือเท่ากับ 1/100 เอเคอร์ เพราะเป็นพื้นที่ค่าตัวแทนที่ใช้สำหรับการหาค่าสมการสูญเสียดินสากล (USLE) และง่ายต่อการคำนวณพื้นที่ออกมาเป็นเอเคอร์ หรือในบางประเทศนิยมใช้แปลงขนาด 5 x 20 เมตร หรือเท่ากับ 1/10 เฮกแตร์ ซึ่งสะดวกในการคำนวณพื้นที่เป็นเฮกแตร์ ตารางกิโลเมตรหรือไร่ได้ (สมยศ, 2528) ซึ่งในการกำหนดแปลงทดลองนั้นจะต้องแยกแปลงทดลองออกจากพื้นที่ข้างเคียงและสร้างขอบเขตแปลงแบ่งพื้นที่ออกจากกัน เพื่อไม่ให้น้ำจากพื้นที่ใกล้เคียงไหลเข้ามาแปลงทดลอง ขณะเดียวกันก็ป้องกันน้ำจากแปลงทดลองไหลออกไปสู่พื้นที่ใกล้เคียงกัน (Hudson, 1971) ปริมาณการชะล้าง

พังทลายของดินที่เกิดขึ้นจากแปลงทดลองจะไหลลงสู่ถังรองรับตะกอนที่เรียกว่า collection tank เมื่อฝนหยุดตกจะทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำไหลบ่า (runoff) และปริมาณดินที่สูญเสียของฝนที่ตกแต่ละครั้ง แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันเป็นข้อมูลทั้งหมดของแต่ละปี หรือแต่ละฤดูกาลตามความต้องการ (สมยศ, 2528)

วิธีศึกษาจากสมการสูญเสียดินสากล

พื้นฐานของหลักการเก็บเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของดินนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่ปี 1930 (Cook, 1936) โดยได้พยายามนำปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในรูปโมเดลคณิตศาสตร์ เพื่อทำนายการสูญเสียดินหรือใช้แนะนำการใช้ที่ดิน เพื่อให้เกิดการชะล้างพังทลายใกล้เคียงกับค่าที่ยอมให้เกิดได้ (สมเจตน์, 2526)

Baver (1933) เป็นบุคคลแรกที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ อธิบายการะบวนการเกิดการชะล้างพังทลายดิน โดยได้เสนอสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$E = f(R, G, V, S)$$

เมื่อ E คือ การพังทลายของดิน

R คือ ปัจจัยซึ่งเกี่ยวกับปริมาณและความหนาแน่นหรือความหนักเบาของฝน

G คือ ปัจจัยซึ่งเกี่ยวกับความลาดเทและพื้นที่ที่เกิดการพังทลาย

V คือ ปัจจัยซึ่งเกี่ยวกับปริมาณและธรรมชาติของพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนั้น

S คือ ปัจจัยเกี่ยวกับดิน

อย่างไรก็ตามสมการของ Baver นี้ไม่สามารถจะประเมินค่าทางด้านปริมาณของตัวแปรต่าง ๆ ได้ ดังนั้นสมการนี้จึงใช้อธิบายกระบวนการเกิดการชะล้าพังทลายของดินทางด้านคุณภาพเท่านั้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1940 จึงได้มีการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อคำนวณการสูญเสียดิน เนื่องจากการชะล้าพังทลายของดิน โดย Zingg (1940) ได้ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งได้จากการทดลองระยะแรก ๆ ในสหรัฐอเมริกา คือ การทดลองตั้งแต่ปี 1615-1939 (สมเจตน์, 2526) ซึ่งสมการของ Zingg (1940) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$X = CS^{1.4}L^{1.6}$$

เมื่อ X คือ ปริมาณดินสูญเสียทั้งหมด (ตัน / เอเคอร์)

C คือ ค่าคงที่ที่ได้จากการทดลอง

S คือ ความลาดชันของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)

L คือ ความยาวของความลาดเท (ฟุต)

สมการ Zingg นี้ เป็นสมการขั้นต้น และต่อมา Smith (1941) และการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice) จึงได้สมการใหม่เป็น

$$X = CS^{7/5} L^{3/5} P$$

การปรับปรุงสมการสูญเสียดินสากลได้ทำขึ้นในปี ค.ศ. 1954 – 1960 โดยกระทำที่ศูนย์รวบรวมข้อมูลการสูญเสียดินและน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน ซึ่งตั้งโดย Agricultural Research Service (ARS) ที่มหาวิทยาลัยเพอร์ดิว ใน ค.ศ. 1954

สมการสูญเสียดินสากลนี้ Wischmeier และ Smith (1965) ได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการโดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา มากกว่า 10,000 ปี – แปลง (plot-year) และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการก็เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติจากแปลงทดลองเหล่านี้ การปรับปรุงสมการสูญเสียดินใหม่นี้ ทำให้สามารถนำสมการใหม่ไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้ทั่วไป จึงเรียกสมการนี้ว่า The Universal Soil Loss Equation (USLE) ค่าปัจจัยแต่ละตัวมีสมการดังนี้

$$A = RKLSCP$$

เมื่อ A คือ ปริมาณดินที่สูญเสียที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็นตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

R (Rainfall and Runoff Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับฝนและน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน เป็นจำนวนหรือค่าของดัชนีการพังทลายของฝนในปีปกติ ซึ่งเป็นการวัดแรงของฝนที่ทำให้เกิดการพังทลายขึ้น

นิพนธ์ (2527) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำจะเกิดขึ้นได้มากที่สุดในบริเวณที่มีปริมาณฝนตกปานกลาง ซึ่งพืชพรรณไม่หนาแน่นมากนัก ทั้งนี้เพราะเมื่อมีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลิเมตรขึ้นไป จะทำให้พืชพรรณและป่าไม้ขึ้นหนาแน่นมาก และปกคลุมดินได้เป็นอย่างดี

K (Soil Erodibility Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน) ได้แก่ อัตราการเกิดการพังทลายของดินต่อหน่วย ดัชนีการพังทลาย (erosion index) สำหรับดินใดดินหนึ่งโดยเฉพาะ เมื่อดินนั้นได้รับการไถพรวนและปล่อยทิ้งว่างเปล่าติดต่อกัน และอยู่บนพื้นที่ซึ่งมีความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวของความลาดเท 72.6 ฟุต

อิทธิพลเกี่ยวกับสมบัติของดิน การชะล้างพังทลายที่เกิดขึ้นกับดินแต่ละชนิดจะมีความมากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินนั้นมีสมบัติแตกต่างกันและเป็นสมบัติเฉพาะที่ให้ดินเกิดความยากง่ายในการพังทลายได้ต่างกัน (Wischmeier and Smith, 1965)

สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อความยากงายในการพังทลายของดิน คือ เนื้อดิน โครงสร้างดิน การให้น้ำซึมผ่าน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Baver, 1933; Osborn, 1955; Hudson, 1971)

Wischmeier et al. (1958) ได้แสดงถึงค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility factor, K) ซึ่งเป็นอัตราการชะล้างพังทลายของดินต่อหน่วยพื้นที่ที่ได้จากแปลงทดลองในพื้นที่จริง และสมบัติของดินนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน ค่านี้เป็นค่าที่ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายได้ดีกว่าดัชนีที่กล่วมาแล้ว เพราะเป็นค่าที่บอกถึงทั้งความยากง่ายต่อการถูกกัดชะ และการถูกเคลื่อนย้าย และสามารถนำไปประเมินการสูญเสียดินได้

เนื่องจากวิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการพังทลายของดินโดยใช้แปลงทดลองนั้น จำเป็นจะต้องใช้เวลาและลงทุนสูง ดังนั้น Wischmeier et al. (1971) จึงได้หาวิธีการหาค่าดัชนีนี้ที่สามารถทำได้สะดวก และไม่ซับซ้อน โดยการใช้คุณสมบัติของดินที่สำคัญ 5 ชนิดคือ (1) เปอร์เซ็นต์ผลรวมของทรายแป้งกับทรายละเอียดมาก (silt + very finee sand) (2) เปอร์เซ็นต์ทราย (sand) (3) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (organic matter) (4) โครงสร้างของดิน (Soil structure) และ (5) อัตราการซึมซาบน้ำของดิน (soil permeability) สร้างเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ขึ้นมาเรียกว่า Nomograph เมื่อทราบสมบัติดังกล่าวของดินก็สามารถหาค่าความยากง่ายในการเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ ซึ่งจากการตรวจสอบค่าที่ได้จาก nomograph กับค่าที่ได้จากพื้นที่จริงแล้วพบว่าให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

พืชพรรณเป็นปัจจัยที่สำคัญในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เพราะพืชช่วยลดความรุนแรงเนื่องจากพลังงานจลน์ของฝน และน้ำไหลบ่าหน้าดิน ขณะเดียวกันยังเพิ่มสมบัติในการดูดน้ำของดินอีกด้วย (Baver, 1965)

L (Slope Length Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความยาวของความลาดเท ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความยาวของความลาดเทในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความยาวของความลาดเท 72.6 ฟุต ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความชันของความลาดเทเท่ากัน และมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

S (Slope Gradient Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความชันของความลาดเท ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดิน ระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความลาดเทในสนามกับการ

สูญเสียดินที่เกิดจากความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความยาวของความลาดเทเท่ากันและสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

อิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน ความยาว และรูปร่างของความลาดชันเป็นปัจจัยสำคัญที่บอกได้ว่าจะเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้มากหรือน้อย (Zingg, 1940) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับความชันของความลาดเทที่มีต่อการสูญเสียดิน พบว่าเมื่อความยาวและความชันของความลาดเทเพิ่มขึ้น การสูญเสียดินก็จะเพิ่มขึ้น และ สมยศ (2521) กล่าวว่าถ้าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และระยะทางยาว การชะล้างพังทลายของดินย่อมเกิดขึ้นได้มากเนื่องจากความลาดชันมีอิทธิพลต่อความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำที่ไหลบ่า

เกี่ยวกับอิทธิพลของความลาดชัน และความยาวของความลาดชันที่มีต่อการชะล้างพังทลายนี้ สมเจตน์ (2522) ได้กล่าวยืนยันว่าในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากขึ้น การเคลื่อนย้ายและพัดพาตะกอนจะเพิ่มเป็นทวีคูณ และถ้าความยาวของความลาดเทเพิ่มขึ้น 2 เท่า ปริมาณการพังทลายของดินจะเพิ่มขึ้น 1.5 เท่า

C (Cropping Management Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่าง การสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในสนาม มีพืชและการจัดการอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะกับการสูญเสียดินจากแปลงที่ไถพรวนแล้วปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกันและมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

Wilkinson (1975) พบว่าการสูญเสียดินจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผิวหน้าดินที่โผล่ คือ ถ้าพืชมีประสิทธิภาพในการคลุมดิน 60 เปอร์เซ็นต์ จะสูญเสียดินเป็นสี่เท่าของการสูญเสียดินจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการคลุมดิน 90 เปอร์เซ็นต์

Aina et al. (1975) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคลุมดินของพืชตามระยะเวลาการเจริญเติบโต ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตกับการสูญเสียดิน พบว่าการชะล้างพังทลายของดินส่วนมากจะเกิดขึ้นในช่วงระยะแรกของการปลูกพืชมากกว่าช่วงระยะที่พืชเจริญเติบโตแล้ว เพราะช่วงระยะแรกของการปลูกพืชนั้นความสามารถในการคลุมดินของพืชยังน้อยอยู่ โอกาสที่เม็ดฝนที่ตกและน้ำไหลบ่าจะกระทำต่อผิวดินจึงมีมาก

Wischmeier (1971) ได้จำแนกอิทธิพลของพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดินในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 3 ส่วนคือ อิทธิพลจากส่วนเรือนยอดอิทธิพลจากพืชพรรณชั้นล่างหรือสิ่งปกคลุมดิน และอิทธิพลของเศษซากพืชที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือจากการเพาะปลูก ซึ่งผลรวมของอิทธิพลต่าง ๆ นี้เรียกว่า ค่าดัชนีการจัดการพืชคลุมดิน (crop management factor, C)

ในพื้นที่ป่าดั้งเดิม (pristine forest) ผิวดินย่อมได้รับการปกป้องโดยต้นไม้และพืชชั้นล่าง พืชพรรณเหล่านี้มีส่วนช่วยเสริมสร้างให้เกิดการทับถมของใบไม้กิ่งไม้แห้ง เมื่อผุสลายกลายเป็นชั้นของอินทรียวัตถุที่เรียกว่า duff ซึ่งเป็นสิ่งปกคลุมดินอย่างมีประสิทธิภาพ ค่า c-factors ในป่าก็จะแตกต่างกันไปตามสภาพการปกคลุมของพืชพรรณและความหนาของชั้น duff (Schulz, 1981)

Hamilton and King (1983) ได้สรุปไว้ว่า การป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่ดีที่สุดนั้น ดินควรมีเรือนยอดปกคลุมของพืชพรรณตลอดเวลา

P (conservation practices factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่าง การสูญเสียดินที่เกิดจากแปลงที่ทำการอนุรักษ์ดิน เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ การปลูกพืชเป็นแถบสลับ หรือการทำขั้นบันไดดิน กับการสูญเสียดินที่เกิดจากการไถพรวน และปลูกพืชขนานไปกับทิศทางของความลาดเท ดินที่เกิดการสูญเสียทั้งสองแห่งนี้เป็นดินชนิดเดียวกันและภายใต้สภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และสภาพพื้นที่เหมือนกัน

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ถูกวิธี เช่น การทำไร่เลื่อนลอย การไถพรวนบ่อยครั้งก็จะทำให้เม็ดดินแตกกระจายซึ่งจะง่ายต่อการชะล้างพังทลายโดยฝน (Sheng, 1982)

Wischmeier and Smith (1965) ได้กล่าวถึงผลไว้สอดคล้องกันว่า วิธีการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินที่เป็นวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน และน้ำนั้น จะเกี่ยวข้องกับความชันและความยาวของความลาดเทมากที่สุด รวมทั้งความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดที่ทำการเพาะปลูกด้วย

ในปัจจุบันวิธีการประเมินการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากลเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุด (สมเจตน์, 2526) แม้ว่าจะไม่ถูกต้องสมบูรณ์นักก็ตามได้มีการใช้สมการสูญเสียดินสากลในการคาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดิน ในบริเวณต่าง ๆ ของโลก เช่น Amezquita et al. (1975) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในประเทศคอสตาริกา Brooks (1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา Evan (1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในรัฐแคลิฟอเนีย สหรัฐอเมริกา Roose (1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในอัฟริกาตะวันตก และ Singh et al. (1985) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในประเทศอินเดีย เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยกรมพัฒนาที่ดิน (2524) ใช้คาดคะเนการสูญเสียในประเทศไทย ไพฑูรย์ (2527) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดบุรีรัมย์ วัฒนชัย (2528) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดเชียงใหม่ และ Watanasak (1978) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดระยอง เป็นต้น

การคำนวณค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากล (USLE)

ดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนและน้ำไหลบ่า (rainfall and runoff factor, R)

น้ำฝนเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญยิ่งที่ทำให้เกิดการพังทลายของดิน Wischmeier and Smith (1958) พบว่า น้ำฝนเป็นตัวการอันสำคัญและมีความสัมพันธ์กับปริมาณดินที่สูญเสีย โดยจะสัมพันธ์กับพลังงานจลน์ของฝนที่มีความหนักเบาสูงสุดในช่วงเวลา 30 นาที (maximum 30 minutes rainfall intensity) พลังงานจลน์ที่นำมาพิจารณานี้เป็นปัจจัยร่วมระหว่างความเร็วของเม็ดฝนและปริมาณฝนที่ตก

ฝ่ายอนุรักษ์ลุ่มน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนรายปีในประเทศไทยกับค่าดัชนีการพังทลายของดิน สามารถอนุมานค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R) จากปริมาณน้ำฝนรายปี สำหรับค่า R. (น้ำฝน) นั้น ได้ใช้สมการดังต่อไปนี้

Y_1 = 0.196X – 13.3905 (r = 0.9336) สำหรับเขต tropical rain forest climate

Y_2 = 0.163X – 0.0375 (r = 0.727) สำหรับเขต savannah

Y_3 = 0.1415X – 16.4841 (r = 0.7224) สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เมื่อ Y_1, Y_2, Y_3 = ค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนและน้ำไหลบ่า หรือค่า R มีหน่วยเป็น เมตร-ตัน/เฮกตาร์/ปี

X = ค่าปริมาณฝนตกรายปีมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

r = ค่าดัชนีสหสัมพันธ์เส้นตรง

บริเวณ tropical rain forest climate คือบริเวณภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป และภาคตะวันออกบริเวณจังหวัดจันทบุรี ตราด เขต savannah คือบริเวณส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก

กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ได้สร้างสมการสำหรับป่าฝนเขตร้อนไว้ คือ

R = 0.196 Pa – 13.3905

เมื่อ R = อิทธิพลของน้ำฝน(ฟุต-ตัน/เฮกแตร์/ปี)

Pa = ปริมาณน้ำฝนทั้งปี (มิลลิเมตร)

Dumrong hanvitaya, 1985 ได้สร้างสมการสำหรับฝนภาคเหนือไว้ คือ

R = 8.276P – 215.058

เมื่อ R = น้ำฝน (ฟุต-ตัน/เฮกแตร์/ปี)

P = ปริมาณน้ำฝนทั้งปี (มิลลิเมตร)

EI – Swaify และ คณะ (1987) ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Annaul crosivity)

$$R = 38.5 + 0.35(P)$$

เมื่อ R = ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน(ฟุต-ตัน/เฮกแตร์/ปี)

P = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี(มิลลิเมตร)

ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (soil erodibility factor, K)

Wischmeier and Smith (1958) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor) นั้น ได้ใช้สมการ ดังต่อไปนี้

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

เมื่อ K = ค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน

m = พารามิเตอร์ขนาดอนุภาคดิน

โดยที่ m = (%silt + *very fine sand)+ (100 - %clay)

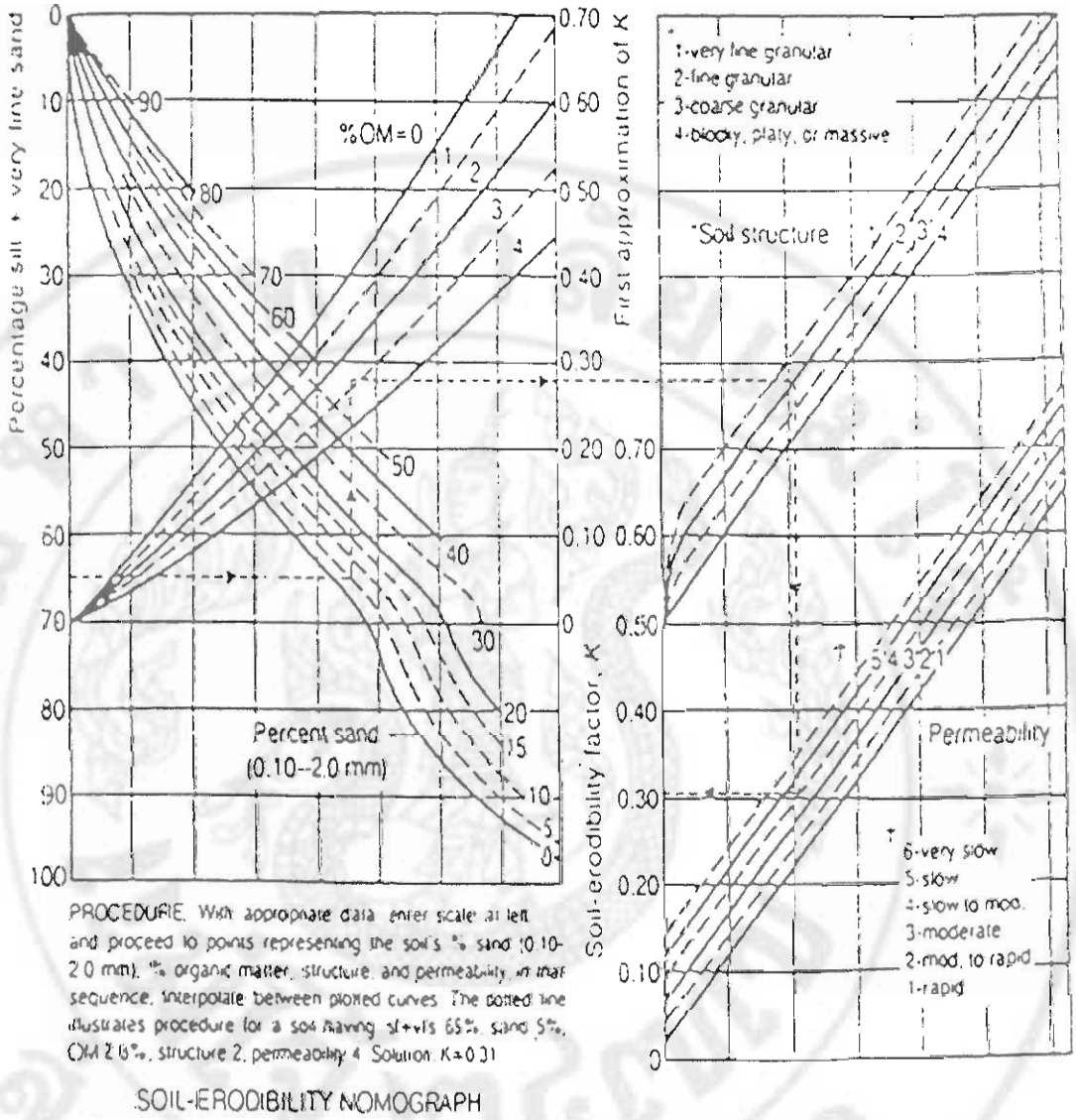
Very fine sand = (5.2060 + 1.3861 % Clay)

a = เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน

b = ระดับชั้นของโครงสร้างดิน (structure code rank)

c = ระดับชั้นของอัตราการซึมน้ำของดิน (เซนติเมตรต่อชั่วโมง)

วิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน โดยใช้แปลงทดลองภายใต้สภาพที่มีการควบคุมตามเกณฑ์มาตรฐาน เป็นวิธีที่ใช้ระยะเวลาและทุนมาก ดังนั้น Wischmeier et al. (1971) จึงได้หาวิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินที่สะดวก และไม่ซับซ้อน ด้วยการใช้คุณสมบัติของดินที่สำคัญ 5 ชนิดคือ เปอร์เซ็นต์อนุภาคปฐมภูมิ เปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน โครงสร้างของดิน และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดิน วิเคราะห์โครงสร้างเป็นแผนภาพที่เรียกว่า โนโมกราฟ (ภาพ 5) เมื่อทราบสมบัติของดินดังกล่าวก็สามารถหาค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินได้จากแผนภาพ และสามารถแบ่งระดับชั้นค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (ตารางภาคผนวก 3)



ภาพ 5 แผนภาพโนโมกราฟ (nomograph) (Wischmeier et al., 1971)

วิธีการศึกษาปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K-factor) โดยประมาณสามารถพิจารณาจากเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้ เนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นตัวบอกว่าดินมีการเกาะตัวกันอย่างไร จะเห็นว่าดินทุกประเภทมีค่า K-factor ลดลงเมื่อดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นหมายความว่า ดินมีความคงทนต่อการชะล้างพังทลายมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะอินทรียวัตถุทำให้ดินมีความร่วนซุย มีการซึมน้ำได้มากขึ้น (ตารางภาคผนวก 4)

ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (topographic factor, LS)

จากแผนที่แสดงการจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่ ทำการวัดความยาวของความลาดเท (L) และใช้ค่าความลาดชัน (S) เฉลี่ยของแต่ละชั้นความลาดชันที่กำหนดเป็นขอบเขตแต่ละหน่วยของแผนที่ และคำนวณโดยใช้สูตร (Wischmeier และ Smith, 1965) ดังนี้

คำนวณค่า LS โดยใช้สูตร

LS = LE (0.43 + 0.03s + 0.043s^2)/6.613

เมื่อ LE = (ความยาวของความลาดเท/22.1)^0.5

S = ความชันของความลาดเท (เปอร์เซ็นต์)

- ความลาดชันน้อยกว่า 8% LS = (L/ 22.13)^0.5(0.065+0.045 s + 0.0065 s^2)

- ความลาดชันมากกว่า 8% LS = (L/22.13)^0.5(0.17s) - 0.55

เมื่อ L = ความยาวของความลาดชัน

S = ความชันของความลาดเท (เปอร์เซ็นต์)

ที่มา: Liengskul et al. (1993)

ปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, c)

การกำหนดค่าเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) เนื่องจากการศึกษาทางด้านนี้ในประเทศไทยยังไม่มีมากนัก กรมพัฒนาที่ดิน กำหนดค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C)ของประเทศไทยขึ้นจากค่าเฉลี่ยทั่วประเทศ จึงใช้ค่า C ที่รวบรวมจากเอกสารอ้างอิงมาพิจารณาร่วมกับการใช้แผนที่แสดงสภาพการใช้ที่ดิน ของการวางแผนการใช้ที่ดิน ในการกำหนดขอบเขตค่า C ของพืชชนิดต่าง ๆ พบว่าค่า C ของพืช ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00066 – 0.502 พืชที่มีค่า C ต่ำสุดคือ ป่าสมบูรณ์ (ป่าดิบเขา) และพืชที่มีค่า C สูงสุดคือ ข้าวโพด ผลการศึกษาของ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ตามตาราง 6 และ 7

ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (conservation practice factor, P)

การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรนั้น วิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ที่ดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนจำกัดขอบเขตการสูญเสียดินที่สำคัญ พื้นที่ป่าต้นน้ำ ป่าอนุรักษ์ ถือว่ามีการอนุรักษ์ตามธรรมชาติโดยพืชพรรณ (Vegetable control) ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ที่ดีที่สุดจึงเลือกใช้ค่า P-factor ของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำตามสภาพความเป็นจริงมากกว่าที่จะใช้ค่า 1 เพราะค่า 1 คือไม่มีการอนุรักษ์ใด ๆ เลย (อรทัย, 2545)

กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการรวบรวมผลการศึกษาวิจัย ด้านการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ที่มีหน่วยงานราชการสังกัดกรมพัฒนาที่ดินทำการศึกษากระจายอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ และได้กำหนดค่ามาตรฐานของ ค่า C-factor และ ค่า P-factor ของประเทศไทยขึ้นเมื่อปี 2543 (ตารางภาคผนวก 5)

อัตราการชะล้างพังทลายของดินสามารถแบ่งได้ 5 ระดับด้วยกัน ตั้งแต่น้อยมากจนถึงรุนแรงมาก ตามตาราง 1 ตารางการจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย

ตาราง 1 การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย

กลุ่ม	ดินที่สูญเสีย (ตัน/ไร่/ปี)	ประเภทการใช้ที่ดิน
น้อยมาก (Very Slight)	0.01 – 1	ป่าไม้, นาข้าว
น้อย (Slight)	1.01 - 5.00	ป่าไม้, สวนยาง, สวนผลไม้, นาข้าว
ปานกลาง (Moderate)	5.01 - 20.00	สวนยาง, สวนไม้ผล, พืชไร่, วนเกษตร
รุนแรง (Severe)	20.01 - 100.00	สวนยาง, สวนไม้ผล, พืชไร่, วนเกษตร, ไร่เลื่อนลอย
รุนแรง มาก (Very Severe)	100.01 - 966.65	พืชไร่, วนเกษตร, ไร่เลื่อนลอย

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2524)

จากการคำนวณและแสดงค่าการสูญเสียดินที่ยอมรับได้ในประเทศไทย สามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีอยู่ จะทราบถึงอัตราการสูญเสียดินว่ามีระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงใด เพื่อพิจารณาและดำเนินการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้

การนำ USLE ไปใช้ในการประเมินค่าการสูญเสียดินในพื้นที่เกษตรกรรมและอนุโลมใช้กับพื้นที่ทั่ว ๆ ไปนั้น เมื่อพิจารณาถึงมาตรการที่นำมาใช้ต้องกำหนดค่าการสูญเสียดินที่ยอมรับได้ว่า ควรอยู่ระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงใด กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ได้กำหนดค่าการสูญเสียดินที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง 2.2 ถึง 11.2 ตัน/เฮคแตร์/ปี หรือ 0.352 ถึง 1.702 ตัน/ไร่/ปี ซึ่ง กรมพัฒนาที่ดินได้ให้เหตุผลไว้ 4 ประการดังนี้

1. การสูญเสียดินเกิน 11.2 ตัน/เฮคแตร์/ปี มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและควบคุมโดยวิธีกล ในการควบคุมปริมาณตะกอน

2. การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นสูงเกินกว่าค่ากำหนดนี้ จะก่อให้เกิดการกัดชะเป็นร่องลึก และมีปัญหาในการไถพรวน ตลอดจนปริมาณการตกตะกอนในทางน้ำ คูน้ำ และลำธารต่าง ๆ

3. การสูญเสียธาตุอาหารในดิน จะสูงเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ เมื่อตีค่าเป็นตัวเงินในรูปของปุ๋ย

4. วิธีการจัดการดินและพืชในปัจจุบัน มีมากมายที่สามารถจะนำมาใช้ในการจัดการให้การสูญเสียดินลดลงได้

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของข้อมูลให้มีความสัมพันธ์กับหลักการพื้นฐานง่าย ๆ เช่น วิธีการซ้อนทับมูลหรือแผนที่ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ พัฒนาการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น สืบเนื่องมาจากความต้องการในการใช้แผนที่ไม่ว่าจะเป็นแผนที่ภูมิประเทศ หรือแผนที่เฉพาะด้านสูงขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านการพิมพ์ การเก็บรักษา การปรับปรุงให้ทันสมัย ซึ่งต้องใช้เวลาและงบประมาณมาก ดังนั้น ในยุโรปและอเมริกาจึงได้มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ทั้งทางด้าน software และ hardware เพื่อใช้ในการสร้างและวิเคราะห์แผนที่ จนเมื่อการใช้คอมพิวเตอร์กับงานแผนที่ ได้พัฒนามาจนถึงจุดที่เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องผสมผสานวิชาความรู้ในสาขาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงได้เข้ามาตอบสนองในด้านนี้อย่างเต็มที่ (Burrough, 1987) และจากการที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เก็บบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของแผนที่ ดังนั้นจึงนำมาใช้ได้ดีกับการจัดการข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่สามารถระบุตำแหน่งที่ตั้งของแผนที่ได้ (ธีระ และคณะ, 2532)

ปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับงานด้านวางแผนและจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มาก เช่น ใช้ในการหาความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรแต่ละชนิด การวางแผนและจัดการอุทยานแห่งชาติ การวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ การวางผังเมือง เป็นต้น (สุระ, 2534) ซึ่งประโยชน์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น นอกจากประสิทธิภาพในการเก็บบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

คอมพิวเตอร์ที่สะดวก รวดเร็วและสามารถอ้างอิงกับแผนที่อื่นได้ดีแล้ว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถผสมผสานเข้ากับข้อมูลจากระยะไกล ซึ่งมีความทันสมัยของข้อมูลมาก ดังนั้นจึงทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน และจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (สง่า, 2533)

ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

การรวบรวมข้อมูล (collection input data)

การรวบรวมข้อมูลจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของโครงการที่จะดำเนินการ ถ้าข้อมูลเพียงพอและถูกต้อง การวิเคราะห์และประเมินผลก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบที่ออกแบบ เพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งพอสรุปได้คือ (สุระ, 2534)

Environmental Information ได้แก่ ข้อมูลดิน ธรณีวิทยา แหล่งน้ำ พืชพรรณ เป็นต้น

Infrastructure Information ได้แก่ อาคารสิ่งปลูกสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวก ระบบสื่อสารและขนส่ง เป็นต้น

Cadastral Information ได้แก่ การประเมินสิทธิถือครอง กรรมสิทธิ์ และการควบคุมการใช้ที่ดิน เป็นต้น

Socio-Economic Information ได้แก่ การกระจายตัวของประชากร เป็นต้น

McRae and Burnham (1981) ได้รายงานถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่จะสามารถรวบรวมได้ดังนี้

1. ข้อมูลจากระยะไกล เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น
2. ข้อมูลจากแผนที่ต่าง ๆ เช่น แผนที่ดิน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่แสดงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น
3. ข้อมูลจากเอกสารหรือรายงานต่าง ๆ
4. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกต หรือการวัดโดยตรงจากพื้นที่

เมื่อรวบรวมข้อมูลเสร็จแล้วจะต้องนำข้อมูลเหล่านี้ มาปรับให้อยู่ในรูปแผนที่ ที่มีมาตราส่วนเดียวกัน

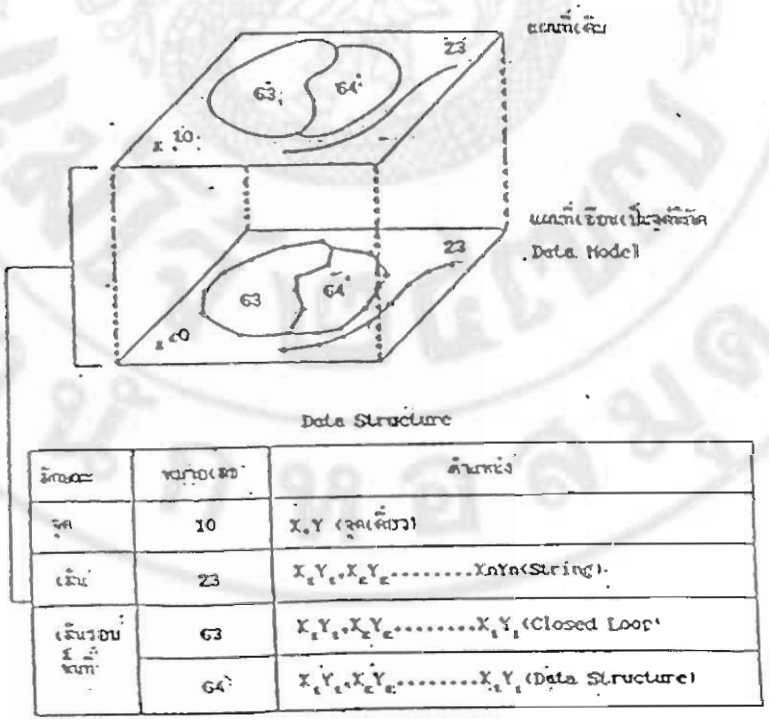
การเก็บบันทึกและการเรียกค้นข้อมูล (storage and retrieval)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ ในขณะเดียวกัน ก็สามารถเรียกค้นเพื่อใช้ประโยชน์ หรือทำการแก้ไขไปพร้อมกันได้ การเก็บบันทึกข้อมูลโดยทั่วไปเก็บได้ 2 ลักษณะ (Marble et al., 1984) คือ

วิธีเวคเตอร์ (vector format)

วิธีนี้จะแสดงตำแหน่งของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ จุด (points) เส้น (line) และเส้นรอบพื้นที่ (polygon) ที่มีจุดพิกัดอ้างอิงได้ตามระบบภูมิศาสตร์ เช่น ระบบเส้นรุ้ง เส้นแวง หรือระบบ UTM (universal transverse mercator) ที่มีความถูกต้องในระดับสูง ข้อมูลในลักษณะจุดจะแสดงตำแหน่งพิกัดหนึ่งคู่ (x, y coordinate) ข้อมูลลักษณะเส้นจะแสดงตำแหน่งของจุดพิกัดหลาย ๆ คู่ต่อเนื่องกันเป็นเส้น (string) มีจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายเป็นคนละจุด (x_1y_1, x_2y_2, ..., x_ny_n) ดังแสดงในภาพ 6

ตัวอย่างของซอฟท์แวร์ในระบบเวคเตอร์ ได้แก่ DIME (Dual Independent Map Encoding, CLDS (Canada Land Data Systmes), POLYVRT (Harvard University), Arc/Info (ESRI) เป็นต้น



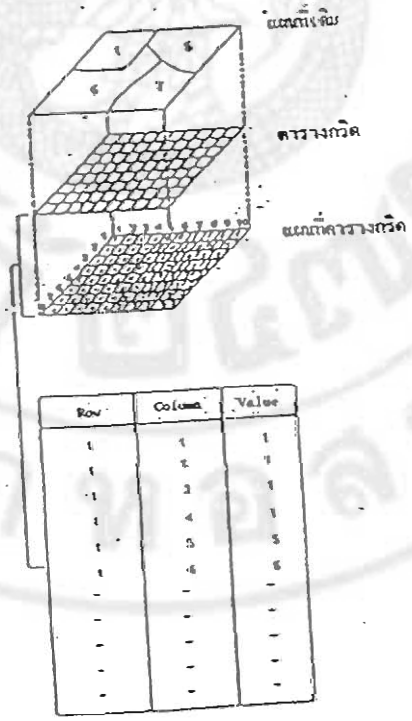
ภาพ 6 ความสัมพันธ์ของแผนที่ตามวิธีเวคเตอร์

ที่มา: Marble et al. (1984)

วิธีตารางกริด (raster format)

วิธีตารางกริดกระทำโดยการแบ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาออกเป็นรูปแบบอย่างมีระเบียบที่เรียกว่า grid raster ซึ่งจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยเรียกว่า spatial cell หรือ cells ที่มีขนาดเดียวกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับ ความต้องการของผู้ใช้หรือรายละเอียด (resolution) ของข้อมูลเหล่านั้น เช่น ข้อมูลดาวเทียม Landsat MSS จะเก็บข้อมูลในลักษณะของตารางกริดที่มีรายละเอียดของภาพ (resolution) 80 x 80 เมตร MOS-I 50 x 50 เมตร Landsat TM 30 x 30 เมตร SPOT XS 20 x 20 เมตร และ SPOT Panchromatic 10 x 10 เมตร เป็นต้น นอกจากนี้ขนาดของกริดยังขึ้นอยู่กับขนาดที่เหมาะสมของพื้นที่ที่ศึกษาและระบบที่ใช้ประมวลผลอีกด้วย ในแต่ละกริดจะบรรจุข้อมูลที่เป็นค่าคุณสมบัติ (attribute value) ไว้ในรูปของตัวเลข ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันออกไปตามชนิดและลักษณะของข้อมูล ดังแสดงในภาพ 7

ตัวอย่างของซอฟแวร์ในระบบตารางกริด ได้แก่ IBIS (Image Bases Information Systme), ERDAS – GIS (Earth Resources Data Analysis System), IMGRID (Grid Based Information Manipulation System), IDRIST-GIS (Clark University), ILWIS (Integrated Land and Watershed Management Information System) เป็นต้น



ภาพ 7 ขั้นตอนการแปลงข้อมูลเชิงเส้นให้อยู่ในรูป Grid cell ที่กำหนดรหัสตัวแทน

ที่มา: Marble et al. (1984)

การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล (manipulation and analysis)

การจัดการข้อมูล เป็นขั้นตอนการทำข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมสำหรับขั้นต่อไปทำให้สะดวกต่อการเรียกค้นข้อมูลและอื่น ๆ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำเอาข้อมูลมาประมวลผลทำให้เกิดเป็นผลลัพธ์ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งข้อมูลภูมิศาสตร์หรือแผนที่นั้นมีกรรมวิธีข้อมูลหลายอย่างเช่น นำข้อมูลมาสร้างเป็นภาพแผนที่ ตัดต่อภาพแผนที่หลาย ๆ ภาพ ย่อหรือขยายแผนที่ การทำภาพซ้อน เป็นต้น

การรายงานผล (output and reporting)

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะออกมาในรูปของรายงาน แผนที่ ข้อมูลสถิติและอื่น ๆ

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล

วิธีการใช้สมการสูญเสียดินสากล เพื่อประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินนั้น เนื่องจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากลคือ ปัจจัยเกี่ยวกับฝน และน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (R) ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) จะต้องสร้างเป็นแผนที่ในแต่ละปัจจัย ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณของข้อมูลจำนวนมากตลอดจนแผนที่ที่ใช้จะต้องอ้างอิงจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยมือจึงทำได้ลำบากและความผิดพลาดก็มีมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อวิเคราะห์และคำนวณปริมาณดินที่สูญเสีย เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (visual interpretation) จะกระทำได้ในจำนวนแผนที่ที่ค่อนข้างจำกัด และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก ดังนั้นการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมเพราะจะทำให้การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ตรงตำแหน่ง และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน สามารถทำได้โดยการจัดทำแผนที่ปัจจัยต่าง ๆ ของสมการ คือ R K L S C และ P ในพื้นที่ที่ต้องการการศึกษาแล้วนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาทำการเก็บบันทึก จัดการและวิเคราะห์

ข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีคอมพิวเตอร์เข้าช่วยตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ผลที่ได้จะแผนที่แสดงค่าปริมาณดินที่สูญเสีย (A) ที่คำนวณได้ระดับต่าง ๆ ตามที่กำหนด ซึ่งมีผู้ที่ทำการศึกษาถึง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล โดยการจัดทำแผนที่แสดงศักยภาพการชะล้างพังทลายของดิน ในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกหลายแห่ง เช่น Sayago (1986) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินในประเทศอาร์เจนตินา Spanner et al. (1982) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินใน Ventura County รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา Jones et al. (1976) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินใน Dane County รัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา Hession and Shanboltz (1988) ใช้คาดคะเนปริมาณดินที่ถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำลำคลอง ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา และ Omakupt et al., (1988) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ เป็นต้น ซึ่งผลของการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินจะใช้ประโยชน์ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะของดิน ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรัน (2539) ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อคาดคะเนระดับการพังทลายของดินในลุ่มน้ำห้วยมะเร็ว อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน โดยใช้สมการสูญเสียดิน (USLE) ของ Wischmeier and Smith (1965)ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในภาคสนามกระจายตามชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความสูงของภูมิประเทศ ทำการวิเคราะห์ผลโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โปรแกรม IDRISI version 4.0 ในระบบการนำข้อมูลแบบราสเตอร์ โดยมีขนาดช่องกริดเท่ากับ 0.5x0.5 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดของพื้นที่จริงเท่ากับ 250x250 เมตร หรือ 0.0625 ตารางกิโลเมตร

จากการประยุกต์ใช้โปรแกรม IDRISI version 4.0 เพื่อคาดคะเนการชะล้างพังทลายของดิน พบว่ามีข้อดีคือ สามารถทำฐานข้อมูลของพื้นที่ วิเคราะห์และแสดงผลออกมาในรูปของแผนที่ ส่วนข้อเสียคือ ไม่เหมาะสำหรับใช้ศึกษาพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากทำให้เกิดความล่าช้าในการนำเข้าข้อมูลและการคำนวณผล ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษาเกิดความผิดพลาดได้

ปราโมทย์ (2536) ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อคาดคะเนประมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุงโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล

(A = RKLSCP) และนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการคำนวณประมาณดินที่สูญเสีย วิธีการวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามสมการ และนำผลของการวิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ คือ ปัจจัยของน้ำฝนและน้ำไหลบ่าตามผิวดิน (R) ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (A) หาได้จากผลคูณของค่าปัจจัยต่าง ๆ ของสมการคือ RxKxLSxCxP ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

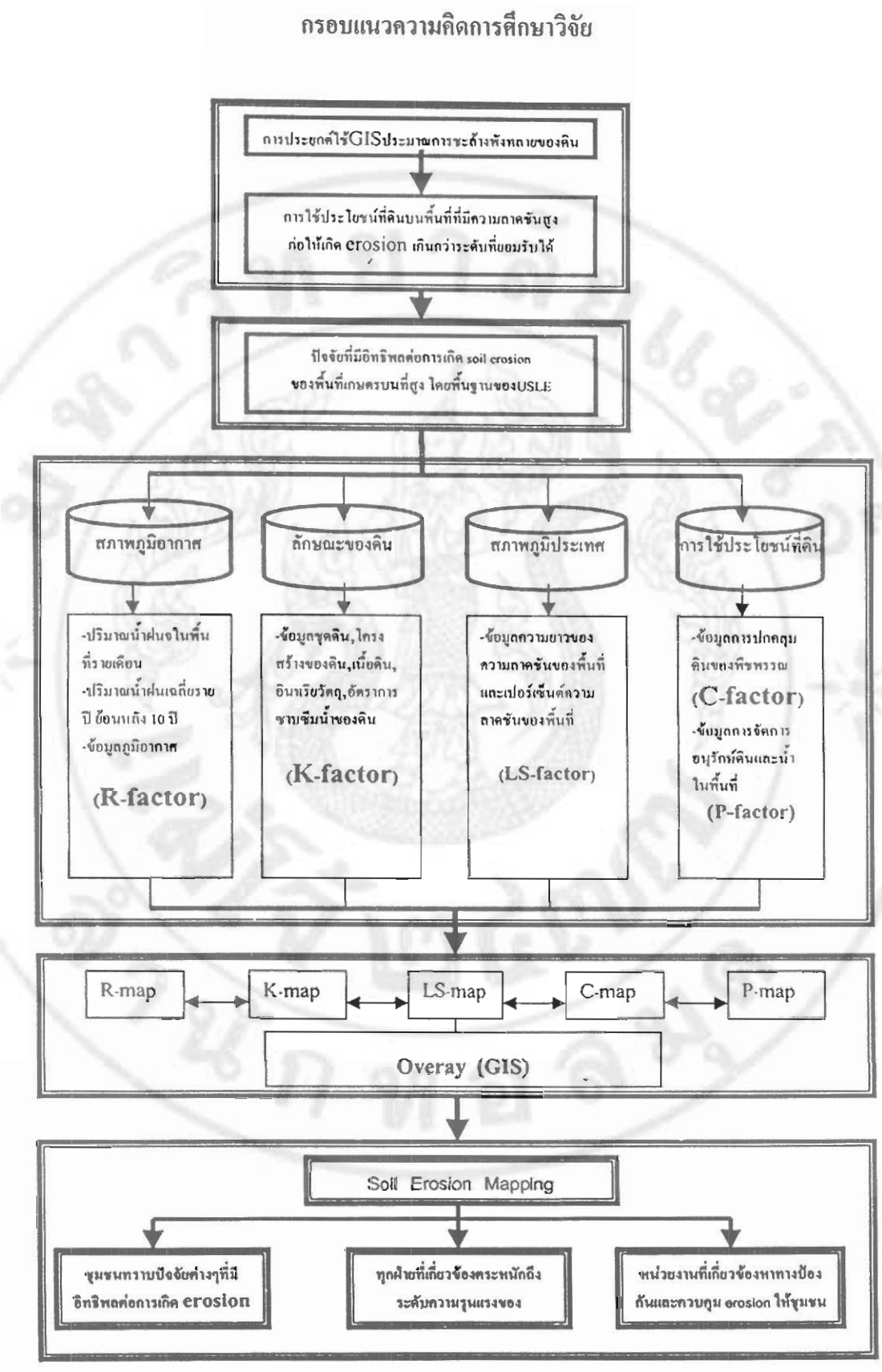
ประพฤติ (2538) การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะประเมินสภาพ การชะล้างพังทลายของดินบริเวณอำเภอเมืองน่านและอำเภอ เวียงสา จังหวัดน่าน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากลและระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ค่าปัจจัยต่าง ๆ ของสมการคือ ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R) ค่าปัจจัยความคงทน ต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) ค่าปัจจัยเกี่ยวกับ ภูมิประเทศ (LS) ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C) และค่าปัจจัย การปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (P) โดยอาศัยผล การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติน้ำฝนจากกรมชลประทาน แผนที่ภูมิประเทศ จากกรมแผนที่ทหาร แผนที่ดิน แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่การใช้ ที่ดินจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม รวมทั้งการสำรวจข้อมูลใน ภาคสนาม และการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและช่วยในการ ทำนาย นำผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาแสดง ในรูปแผนที่ แล้วนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอร์ฟแวร์ ARC/INFO ทำการซ้อนทับข้อมูลภายใต้สมการ A = RKLSCP เพื่อการประเมินค่าอัตราการชะล้างพังทลายของดิน นำผลการ ประเมินที่ได้ไปจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน แสดงผลที่ได้ในรูปแผนที่

ศิริชาติ (2538) วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อจัดสร้างโมเดลเชิงพื้นที่แสดงกษัยการของดิน โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation, USLE) และสมรรถนะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วม กับข้อมูลจากระยะไกล ในการผสมผสานข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์และจัดการ ทรัพยากรที่ดิน พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำห้วยเสือเต้น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 41,000 เฮคแตร์ สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด และมีที่ราบลุ่มปะปนในบริเวณห้วยเสือเต้น ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำพอง ปัจจัยต่างๆ ที่กำหนดในสมการ USLE ใช้ทั้งวิธีการศึกษาและตรวจสอบ จากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ปัจจัยเหล่านั้นประกอบด้วย ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (R-factor) ปัจจัยความคงทนต่อการดัดกร่อนของดิน (K-factor) ปัจจัย

ความลาดชันและความยาวตามลาด (LS-factor) ปัจจัยพืชคลุมดิน (C-factor) และปัจจัยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์ดิน (P-factor) แต่ละ ปัจจัยประกอบด้วยตำแหน่งอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลคุณลักษณะที่จะนำไป ใช้ในการวิเคราะห์ ชั้นข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ได้มาทั้งโดยวิธีการรวบรวมจาก สารสนเทศที่มีผู้ศึกษาไว้ และได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ระบบ TM ชั้นข้อมูล (R-factor) ได้จากข้อมูลน้ำฝนรายวันในช่วงเวลา 11 ปี ซึ่งรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลเชิงพื้นที่ (K-factor) จัดทำโดยใช้แผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ชั้นข้อมูล LS-factor ได้จากการทำโมเดลความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ได้ ซึ่งสร้างจากเส้นชั้นความสูง ข้อมูลพื้นที่พืชคลุมดิน ได้จากการแผลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาของ ดาวเทียม Lamdsat ระบบ TM ค่า C-factor กำหนดตามที่กรมพัฒนาที่ดิน ได้ทำการศึกษาไว้ ชั้นข้อมูล P-factor กำหนดตามชนิดของพืชคลุมดิน โดยกำหนดค่าตาม ที่กรมพัฒนาที่ดินใช้อยู่ ชั้นข้อมูลพื้นที่ของแต่ละปัจจัยถูกป้อนเข้าในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สมการ USLE นี้ จะถูกใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดสร้างไว้ในชั้นข้อมูลแผนที่ กษัยการของดินที่ได้เป็นชั้นข้อมูลใหม่ที่เกิดจากการนำชั้นข้อมูลหลายชั้น มาซ้อนทับกัน ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล สามารถกำหนดอัตราการสูญเสียดินออกเป็น 8 ชั้น คือ 0-10 10-20 20-30 30-40 40-50 50-100 100-150 และ >150 ตัน/เฮคแตร์/ปี

จำรูญ (2544) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินการกร่อนดินด้วยสมการ USLE การประเมินการกร่อนดินในลุ่มน้ำแม่แจ่มรอบ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 - พ.ศ.2540 เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำปิง เป็นลุ่มน้ำที่สำคัญ ทางตอนเหนือของประเทศไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2531 มีปริมาณตะกอนมากที่สุด คือ 1,850,623.12 ตัน คิดเป็น 482.646 ตันต่อตร.กม. และปี พ.ศ. 2533 มีปริมาณตะกอนน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 816,383.62 ตัน คิดเป็น 212.914 ตันต่อ ตร.กม. ในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณ ลุ่มน้ำแม่แจ่ม คือพื้นที่ป่าที่ลดลงจากร้อยละ 86.86 ในปี พ.ศ. 2532 เป็นร้อยละ 74.29 และในปี พ.ศ. 2537 มีการลดลงมากที่สุดคือร้อยละ 12.57 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จาก 10 สถานีมีค่าเท่ากับ 1,084 มิลลิเมตร

การศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินข้างต้น ตามบทสรุปดังกล่าว ทำให้การศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน สามารถสร้างกรอบแนวความคิดในการวิจัยและกระบวนการศึกษาวิจัยดังภาพ 8



ภาพ 8 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยและกระบวนการวิจัย