บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

1. สภาพทั่วไปในจังหวัดสงขลา

จังหวัดสงขลาตั้งอยู่บนฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ มีตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ระหว่างเส้นละติจูดที่ 6 องศา 17 ลิปดาเหนือ ถึง 6 องศา 56 ลิบดาเหนือ และระหว่างเส้นลองกิจูดที่ 100 องศา 1 ลิปดาตะวันออก ถึง 101 องศา 6 ลิปดาตะวันออก ดังแสดงในภาพประกอบ 1.1 (บทที่ 1) มีเนื้อที่ประมาณ 7,393.9 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,621,181 ไร่ โดยตำแหน่งที่ตั้งของจังหวัดสงขลาพบว่า ทิศเหนือจรดจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดพัทลุง ทิศใต้จรดจังหวัดยะลา จังหวัดปัตตานีและสหพันธ์รัฐมาเลเซีย ทิศตะวันออกจรดจังหวัดปัตตานีและอ่าวไทย ส่วนทิศตะวันตกจรดจังหวัดพัทลุงและจังหวัดสตูล มีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน (Tropical Monsoon Climate) ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและลมประจำท้องถิ่นพัดผ่านเป็นประจำ มี 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน) และ ฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – มกราคม)

ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีสัณฐาน และการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดสงขลาที่สำรวจและจำแนกโดยกรมพัฒนาที่ดิน (2530) สรุปได้ดังตาราง 2.1 และมีรายงานว่าในพื้นที่จังหวัดสงขลามีทรัพยากรแร่ที่สำคัญหลายชนิด เช่น แร่ตะกั่ว ดีบุก วุลเฟรม แบไรต์ และทรายขาว เป็นต้น อีกทั้งยังมีทรัพยากรน้ำที่อุดมสมบูรณ์เป็นอู่ข้าวอู่น้ำและแหล่งประกอบอาชีพของประชากรในจังหวัดสงขลา เช่น คลองอู่ตะเภา คลองเทพา คลองนาทวี และทะเลสาบสงขลา เป็นต้น มีทรัพยากรป่าไม้ที่หลากลาย ทั้งป่าบก ป่าชายเลน ป่าชายหาด ที่ลุ่มชื้นแฉะ สำหรับลักษณะทางสังคมเศรษฐกิจจากข้อมูลการปกครอง ปี พ.ศ. 2542 พบว่าจังหวัดสงขลามีประชากรจำนวน 1,216,355 คน มีโครงสร้างเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภาคเกษตร การประมง และภาคอุตสาหกรรมที่กำลังขยายตัวมากขึ้น

ตาราง 2.1 ลักษณะภูมิประเทศ ธรณีสัณฐานและการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดสงขลา

ลักษณะภูมิประเทศและธรณีสัณฐาน	พื้นที่ (ไร่) (%)	พบในท้องที่	ประเภทการใช้ที่ดิน
1.ที่ราบชายฝั่งทะเล			เสม็ด สนทะเล
1.1บริเวณที่เป็นสันหาด	146,500 (3.17)	บริเวณชายทะเลของ อ.ระโนด อ.สทิงพระ อ.จะนะ อ.เทพา	หญ้าเอนอ้า ไม้พุ่มเตี้ย ที่ตั้งชุมชน มะพร้าว
1.2บริเวณที่ราบลุ่มน้ำทะเลท่วมถึง	1,375 (0.03)	บริเวณปากแม่น้ำและบริเวณรอบ ๆ ทะเลสาบสงขลา	มะม่วงหิมพานต์ ป่าชายเลน
1.3 บริเวณที่ราบลุ่มน้ำทะเลเคยท่วมถึง	488,938 (10.58)	พบเป็นบริเวณกว้างมากใน อ.ระโนด อ.สทิงพระ อ.กระแสสินธ์ ที่ราบลุ่มที่ติดทะเลสาบของ อ.ควนเนียง อ.บางกล่ำ อ.หาดใหญ่ และ อ.เมืองสงขลา	ปลูกข้าว
1.4 บริเวณที่ลุ่มชื้นแฉะ	61,000 (1.32)	ที่ราบลุ่มทางตะวันตกเฉียงเหนือของ อ.ระโนด	พืชพรรณธรรมชาติจาก กก จูด ผักกูด และพืชไม้น้ำ อื่น ๆ
2.ที่ราบตะกอนลำน้ำ			
2.1 บริเวณสันดินริมน้ำ	323,000 (6.99)	พบตามสองฝั่งของลำน้ำที่ไหลจากเทือกเขาทางด้านใต้และตะวันตกจังหวัดลงสู่ทะเลสาบ	เป็นที่ตั้งชุมชนและใช้ปลูกไม้ยืนต้น ไม้ผล และยางพารา
2.2 บริเวณที่ราบลุ่มตะกอนลำน้ำและลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ	747,688 (16.18)	บริเวณที่ราบลุ่มระหว่างทะเลสาบและเทือกเขาด้านตะวันตก	ปลูกข้าว ส่วนที่ดอนใช้ปลูกยางพารา ไม้ผล และเป็นที่ตั้งชุมชน
2.3 บริเวณลานตะพักลำน้ำเก่า	559,625 (12.11)	พบอยู่สูงกว่าและถัดจากลานตะพักลำน้ำระดับต่ำบริเวณ อ.สะเดา ทางตะวันตกเฉียงใต้ ของ อ.หาดใหญ่ และทางใต้ของ อ.เทพา	ยางพารา มะพร้าว ไม้พุ่มเตี้ย
3.บริเวณที่ลาดเชิงเขา	682,063 (14.76)	พบในบริเวณที่ลาดเชิงเขาด้านทิศตะวันตกของจังหวัด	พื้นที่ปลูกทำลายยางพารา
4.บริเวณที่เป็นเทือกเขาหรือภูเขา	122,413 (26.49)	บริเวณเทือกเขาและภูเขาตามแนวเหนือใต้ของจังหวัด	ป่าไม้ ต้นน้ำลำธาร

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, 2530, อ้างถึงใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2535 : 18 – 22

2. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสงขลา

จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา (2535) และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สำนักนโยบายแผนสิ่งแวดล้อม (2542) พบว่าพื้นที่จังหวัดสงขลามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ป่าชายเลน และนาข้าว ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2519 ถึงปี พ.ศ. 2535 จำนวน 409,509 39,810 และ 20,013 ไร่ ตามลำดับ โดยการลดลงของป่าชายเลนมีสาเหตุมาจากการทำนากุ้ง และมีการขยายตัวเป็นอย่างมากในระหว่างปี พ.ศ. 2535 ถึงปี พ.ศ. 2537 (พื้นที่นากุ้งเพิ่มขึ้นจำนวน 28,981 ไร่) สำหรับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้เกิดจากการบุกรุกของราษฎรเพื่อปรับเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้ เป็นพื้นที่สวนยางพารา รวมถึงเพื่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ของหน่วยงานรัฐ ส่วนการลดลงของพื้นที่นาข้าวเกิดจากการขยายตัวของเมือง อุตสาหกรรมรอบ ๆ เมืองหาดใหญ่ การทิ้งนารกร้างเนื่องจากการรุกล้ำของน้ำเค็มและการปรับเปลี่ยนนาข้าวที่ไม่เหมาะสมตามโครงสร้างเพื่อปลูกยางพารา

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพื้นที่ทั่ว ๆ ไป พบว่าในปัจจุบันผลกระทบต่าง ๆ ได้เริ่มปรากฏชัดเจน โดยเฉพาะผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อเพาะเลี้ยงกุ้ง และการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่จากป่าบกมาเป็นพื้นที่เกษตรบนพื้นที่ที่มีความลาดชัน โดยแสดงรายละเอียดผลกระทบในแต่ละประเภทการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้

2.1 <u>การเปลี่ยนแปลงพื้นที่นาข้าวเพื่อเพาะเลี้ยงกุ้ง</u> จะส่งผลต่อพื้นที่เลี้ยงกุ้งและพื้นที่ใกล้เคียง (โกเมนทร์ บุญเจือ, 2542 ; พิภพ ปราบณรงค์, 2536 ; มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2542) สรุปได้ดังนี้

2.1.1 ผลกระทบต่อทรัพยากรดิน การนำน้ำทะเลขึ้นมาเลี้ยงกุ้ง จะทำให้คุณสมบัติของดินในบ่อเลี้ยงกุ้งเปลี่ยนแปลงจนไม่เหมาะต่อการนำกลับมาปลูกพืช เช่น ดินมีความเป็นด่างขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของธาตุอาหาร ดินแน่นทึบ ดินเค็ม เกิดการยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินและส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัสมีปริมาณต่ำลง นอกจากนี้น้ำทะเลในบ่อเลี้ยงกุ้งแพร่กระจายความเค็มไปยังพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ในปี พ.ศ. 2536 พื้นที่อำเภอระโนด ซึ่งมีนากุ้งจำนวน 6,983 ไร่ แต่มีพื้นที่นาข้าวในบริเวณใกล้เคียงได้รับความเสียหายจากการทำนากุ้งประมาณ 28,120 ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2536) โดยพบว่าพื้นที่ดินที่ใกล้บ่อกุ้งมีค่าการนำไฟฟ้า ค่าร้อยละของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ค่าความเข้มข้นของคลอไรด์และซัลเฟตสูงกว่าดินเดิม และค่าเหล่านี้ลดลงตามระยะทางที่ห่างจากพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้งอย่างชัดเจน

2.1.2 ผลกระทบต่อน้ำบาดาลและลำคลองธรรมชาติ มีรายงานว่าคลองระโนดมีคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งที่อยู่ใกล้ลำคลองธรรมชาติบางรายมีการเปลี่ยนน้ำทิ้งและสูบฉีดขี้เลนลงไปโดยตรงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากคลองน้ำจืดไปเป็นคลองน้ำเค็ม และเกิดการเน่าเสียจนไม่สามารถใช้ในการอุปโภค บริโภค ตลอดจนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งน้ำใต้ดินที่อยู่ใกล้บ่อเลี้ยงกุ้งมีค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณโซเดียมสัมพันธ์ ความเข้มข้นของคลอไรด์ และความเข้มข้นของซัลเฟตสูงกว่าแหล่งน้ำใต้ดินที่อยู่ห่างจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

2.1.3 ผลกระทบต่อการเกษตร เนื่องจากความเค็มที่สูงขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ทำให้ขีวมวลของใบ ความยาวราก พื้นที่ใบลดลง รากพืชไม่สามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ และพืชดูดโพแทสเซียมได้น้อยลง

2.1.4 ผลกระทบด้านสังคม การเลี้ยงกุ้งได้ส่งผลกระทบทางสังคม อาทิ กลุ่มนากุ้งกับนาข้าว ที่เคยมีปัญหากันในเขตอำเภอระโนด ความขัดแย้งระหว่างบริษัทเลี้ยงกุ้งกับเกษตรกรคู่สัญญา ความไม่ปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน จากการจ้างแรงงานต่างด้าว เกิดการโยกย้ายถิ่นจากแรงงานในจังหวัดอื่น ๆ เข้ามาเพื่อทำงานรับจ้างในพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น

2.2 <u>การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนไปเป็นนากุ้ง</u>

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนไปเป็นนากุ้งเป็นการเปลี่ยนแปลงโดยนำพื้นที่ไปใช้ผิดประเภทและไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือทำการเกษตร เนื่องจากดินในพื้นที่ป่าชายเลนเป็นดินเลนอ่อน และมีซากพืชปะปน ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะใช้สร้างคันดิน นอกจากนั้นดินในพื้นที่เหล่านี้ ส่วนใหญ่เป็นดินเปรี้ยวแฝง ซึ่งจะกลายเป็นดินเปรี้ยวจัด จากการที่ทำให้อยู่ในสภาพแห้งในบริเวณที่ถูกนำมาใช้ในการสร้างคันบ่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าชายเลนไปเพื่อทำประโยชน์อย่างอื่นจะส่งผลให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ อาทิเช่น การสูญเสียความความหลากหลายทางชีวภาพ แนวป้องกันลมภัยธรรมชาติ แหล่งกักเก็บตะกอน แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งสืบพันธ์วางไข่ แหล่งหลบภัยของสัตว์น้ำและสัตว์บก แหล่งกรองสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ที่มากับกระแสน้ำจากพื้นที่บกและถูกพัดพามาจากทะเล ขาดแนวเปลี่ยนและแนวกันชนระหว่างทะเลกับบก อีกทั้งทำให้ราษฎรที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงป่าชายเลนสูญเสียแหล่งประกอบอาชีพ เช่น การทำประมงชายฝั่งในบริเวณป่าชายเลนและจับสัตว์น้ำได้น้อยลงเนื่องจากไม่มีแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน รวมถึงยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อมาเพาะเลี้ยงกุ้งไม่มีความยั่งยืนในระบบการเพาะเลี้ยง (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2535 และกรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

2.3 <u>การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ลุ่มไปเป็นนากุ้ง</u>

จากการรวบรวมของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2537) และกรมพัฒนาที่ดิน (2541) พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ลุ่มจะก่อให้เกิดผลกระทบ ดังนี้

2.3.1 น้ำท่วมฉับพลัน ปกติพื้นที่ลุ่มเหล่านี้จะช่วยในการจัดระบบให้น้ำไหลได้สม่ำเสมอ เนื่องจากสภาพดินที่เป็นดินพรุ หรือพีท มีรูพรุน 90 เปอร์เซ็นต์

2.3.2 น้ำเค็มรุกเข้ามาในพื้นที่น้ำจืด บริเวณที่ต่ำชายฝั่งทะเลจะมีลักษณะดินที่น้ำซึมได้นั้น จะมีน้ำจืดซึมอัดเป็นเหมือนลิ่มอยู่ระดับตื้น ส่วนข้างล่างจะเป็นน้ำเค็ม ลิ่มน้ำจืดจะอยู่ได้ก็โดยพื้นที่ลุ่มหรือที่ชุ่มน้ำจืด และเมื่อมีการเอาพื้นที่ลุ่มนี้ออกไปจะทำให้น้ำเค็มข้างล่างซึมมาที่ผิวดินก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศและชุมชมตามมา

2.3.3 การพังทลายของชายฝั่ง อันเนื่องจากพืชที่ขึ้นอยู่ในที่ลุ่มหรือที่ชุ่มน้ำจะสามารถช่วยลดการพังทลายของชายฝั่งทะเลได้โดยรากพืชที่ยึดดิน การทับถมของซากพืช การสลายแรงกระแทกของคลื่นและกระแสน้ำ และการดักจับตะกอน

2.3.4 เกิดมลภาวะทางน้ำ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของ พืชพรรณ ขนาดระดับลึกของน้ำ ของที่ลุ่มหรือที่ชุ่มน้ำ จะช่วยให้น้ำไหลช้าลงและตะกอนสามารถตกลงได้ น้ำก็จะสะอาดขึ้น การตกตะกอนจะช่วยดึงเอาธาตุอาหารและสารพิษที่มักเกาะติดกับเม็ดตะกอนออกจากน้ำ แต่ถ้าต้นน้ำมีการชะล้างพังทลายของดินมากเกิดการทับถมของตะกอนในที่ลุ่มน้ำประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารก็จะลดลงเช่นเดียวกัน

2.3.5 ทำลายแหล่งพันธุกรรม (Gene Bank) บางพื้นที่ยังคงมีพืชพันธุ์ป่าลักษณะดีและสามารถถ่ายทอดให้เกิดพันธุ์ซึ่งเหมาะสมกับการค้าได้

2.3.6 ทำลายที่อยู่อาศัยของพืชสัตว์สำคัญหลายชนิด เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่ต้องอาศัยพื้นที่เหล่านี้ในการเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต และในบางช่วงของวงจรชีวิต เช่น นกบางชนิด ที่ต้องอาศัยพื้นที่เหล่านี้ในการพัก หรือหาอาหารในช่วงย้ายถิ่น เป็นต้น

2.3.7 สูญเสียรายได้จากการใช้ประโยชน์จากผลผลิตหรือสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในพื้นที่เหล่านี้ เช่น กก จูด หรือพืชน้ำอื่น ๆ รวมถึง สัตว์น้ำต่าง ๆ ทั้งยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อมาเพาะเลี้ยงกุ้งไม่มีความยั่งยืนในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้ง

2.4 <u>การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าบกบริเวณที่มีความลาดชันไปเป็นพื้นที่เกษตร</u>

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าบกในบริเวณที่มีความลาดชันสูงเพื่อทำการเกษตรจะก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ เช่น ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุบริเวณผิวบนของดินโดนชะล้าง และทำให้เกิดอุทกภัยอย่างฉับพลันในฤดูฝนเนื่องจากพื้นที่ป่าลดลงการดูดซับน้ำและการชะลอการไหลบ่าของน้ำลดลงด้วย นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้จะทำให้เกิดความแห้งแล้ง เนื่องจากป่าต้นน้ำถูกทำลาย ปริมาณน้ำในแม่น้ำลำธารในช่วงฤดูแล้งจึงมีน้ำน้อย และเกิดการตื้นเขินของลำธารอันเกิดจากกษัยการของดิน

3. **การเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน**

การเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน คือ การลดลงในด้านคุณภาพที่ดินหรือการลดลงของศักยภาพการผลิต และความสามารถในการปรับสมดุลทางธรรมชาติ ในเรื่องของศักยภาพการผลิต

จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา (2535) และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สำนักนโยบายแผนสิ่งแวดล้อม (2542) ได้รายงานสถานภาพและปัญหาทรัพยากรที่ดินในจังหวัดสงขลาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน อาทิ 1) ปัญหาการเกิดกษัยการของดิน ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ และขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูเพาะปลูก 2) ปัญหาจากคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ดินเป็นทรายจัด ดินทรายจัดที่มีชั้นดานอินทรีย์ ดินเค็ม ดินเปรี้ยว ดินอินทรีย์ ดินที่มีกรวดลูกรังหรือเศษหินปะปน ดินตื้น 3) ปัญหาในด้านการจัดการทรัพยากรและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสมตามศักยภาพ โดยพื้นที่จังหวัดสงขลาพบว่ามีการปลูกยางพาราครอบคลุมพื้นที่การเพาะปลูก ร้อยละ 60 ของพื้นที่การเกษตร แต่จัดอยู่ในพื้นที่ไม่ค่อยเหมาะสมและไม่เหมาะสมถึงร้อยละ 34 และ 32 ตามลำดับ สำหรับนาข้าวมีพื้นที่ปลูกร้อยละ 17 ของพื้นที่การเกษตร แต่จัดอยู่ในพื้นที่ที่ไม่ค่อยเหมาะสมและไม่เหมาะสมร้อยละ 15 และ 6.3 ตามลำดับ

3.1 **สาเหตุการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินด้านการเกษตร**

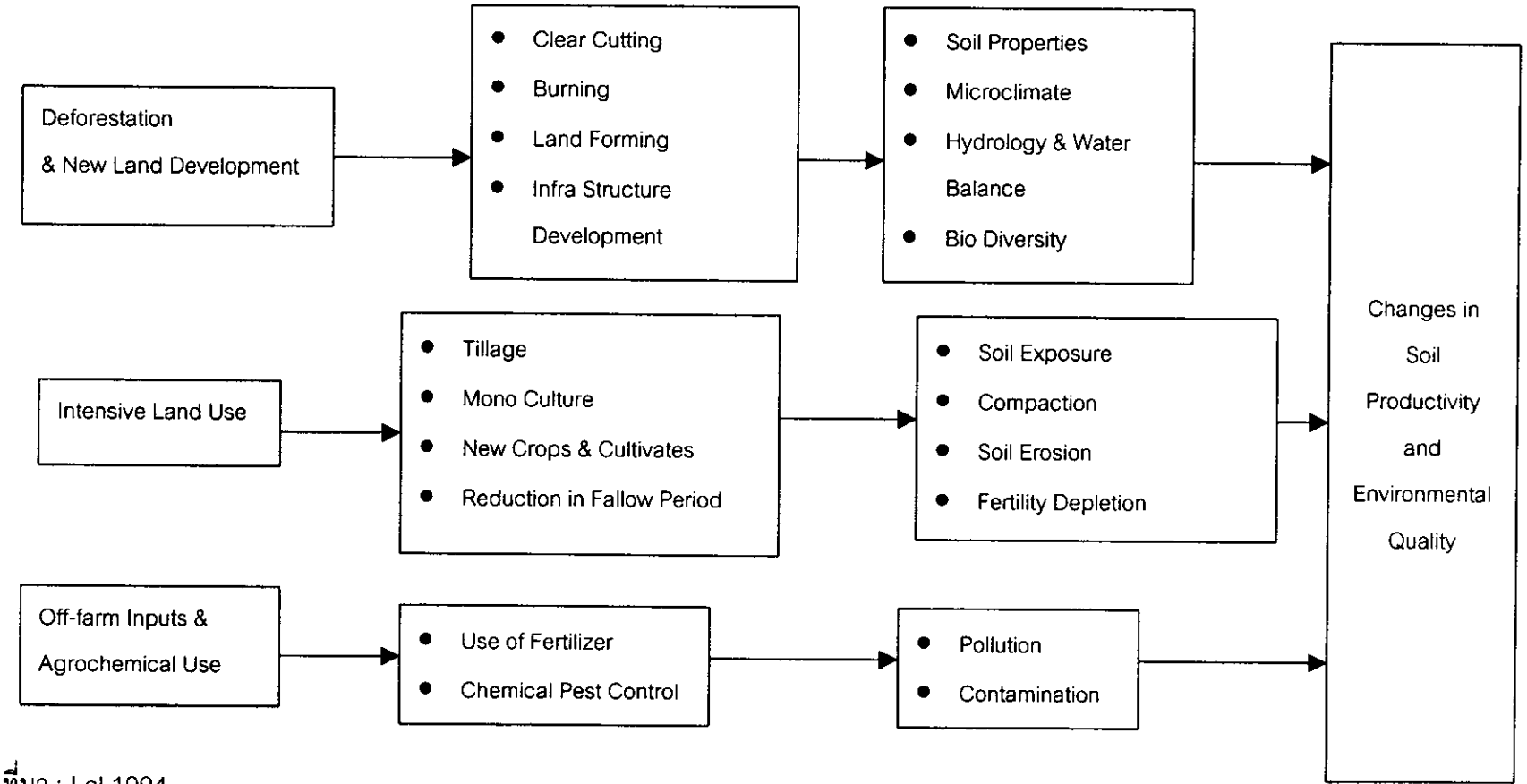
Lal (1994) ได้กล่าวถึง กิจกรรมที่จะก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน แสดงดังภาพประกอบ 2.1 และสรุปสาเหตุได้ ดังนี้

3.1.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศของพื้นที่ เช่น การเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้มาทำการเกษตรและการพัฒนาพื้นที่เพื่อการเพาะปลูก เช่น การหักล้างถางป่า การเผาทำลาย การพัฒนาโครงสร้างและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลจากกิจกรรมที่กล่าวมาจะส่งผลต่อคุณสมบัติของดินทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ ความสมดุลของน้ำ ความหลากหลายทางชีวภาพ และภูมิอากาศในท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นผลไปสู่กระบวนการที่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา

3.1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำการเกษตรแบบเข้มข้น เช่น การทำการเกษตรแบบเชิงเดี่ยว การขุด ไถหน้าดิน การพัฒนาพื้นที่เพาะปลูกใหม่ และการลดระยะเวลาการพักดินเพื่อให้ดินมีสภาพดีขึ้น ผลจากกิจกรรมที่กล่าวมาจะส่งกระทบต่อสภาพดิน เช่น ดินเปิดโล่ง (Soil Exposure) เกิดการอัดแน่น (Soil Compaction) เกิดกษัยการของดิน (Soil Erosion) และทำให้ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง (Fertility Depletion)

3.1.3 การใช้สารเคมีทางการเกษตรในฟาร์มและการรับผลกระทบมาจากพื้นที่ใกล้เคียง เช่น จากการใส่ปุ๋ย การใช้ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดมลภาวะ (Pollution) และการปนเปื้อน (Contamination) สู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำธรรมชาติ จึงก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และมลพิษของดิน

สำหรับสาเหตุการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินในพื้นที่จังหวัดสงขลา มีรายงานว่าเกิดจากการบุกรุกเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่มีความสำคัญทางนิเวศ ซึ่งเกิดจากความบกพร่องในการควบคุมดูแลพื้นที่และการบังคับใช้กฎหมายเพื่อลงโทษผู้กระทำผิด อีกทั้งยังเนื่องมาจากการขาดความรู้ ความเข้าใจในวิธีการอนุรักษ์ดิน/น้ำและการจัดการทรัพยากรดินอย่างถูกต้องของเกษตรกร (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)



ที่มา : Lal,1994

ภาพประกอบ 2.1 ปัจจัยและสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินและความยั่งยืน

3.2 **กระบวนการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินและความยั่งยืน**

Lal (1994) ได้กล่าวถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพนิเวศและการทำการเกษตรที่ไม่มีการดูแลจัดการที่ดี ซึ่งจะส่งผลกระทบไปยังคุณสมบัติของดิน ดังนี้

3.2.1 กระบวนการเสื่อมโทรมทางกายภาพของดิน (ภาพประกอบ 2.2)

3.2.1.1 ลักษณะทางเชิงกล (Mechanical Characteristics)

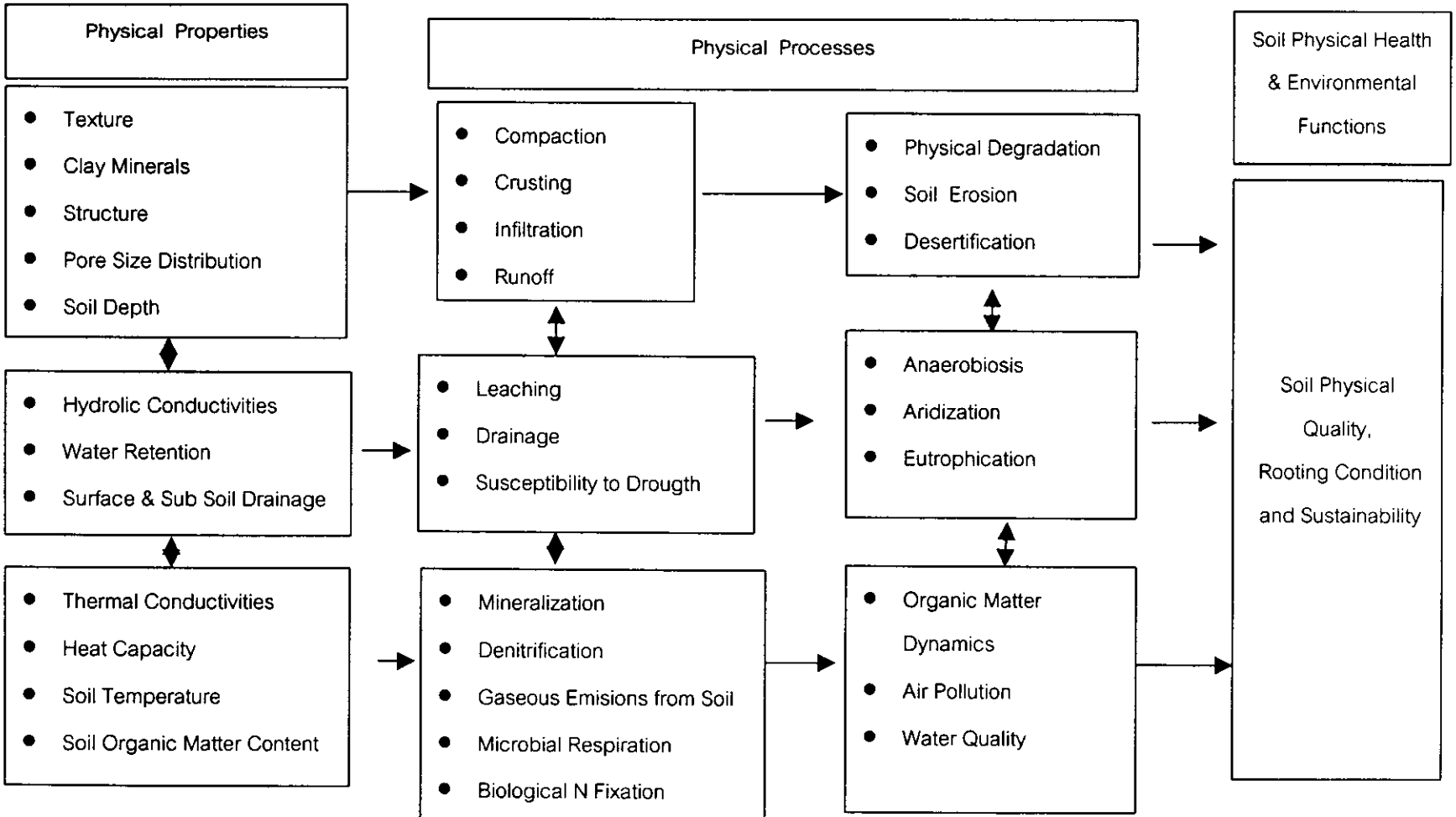
เมื่อกิจกรรมใดมากระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น เนื้อดิน (Soil Texture) แร่ดินเหนียว (Clay Mineral) โครงสร้างดิน (Soil Structure) การกระจายขนาดของเม็ดดิน (Pore Size Distribution) ความลึกของดิน (Soil Depth) พบว่าจะส่งผลให้เกิดกระบวนการอัดแน่นของดิน (Compaction) การเกาะเป็นแผ่นแข็ง (Crusting) อัตราการแทรกซึมน้ำ (Infiltration) และการไหลบ่าของน้ำ (Run Off) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเป็นผลให้กระบวนการเสื่อมโทรมทางกายภาพของดิน (Physical Degradation) การเกิดกษัยการของดิน (Soil Erosion) และการกลายสภาพเป็นทะเลทราย (Desertification) เกิดขึ้นตามมาและเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน น้ำและความยั่งยืน

3.2.1.2 ลักษณะที่เกิดจากการกระทำของน้ำ (Hydrological Characteristics)

เมื่อกิจกรรมใดมากระทบต่อคุณสมบัติของดิน เช่น สภาพนำน้ำ (HydraulicConductivities) การเก็บน้ำ (Water Retention) การระบายน้ำในดินชั้นล่างและผิวดิน (Surface and Sub Soil Drainage) พบว่าจะส่งผลให้เกิดกระบวนการกัดชะ (Leaching) การระบายน้ำ (Drainage) การไหลของน้ำ (Flow) และความไวต่อความแห้งแล้ง (Susceptibility to Drougth) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเป็นผลให้กระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobiosis) กระบวนการเกิดการแห้งแล้ง (Aridization) และกระบวนการยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) เกิดขึ้นตามมาและเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน น้ำและความยั่งยืน

3.2.1.3 ลักษณะทางความร้อน (Thermal Characteristic)

เมื่อกิจกรรมใดมากระทบต่อคุณสมบัติของดิน เช่น ความสามารถในการนำความร้อน (Thermal Conductivity) ความจุความร้อน (Heat Capacity) อุณหภูมิของดิน (Heat Capacity) องค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter Content) พบว่าจะส่งผลให้เกิดกระบวนการมิเนอไรเซชั่น (Minerization) กระบวนการดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) กระบวนการถ่ายเทอากาศจากดิน (Gaseous Emission from Soil) กระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต (Microbial Respiration) และการตรึงไนโตรเจน (Biological N Fixation) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเป็นผลให้เกิดการเคลื่อนย้ายของปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter Dynamics) เกิดมลภาวะทางน้ำและอากาศ



ที่มา : Lal, 1994

ภาพประกอบ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินทางกายภาพและกระบวนการที่มีผลต่อคุณภาพดินและความยั่งยืน

3.2.2 กระบวนการเสื่อมโทรมทางทางเคมี

Lal (1994) ได้จัดแบ่งคุณสมบัติทางเคมีที่มีต่อกระบวนการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืน ดังนี้ (ภาพประกอบ 2.3)

3.2.2.1 ความเป็นกรดของดิน (Soil Acidity)

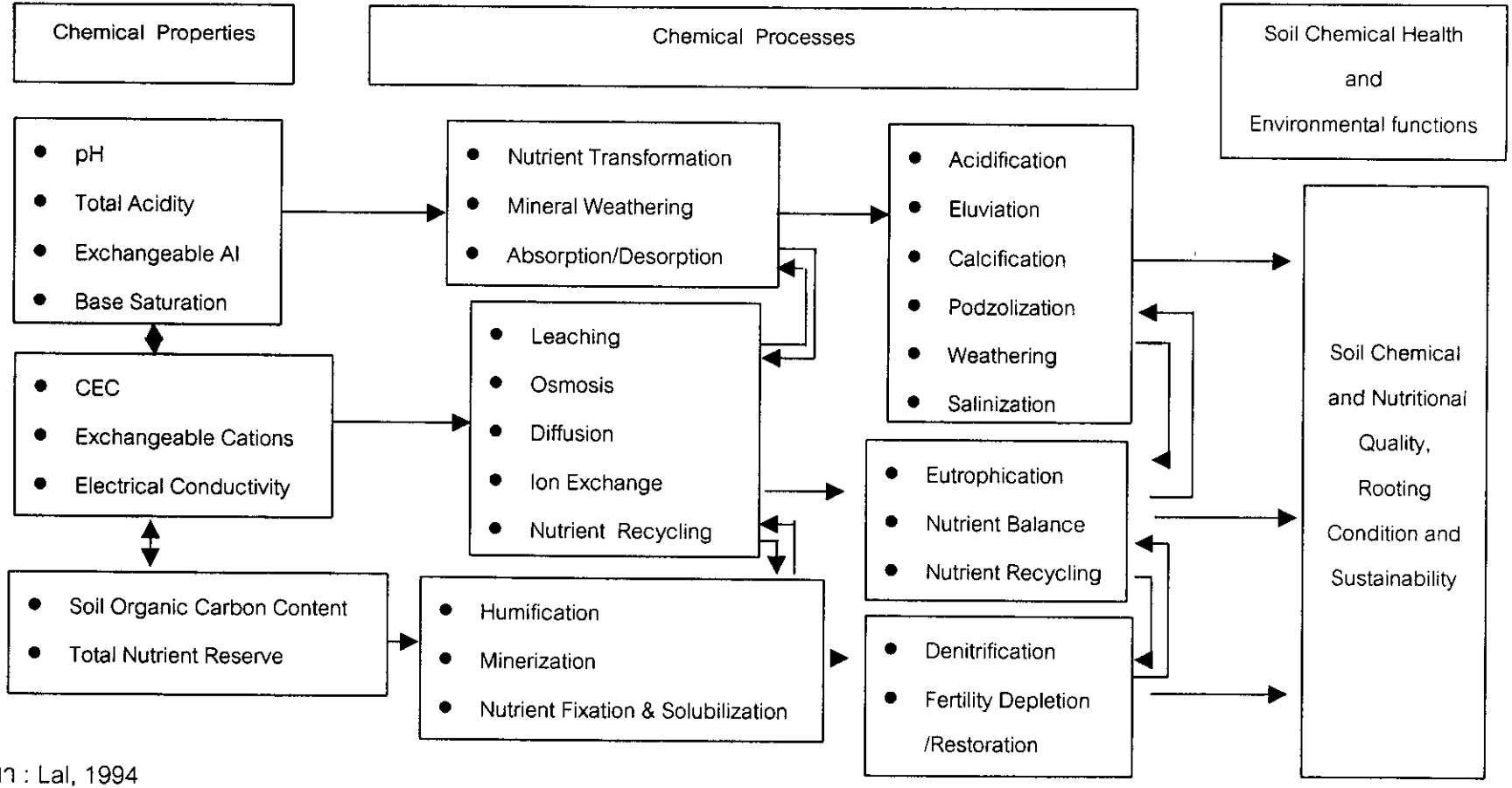
เมื่อมีกิจกรรมใดมากระทบต่อคุณสมบัติของดิน เช่น ค่าความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ค่าความเป็นกรดรวม (Total Acidity) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอะลูมิเนียม (Exchangeable Al) และการอิ่มตัวด้วยด่าง (Base Saturation) พบว่าจะส่งผลให้เกิดกระบวนการเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร (Nutrient Transformation) การผุพังของแร่ (Mineral Weathering) การดูดยึดและการปลดปล่อย (Absorption and Desorption) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเป็นผลให้กระบวนการเกิดกรด (Acidification) กระบวนการอิลูวิเอชั่น (Eluviation) กระบวนการเคลซิฟิเคชั่น (Calcification) กระบวนการพอดโซไลเซชั่น (Podzolization) กระบวนการผุพังอยู่กับที่ (Weathering) กระบวนการเกิดดินเค็ม (Salinization) เกิดขึ้นตามมาและเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืน

3.2.2.2 ความสามารถในการรับธาตุอาหารของดิน (Nutrient Capacity)

เมื่อมีกิจกรรมใดมากระทบต่อคุณสมบัติของดิน เช่น ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (Cation Exchange Capacity) ผลรวมของเกลือที่ละลายได้ (Total Soluble Salts) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) พบว่าจะส่งผลให้เกิดกระบวนการกัดชะ (Leaching) การออสโมซิส (Osmosis) การแพร่ (Diffusion) การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange) และวัฏจักรของธาตุอาหาร (Nutrient Recycling) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเป็นผลให้กระบวนการยูโทรฟิเคชั่น กระบวนการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรและความสมดุลของธาตุอาหาร (Nutrient Balance and Recycling) เกิดขึ้นตามมาและเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืน

3.2.2.3 คุณสมบัติทางด้านฮิวมิก (Humic Properties)

เมื่อมีกิจกรรมใดมากระทบต่อคุณสมบัติดิน เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Carbon Content) ปริมาณธาตุอาหารพืชทั้งหมด (Total Nutrient Reserve) พบว่าจะส่งผลให้เกิดกระบวนการเกิดสารฮิวมิก (Humicfication) กระบวนการมิเนอไรเซชั่นและกระบวนการตรึงและการปลดปล่อยธาตุอาหาร (Nutrient Fixation and Solubilization) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเป็นผลให้กระบวนการดีไนตริฟิเคชั่นและกระบวนการลดหรือฟื้นฟูระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility Depletion/Restoration) เกิดขึ้นตามมาและเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืน



ที่มา : Lal, 1994

ภาพประกอบ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินทางเคมีและกระบวนการที่มีผลต่อคุณภาพดินและความยั่งยืน

3.2.3 กระบวนการเสื่อมโทรมทางชีวภาพ

Lal (1994) ได้จัดแบ่งคุณสมบัติทางชีวภาพของดินที่มีผลต่อกระบวนการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืน ดังนี้ (ภาพประกอบ 2.4)

3.2.3.1 กิจกรรมและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินที่มีขนาดใหญ่ (Activity and Species Diversity of Soil Maçro Fauna)

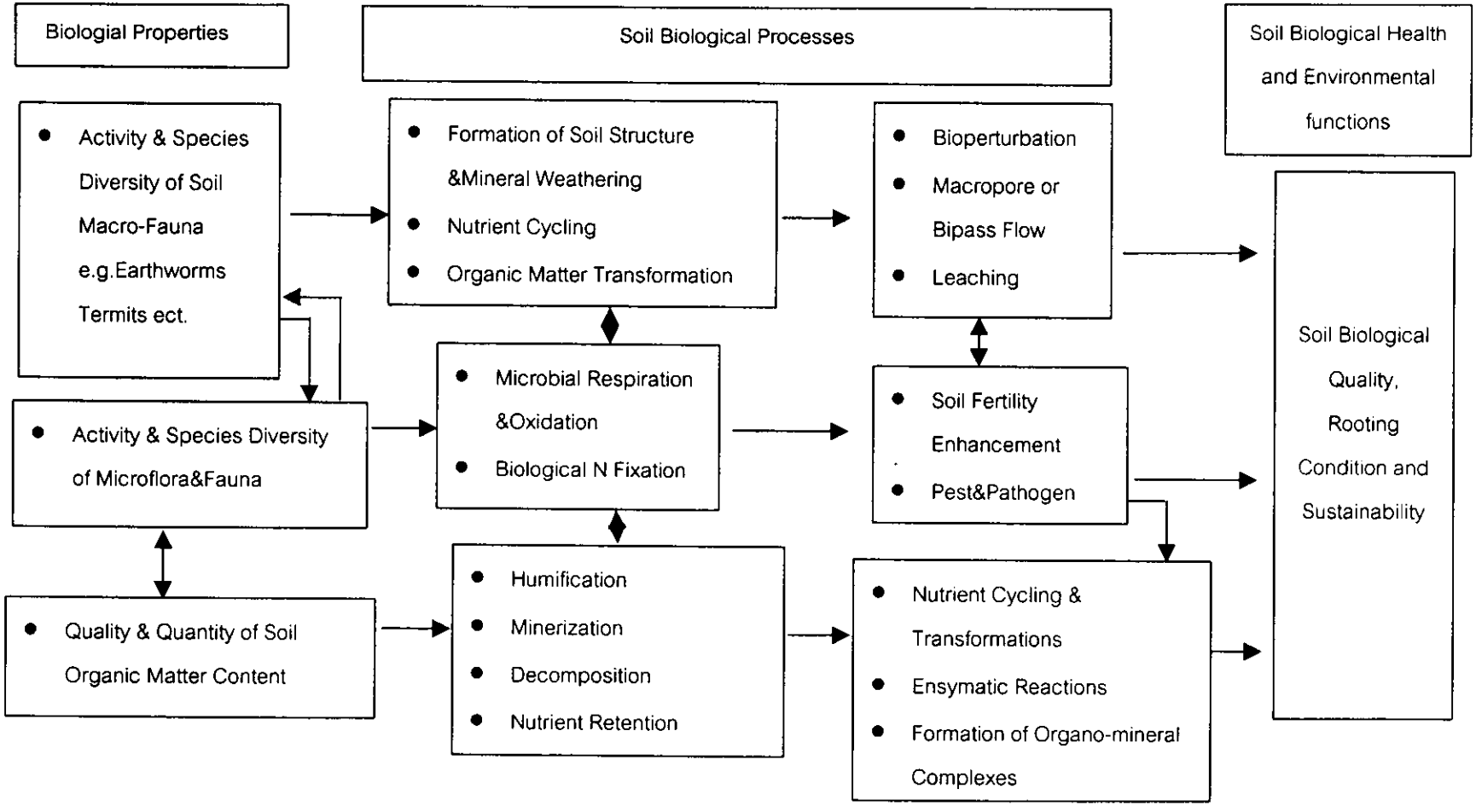
สัตว์หน้าดินที่มีขนาดใหญ่ ประกอบด้วย ไส้เดือน ปลวก ตะขาบ กิ้งกือ และสัตว์ใหญ่อื่น ๆ มีหน้าที่ช่วยในการสร้างรูปแบบโครงสร้างดินและการผุผัง (Formation of Structure and Mineral Weathering) วัฏจักรธาตุอาหาร (Nutrient Cycling) และการเคลื่อนย้ายปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter Transformation) ดังนั้นเมื่อมีการทำลายสัตว์หน้าดินเหล่านี้จึงส่งผลให้กระบวนการไบโอเปอทิวเบชั่น (Biopertubation) และกระบวนกัดชะ (Leaching) เกิดขึ้นตามมาและเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืน

3.2.3.2 กิจกรรมและความหลากหลายของพืชและสัตว์หน้าดินที่มีขนาดเล็ก (Activity and Species Diversity of Soil Micro Flora and Fauna)

สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่บริเวณหน้าดินมีส่วนช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเนื่องจากช่วยในการหายใจ การดึงออกซิเจนของแบคทีเรีย (Microbial Respiration and Oxidation) และการตรึงไนโตรเจนของสิ่งมีชีวิต (Biological N Fixation) ดังนั้นถ้ามีการทำลายความหลากหลายของพืชและสัตว์หน้าดินเหล่านี้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืนตามมา

3.2.3.3 คุณภาพและปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน (Quality and Quantiy of Soil Organic Matter Conent)

คุณภาพและปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินมีความสำคัญต่อกระบวนการฮิวมิฟิเคชั่น กระบวนการมิเนอไรเซชั่น กระบวนการย่อยสลาย (Decompositon) และกระบวนการกักเก็บธาตุอาหาร (Nutrient Retention) จึงมีส่วนช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังนั้นถ้ากระบวนการเหล่านี้ถูกกระทบย่อมส่งผลให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและความยั่งยืนอย่างแน่นอน



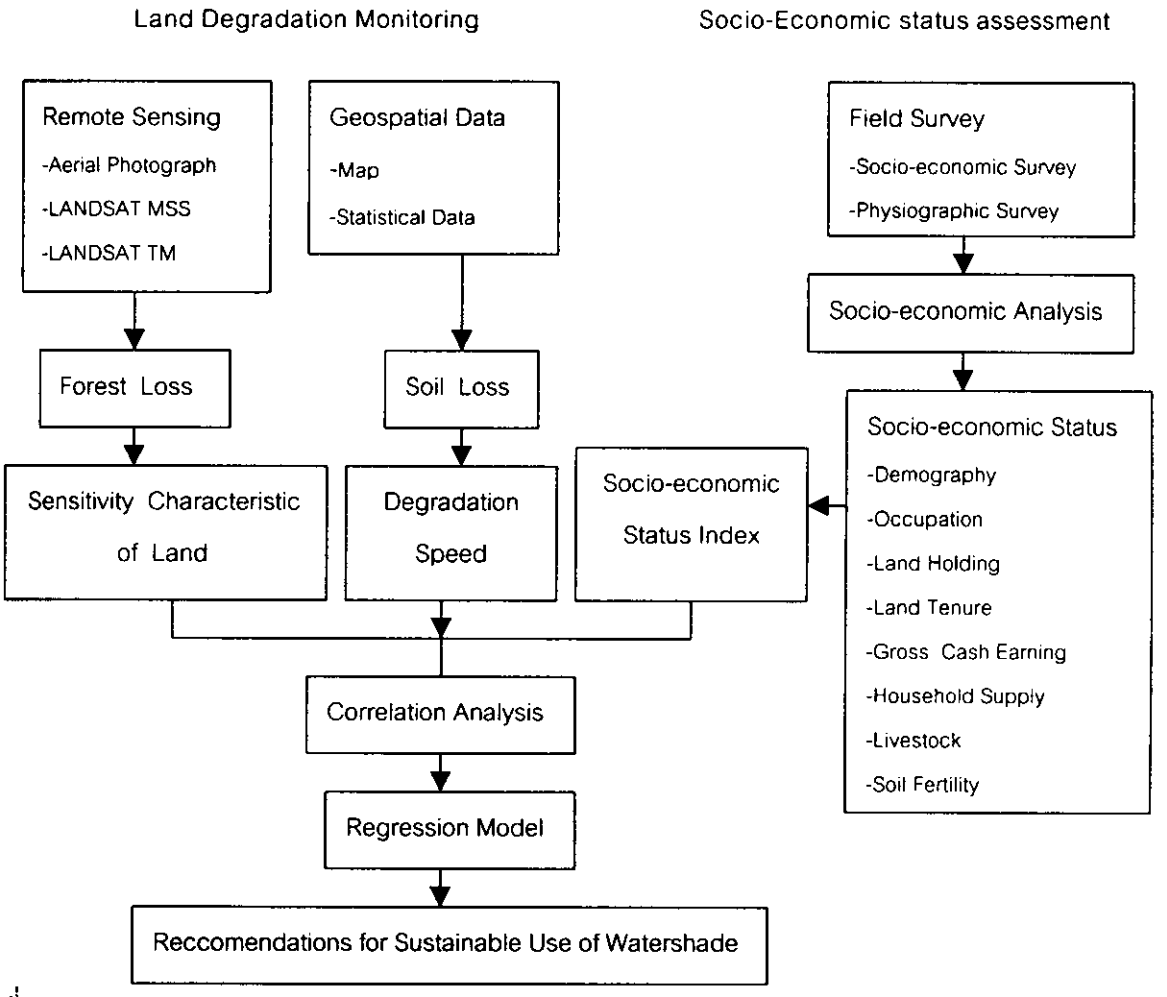
ที่มา : Lal, 1994

ภาพประกอบ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของดินทางชีวภาพและกระบวนการที่มีผลต่อคุณภาพดินและความยั่งยืน

Central Library
Prince of Songkla University

3.3 <u>การประเมินการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน</u>

ในการประเมินการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน พบว่าในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรีโมทเซนซิ่งเพื่อประเมินการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินอย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ อาทิ Bhuwneshwar, Honda and Murai (1997) ในการศึกษาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินจาก 3 ปัจจัย คือ 1) กษัยการของดิน (Soil Erosion) 2) ความอ่อนไหวของพื้นที่ (Land Sensivity) และ3) สถานภาพทางสังคม-เศรษฐกิจ (Socio-Economic Status) บริเวณลุ่มน้ำทีจูกะ ประเทศเนปาล ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ทั้ง 3 ปัจจัยล้วนส่งผลต่อการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน โดยถ้าสภาพสังคม-เศรษฐกิจดีขึ้น จะส่งผลให้อัตราการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินลดลง แต่ถ้ามีการบุกรุกป่าหรือกระทบกับพื้นที่ (Land Sensivity) จะส่งผลให้อัตราการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินมีเพิ่มขึ้น โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังภาพประกอบ 2.5



ที่มา: Bhuwneshwar, Honda and Murai, 1997

ภาพประกอบ 2.5 ขั้นตอนการศึกษาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินบริเวณลุ่มน้ำทีจูกะ ประเทศเนปาล

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Malla (1992) และ Srivastava, *et al* (1995) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินขีดความสามารถในการผลิตของทรัพยากรดิน (Land Productivity) โดยมีสมการดังนี้

$$\text{Land Productivity Index} = A \times B \times C \times X \times Y$$

โดย A = หน้าตัดดิน

B = เนื้อดิน

C = ความลาดชัน

X = ปฏิกิริยาดิน กษัยการของดินจากฝนและลม

Y = ปริมาณฝนและอุณหภูมิ

จากสมการเป็นการแทนค่าในแต่ละตัวแปรของ Malla (1992) แต่ของ Srivastava, *et al* (1995) ได้เพิ่มตัวแปร X จาก 2 คุณสมบัติ เป็น 5 คุณสมบัติ คือ ปฏิกิริยาดิน การเกิดกษัยการของดิน การระบายน้ำ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ และการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง และมิได้คำนึงถึงปัจจัย Y (ค่าปัจจัยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ)

จากการศึกษาของ Chen (2001) พบว่าระดับความไว (Sentivitis) และความเหมาะสมของตัวชี้วัดของคุณภาพดินในการประเมินความยั่งยืนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไต้หวัน แสดงได้ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 ตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินคุณภาพดินในประเทศไต้หวัน

Indicator	Sensitivity
Depth of A Horizon	***
Texture (%sand ,Silt Clay)	****
Bulk Density	***
Avalible Water Content	***
Aggregate Stability (30 cm)	****
pH	*****
EC	***(or*****+)
Organic Carbon	*****
Available N	*****
Available P	*****
Available K	***
Cd	**(or*****+)
Pb	**(or*****+)
Cu	**(or***+)
Zn	**(or***+)
Potential Mineralization N	****
Biomass C	****
Biomass N	****
Biomass P	****
Soil Respiration	****
Earthwarm	***
Crop Yield	*****

หมายเหตุ : * คือ Very Low Sensitivity

** คือ Low Sensitivity

*** คือ Moderate Sensitivity

**** คือ High Sensitivity

***** คือ Very High Sensitivity

+ คือ แตกต่างตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ที่มา : Chen, 2001

ในการเลือกตัวชี้วัดเพื่อประเมินการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกระบวนการที่มากระทำในแต่ละพื้นที่ซึ่ง Lal (1994) ได้สรุปคุณสมบัติของดินที่สามารถเป็นตัวชี้วัดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินจากกระบวนการต่าง ๆ และระดับของความเสื่อมโทรมที่จะเกิดขึ้นจากตัวชี้วัด โดยแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการและตัวชี้วัด

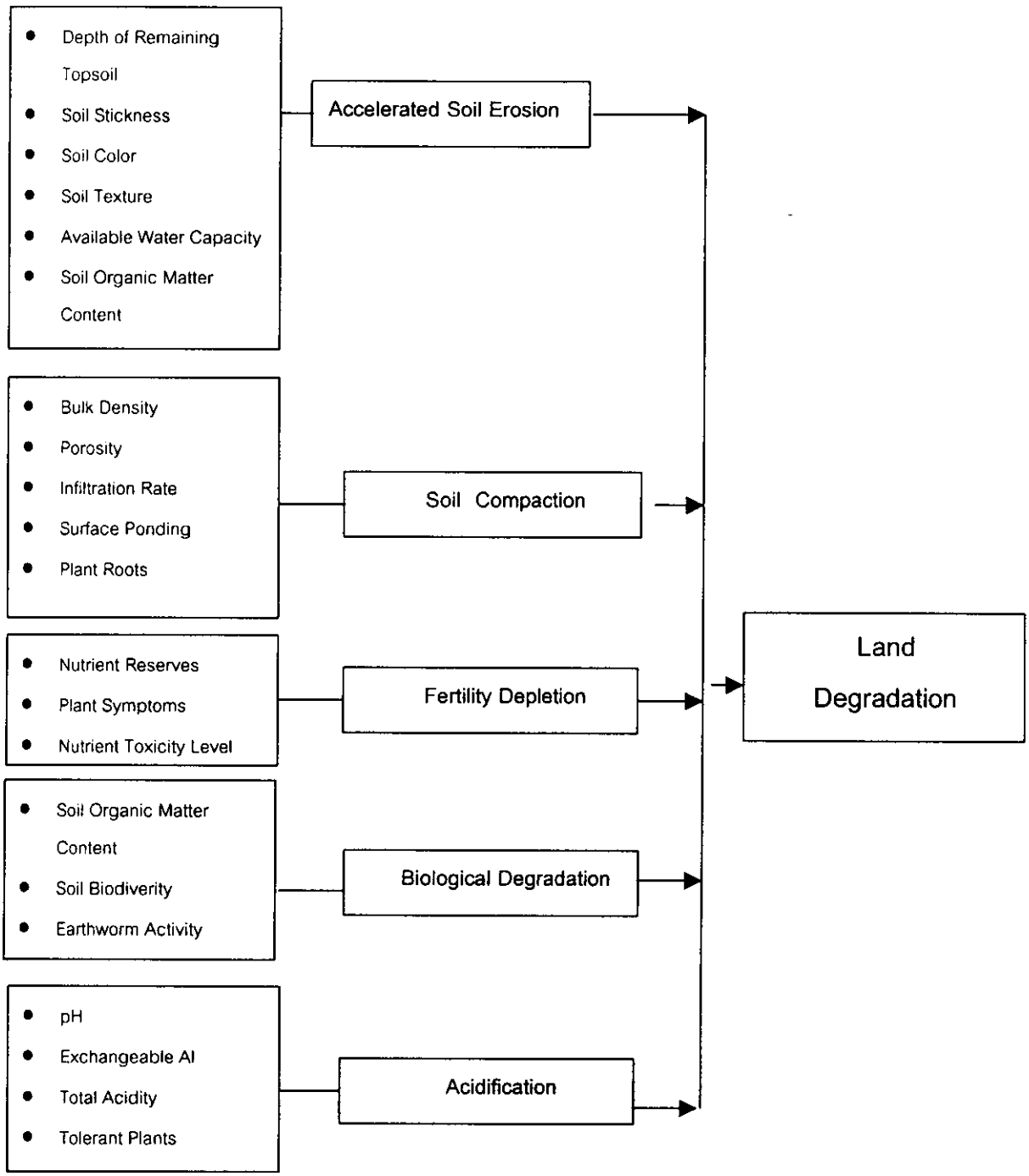
1.1 กระบวนการกัดเกิดกษัยการของดิน (Soil Erosion) มีตัวชี้วัด คือ ความลึกของดินบนที่คงอยู่ (Depth of Remaining Topsoil) ความเหนียว (Soil Stickness) สีดิน (Soil Color) เนื้อดิน (Soil Texture) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Water Capacity) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter Content)

1.2 กระบวนการอัดแน่น (Soil Compaction) มีตัวชี้วัด คือ ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ความพรุน (Porosity) อัตราการแทรกซึมน้ำ (Infiltration Rate) สภาพน้ำท่วมขัง (Surface Ponding) และรากพืช (Plant Root)

1.3 กระบวนการลดความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility Depletion) มีตัวชี้วัด คือ การสำรองธาตุอาหาร (Nutrient Reserve) อาการของพืช (Plant Symptoms) ระดับความเป็นพิษของธาตุอาหาร (Nutrient Toxicity Level)

1.4 กระบวนการเสื่อมโทรมทางชีวภาพของดิน (Biological Degradation) มีตัวชี้วัด คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Matter) ความหลากหลายทางชีวภาพในดิน (Soil Biodiversity) และกิจกรรมของไส้เดือนดิน (Earthworm Acitivity)

1.5 กระบวนการเกิดกรด (Acidification) มีตัวชี้วัด คือ ค่าความเป็นกรดด่างของดิน (pH) ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอะลูมิเนียม (Exchangeable Al) ความเป็นกรดรวม (Total Acidity) และการทนทานของพืช (Tolerant Plants)



ที่มา: Lal,1994

ภาพประกอบ 2.6 ตัวชี้วัดในแต่ละกระบวนการที่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน

2. ระดับการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน

Lal (1994) ได้เสนอระดับความรุนแรงในแต่ละตัวชี้วัดของดินต่อผลการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดิน ดังตาราง 2.3 – 2.6

ตาราง 2.3 ระดับการเสื่อมโทรมของดินจากค่า pH SAR EC ที่ปรากฏในดิน

ระดับความรุนแรง	pH	SAR*	Electrical Conductivity (ds/m)
ไม่รุนแรง	6.0 - 7.0	< 10	< 3
เล็กน้อย	5.8 to 6.0 ,7.0 - 7.4	10 - 12	3 -5
ปานกลาง	5.4 to 5.8 , 7.4 - 7.8	12 - 15	5 -7
รุนแรง	5.0 - 5.4 , 7.8 - 8.2	15 - 20	7 -10
รุนแรงมาก	<5.0 , >8.2	>20	> 10

* Sodium absorption ratio

จากตาราง 2.3 ถ้าค่าปฏิกิริยาดินมีค่า ต่ำกว่า 5.0 และมีค่า SAR (Sodium absorption ratio) มากกว่า 20 และมีค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity (ds/m)) มากกว่า 10 ds/m จัดว่ามีผลต่อการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินอย่างรุนแรง

ตาราง 2.4 ระดับการเสื่อมโทรมของดินด้านความเป็นพิษของ Al Mn และ องค์ประกอบของสารอินทรีย์

ระดับความรุนแรง	Soil Organic Carbon Content	Biomass Carbon (% of total)	Exchangeable Cation (% of CEC)	
			Al	Mn
ไม่รุนแรง	5 -10	> 25	<20	<5
เล็กน้อย	3 - 5	20 -25	20 -35	5-10
ปานกลาง	1 -3	10- 20	35 -40	10-15
รุนแรง	0.5 - 1	5 –10	40 -50	15-20
รุนแรงมาก	< 0.5	< 5	>50	>20

จากตาราง 2.4 ถ้าทรัพยากรดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Soil Organic Carbon Content) ต่ำกว่า 0.5 มีปริมาณผลิตชีวมวลคาร์บอนรวม (Biomass Carbon(% of total)) น้อยกว่า 5 % (จากทั้งหมด) และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุของ อลูมิเนียม และแมงกานีส (Exchangeable Cation (% of CEC) of Al and Mn) มากกว่า 50 และมากกว่า 20 ตามลำดับ จัดได้ว่ามีการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินเกิดขึ้นอย่างรุนแรง

ตาราง 2.5 ระดับการเสื่อมโทรมของดินด้านคุณสมบัติในการซึมผ่านของน้ำ

ระดับความรุนแรง	Permeability	Infiltration Rate (cm/h)	Saturated Hydraulic Conductivity(cm/h)
ไม่รุนแรง	Rapid	>5	>2
น้อย	Moderately rapid	2-5	0.2-2
ปานกลาง	Moderate	1-2	0.02-0.2
รุนแรง	slow	1-0.5	0.002-0.02
รุนแรงมาก	Very rapid or very slow	<0.5	<0.002

จากตาราง 2.5 ถ้าพบว่าทรัพยากรที่ดินมีความสามารถในการซาบซึมน้ำ (Permeability) ช้ามากหรือเร็วมาก มีอัตราการแทรกซึมน้ำ (Infiltration) น้อยกว่า 0.5 ซม./ชั่วโมง และมีสภาพนำน้ำขณะดินอิ่มตัว (Saturated Hydraulic Conductivity) น้อยกว่า 0.002 ซม./ชั่วโมง จัดได้ว่ามีความเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินรุนแรงมาก

ตาราง 2.6 ระดับการเสื่อมโทรมของดินด้านคุณสมบัติทางเชิงกลของดิน

ระดับความรุนแรง	Consistency	Texture	Coarse Fragment	Penetration Resistance(mPa)
ไม่รุนแรง	Loose	Loam	<10	<1.0
น้อย	Very friable	Silt loam,silt Silty clay loam	10-20	1.0-1.5
ปานกลาง	Friable	Clay loam,sandy loam	20-40	1.5-2.0
รุนแรง	Hard	Silty clay,loamy sand	40-60	2.0-2.5
รุนแรงมาก	Harsh or extremely hard	clay , sand	>60	>2.5

จากตาราง 2.6 ถ้าทรัพยากรที่ดินมีเนื้อดิน (Texture) เป็นดินเหนียว หรือดินทราย มีความหยาบ หรือมีกรวดมากกว่า 60 และความสามารถในการต้านทานการทะลุทะลวง (Penetration Resistance(mPa)) มากกว่า 2.5 mPa จัดได้ว่ามีผลต่อการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินอย่างรุนแรงมาก

4. **กษัยการของดิน**

การสูญเสียหน้าดินจากกษัยการของดิน (Soil Erosion) มีสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ จากการกระทำของน้ำและลม โดยเริ่มจากกระบวนการกัดชะ พัดพาและทับถม การสูญเสียดินสามารถเห็นได้ชัดเจนในพื้นที่ลาดชัน ระดับความรุนแรงขึ้นกับปัจจัยที่มากระทำ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ (ความลาดชันและความยาวความลาดชัน) คุณสมบัติดิน (เนื้อดิน ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน โครงสร้างดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน) ลักษณะและปริมาณน้ำฝน วัสดุและพืชคลุมดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (นิพนธ์, 2527) ในการประเมินอัตราการเกิดกษัยการของดินสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การคาดคะเนจากสิ่งแวดล้อม การศึกษาในแปลงทดลอง การศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

การประเมินอัตราการเกิดกษัยการของดิน จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย อาทิ แบบจำลอง WEPP และ USLE สำหรับแบบจำลอง WEPP จัดเป็นแบบจำลองชนิด Mechanistic Model ส่วนแบบจำลอง USLE จัดเป็น Empirical Model ดังนั้นแบบจำลอง WEPP จึงมีตัวแปรในการคำนวณหาค่าปริมาณตะกอนดินมากกว่าแบบจำลอง USLE สำหรับตัวแปรที่ใช้และพบว่าเหมือนกันระหว่าง 2 แบบจำลองนี้ คือ คุณสมบัติดิน เช่น อัตราการซาบซึมน้ำของดิน ส่วนตัวแปรที่แตกต่างกันมีมากมาย อาทิ อัตราการสูญเสียน้ำของดินเนื่องจากพืชนำไปใช้ การไหลบ่าของน้ำ ค่าเฉลี่ยรายวันของรังสีแสงอาทิตย์และปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวัน การชลประทาน การระเหยของน้ำ เป็นต้น (http://www.bsyse.wsu.edu)

สมการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE) พัฒนาขึ้นโดย Wischmier and Smith (1978) ในประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนแนวโน้มปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากการกระทำของน้ำในพื้นที่เกษตรได้เป็นอย่างดี โดยมีตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

$$A = RKLSCP$$

A เป็น ค่าการสูญเสียดินจากการชะล้างต่อหน่วยพื้นที่

R เป็น ค่าปัจจัยของฝน (Rainfall Erosivity) คือ หน่วยของดัชนีการกัดชะของฝนในปีหนึ่ง ๆ โดยอาจคำนวณจาก แรงของฝนที่เกิดการกัดชะในรูปของพลังงานกับปริมาณฝน

K เป็น ปัจจัยสมรรถนะการชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility)

L เป็น ค่าปัจจัยความยาวของความลาดชันของพื้นที่ (Slope Length Factor)

S เป็น ค่าปัจจัยของความลาดชัน (Slope Gradient Factor)

C เป็น ค่าปัจจัยของพืชและสิ่งปกคลุมดิน (Crop Index)

P เป็น ค่าปัจจัยการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation Practice Factor)

การประยุกต์ใช้สมการสูญเสียดินสากลในการประเมินค่าปริมาณตะกอนดินได้ใช้กันอย่างแพร่หลายมานาน แต่สมการดังกล่าวยังมีจุดอ่อน คือการคำนวณค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนซึ่ง Wischmier (1978) จะคำนึงเฉพาะความเข้มกับพลังงานของน้ำฝนที่กัดชะผิวหน้าดิน แต่มิได้คำนึงถึงปริมาณตะกอนดินที่จะเกิดจากการไหลบ่าของน้ำ โดยค่าดัชนีการเกิดกษัยการของดินจากฝนของ Wischmier (1978) ในสมการสูญเสียสากล แสดงดังสมการ

$$R = ((\ 210.3 + 89 \log I) \times I_{30}\ )/100$$

R = ค่าดัชนีการชะล้างของดินจากฝน

E = พลังงานของฝนที่เกิดจากการชะล้าง (เมตร – ตัน/เฮกตาร์ – เซนติเมตร)

I = ความเข้มของฝนที่ตกในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ (เซนติเมตร/ชั่วโมง)

I_{30} = ความเข้มของฝนที่ตกสูงสุดในเวลา 30 นาที

จากจุดอ่อนของสมการสูญเสียดินสากลทำให้มีการพัฒนาค่าดัชนีการเกิดกษัยการของดินจากน้ำฝน เพื่อให้ผลการคำนวณปริมาณตะกอนดินจากกษัยการของดินมีความแม่นยำมากที่สุด เกษม ทองปานและสุนีย์ อาภาวุฒิชัย (2536) ได้รวบรวมผลงานวิจัยของ Pavel ซึ่งคำนวณอัตราการไหลบ่าของน้ำเข้าไปในค่าดัชนีการเกิดกษัยการของดินจากน้ำฝน เรียกแบบจำลองนี้ว่า Kinfil แสดงผลดังสมการ

$$A = 11.8\ (Q_{vol} \times (P_{24,N}\ a \times\ t^{-c}))^{0.56} \times K \times L \times S \times C \times P$$

A = ปริมาณการสูญเสียดินในช่วงเวลาต่าง ๆ

Q_{vol} = ปริมาตรของน้ำที่ไหลบ่า

$P_{24.N}$ = ปริมาณน้ำฝนสูงสุดประจำวันในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการวัด

t = ช่วงเวลาที่ทำการวัด

a ,c = ค่าสัมประสิทธิของพื้นที่รับน้ำ

สำหรับค่า K,L,S,C,P ใช้ค่าเดียวกับสมการสูญเสียดินสากล

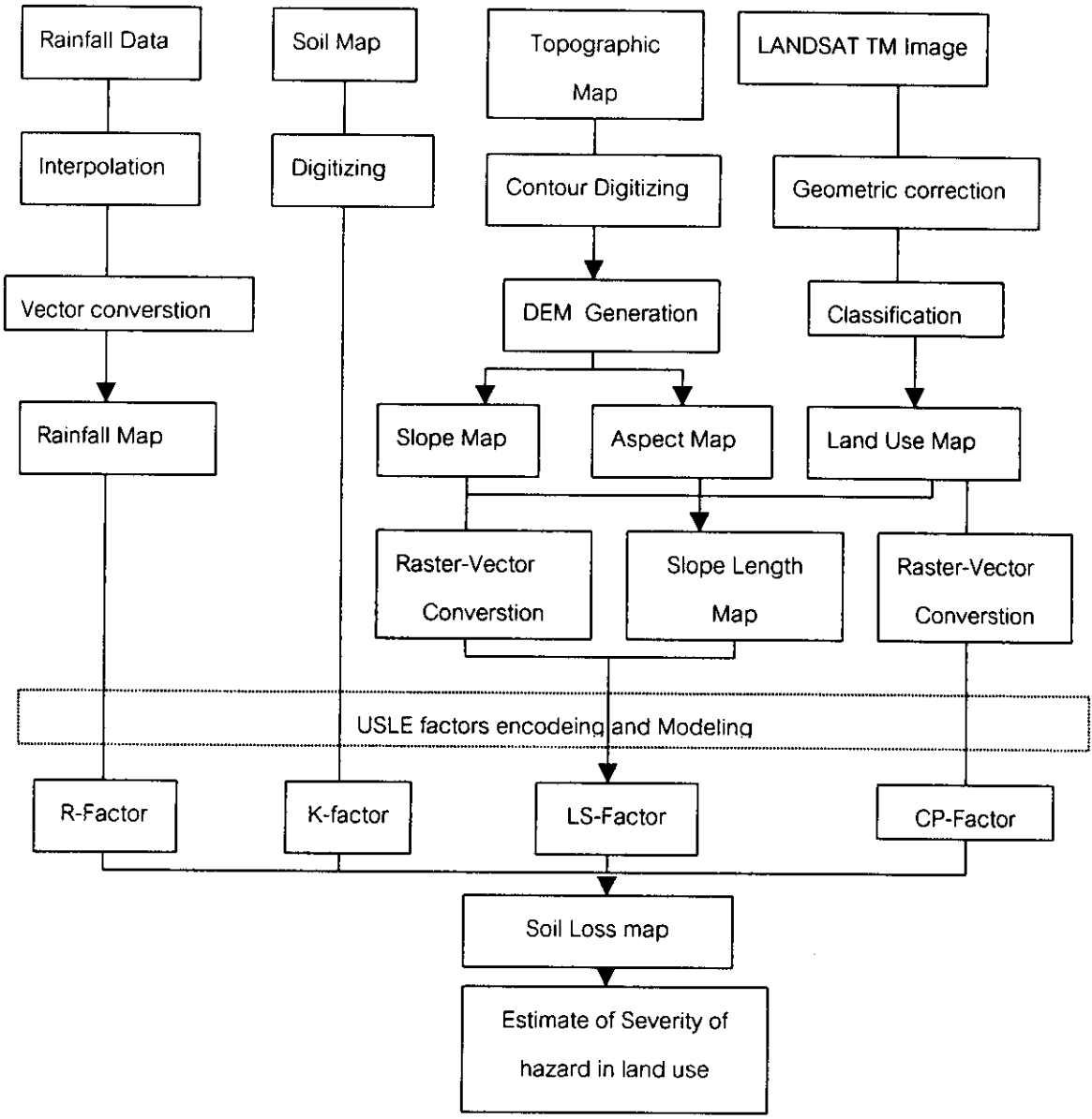
การเลือกใช้แบบจำลอง Kenfil ในการคำนวณค่าดัชนีการเกิดกษัยการของดินจากน้ำฝน พบว่าค่าที่ได้มีความละเอียดเหมาะสมกับงานบางอย่าง เช่น การคำนวณหาระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นต้น

นอกจากแบบจำลอง Kinfill แล้ว ยังมีการพัฒนาค่าดัชนีการเกิดกษัยการของดินจากน้ำฝน ของ El-Swaify, Gamier, Lo (1987) ซึ่งเป็นสมการที่ได้มาจากการทดลองเพื่อศึกษาค่าปัจจัยน้ำฝนที่มีผลต่อการเกิดกษัยการของดินในเขตร้อนชื้น ดังนั้น ในประเทศไทยและพื้นที่ใกล้เคียงจึงมีการประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย อาทิ จากการศึกษาของ Eiumnoh (1998), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2540), มนตรี เลี้ยงสกุล และคณะ (2535) เป็นต้น โดยมีค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝน ดังนี้

$$R = 38.5 + 0.35^{30} P$$

P = ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปี (มม.)

ถึงแม้ว่าในการเลือกใช้สมการสูญเสียดินสากลจะมีจุดอ่อนอยู่บ้าง แต่ถ้าเลือกใช้สมการในแต่ละค่าปัจจัยเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และเหมาะสมกับงาน ผลที่ได้ก็จะมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ซึ่งในปัจจุบันพบว่าได้มีการประยุกต์สมการสูญเสียดินสากล (USLE) ร่วมกับรีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อประเมินค่าปริมาณตะกอนดินจากกษัยการของดินอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย รวมถึงในประเทศไทยด้วย ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ เช่น จากการศึกษาของ Eiumnoh (1998), จักรชัย ชุ่มจิตต์ (2542), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2540) ในการศึกษาอัตราการเกิดกษัยการของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำเชิญและจังหวัดสงขลา ตามลำดับ โดยแสดงขั้นตอนการศึกษาของ Eiumnoh (1998) ดังภาพประกอบ 2.7



ที่มา : Eiumnoh, 1998

ภาพประกอบ 2.7 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรีโมทเซนซิ่งเพื่อศึกษาอัตราการเกิดกษัยการของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE)

สำหรับการศึกษาของ จักรชัย ชุ่มจิตต์ (2542) ในการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณตะกอนดินกับพื้นที่ลุ่มน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีความลาดชันมากกว่า 16 % และมีอัตราการสูญเสียดินมากกว่า 100 ตัน/ไร่/ปี ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีความลาดชัน 8 – 16 % และมีอัตราการสูญเสียดิน 20 – 100 ตัน/ไร่/ปี ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีความลาดชัน 3 – 8 %

และมีอัตราการสูญเสียดิน 5 – 20 ตัน/ไร่/ปี ส่วนลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีความลาดชัน 0 – 3 % และมีอัตราการสูญเสียดินน้อยกว่า 5 ตัน/ไร่/ปี ส่วนการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2540) ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่ามีปริมาณการสูญเสียดินจากกษัยการของดินรวมประมาณ 8,377,402 ตัน/ปี และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.85 ตัน/ไร่/ปี โดยสรุปปริมาณการสูญเสียดินดังตาราง 2.7

ตาราง 2.7 ปริมาณการสูญเสียดินจากกษัยการของดินในจังหวัดสงขลา

ระดับการชะล้างพังทลายของดิน	พิสัยของอัตราการชะล้าง ตัน/ไร่/ปี	เนื้อที่		ปริมาณตะกอน (ตัน)	
		ไร่	ร้อยละ	รวม	เฉลี่ย/ไร่
น้อยมาก	< 1.00	2,876,181	63.58	1,054,221	0.37
น้อย	1.01 – 5.00	1,467,275	32.43	3,135,324	2.14
ปานกลาง	5.01 – 20.0	144,231	3.19	2,261,910	15.68
รุนแรง	20.01 – 100	15,237	0.34	1,621,207	37.20
รุนแรงมาก	> 100	75	0.01	301,740	190.46
แหล่งน้ำ		8,375	0.19	-	-
อื่น ๆ		12,419	0.27	-	-
	รวม	4,523,794	100	8,377,402	1.85

ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, 2540

ในการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2540) พบว่าการจัดทำฐานข้อมูล ในส่วนค่าปัจจัยสมรรถนะการชะล้างพังทลายของดิน ได้จัดกลุ่มดินเป็นประเภทหลัก ๆ จำนวน 18 กลุ่ม และไม่ได้ทำการคำนวณปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ที่มีความลาดชัน มากกว่า 30 % ดังนั้นถ้าต้องการศึกษากษัยการของดินในระดับลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็กหรือในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง จึงควรจัดทำฐานข้อมูลต่าง ๆ ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น ค่าปัจจัยสมรรถนะการชะล้างพังทลายของดิน ชั้นความลาดชัน เป็นต้น และทำการคำนวณหาปริมาณตะกอนดินในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 30 %

สำหรับอัตราการสูญเสียดินที่สามารถยอมรับได้ (Soil Loss Toterance Level) โดยเฉพาะการสูญเสียดินในพื้นที่เกษตรกรรม Young (1976) ได้รายงานผลการศึกษาในพื้นที่เกษตรกรรมกึ่งถาวรและถาวรว่า ระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.5 – 1.0 มม./ปี หรือ 1.4 –2.4 ตัน/ไร่/ปี แต่ Arnoldus (1977) ได้กำหนดค่าการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการสูญเสียดินสากลว่าค่าที่สามารถยอมรับได้ ควรอยู่ระหว่าง 2.2 – 11.2 ตัน/เฮคแตร์/ปี หรือ 1.702 ตัน/ไร่/ปี

5. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการและบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปอย่างมีแบบแผน และมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการในการจัดเก็บรักษา ค้นหา ดัดแปลง วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่ปรากฏบนพื้นโลก โดยมีการอ้างอิงตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์และแสดงผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้น ทั้งในรูปแผนที่และตาราง

โดยทั่วไประบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีหน้าที่หลักในการทำงาน 6 ประการ คือ

5.1.1 หน้าที่ในการนำเข้าข้อมูล (Data Input) การเก็บรวบรวมข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากแผนที่ จากการสำรวจภาคสนาม รูปถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยผ่านอุปกรณ์ แปลงข้อมูลตัวเลข

5.1.2 หน้าที่ในการปรับแต่งข้อมูล (Data Manipulation) เมื่อนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว จะทำการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูล สร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล เปลี่ยนแปลงหรือปรับขนาดของแผนที่แต่ละขนาดให้เป็นขนาดเดียวกัน รวมถึงการแปลงค่าพิกัดของแผนที่ระหว่างระบบต่าง ๆ เช่น ระบบพิกัดกริดกับระบบพิกัดภูมิศาสตร์ และการแปลงข้อมูลระหว่างโครงสร้างข้อมูลแบบเชิงเส้นกับเชิงตาราง

5.1.3 หน้าที่ในการสืบค้นข้อมูล (Data Retrieval) เมื่อเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถค้นหาหรือเรียกข้อมูลที่มีปริมาณมากออกมาใช้งานได้ 2 วิธี คือการค้นหาจากข้อมูลเชิงพื้นที่และการค้นหาจากข้อมูลลักษณะเฉพาะ โดยวิธีการและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

5.1.4 หน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) การทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อาศัยวิธีการซ้อนทับกันระหว่างแผนที่ชนิดต่าง ๆ (Map Overlay) เช่น การนำแผนที่ชนิดดิน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ถนน แม่น้ำ ฯลฯ มาซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมสำหรับใช้เป็นแหล่งกำจัดขยะ เป็นต้น นอกจากนี้สามารถหาค่าเชิงพื้นที่ได้ เช่น เนื้อที่ ความยาว การวิเคราะห์โครงข่าย การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ เป็นต้น

5.1.5 หน้าที่ในการแสดงข้อมูล (Data Display) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลได้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น แผนที่ แผนภูมิ และข้อมูลเชิงบรรยาย (ตารางหรือรายงาน) โดยผ่านทางหน่วยแสดงผลข้อมูล ได้แก่ จอภาพสี เครื่องวาด (Plotter) หรือเครื่องพิมพ์

5.1.6 ทำหน้าที่ในการจัดการฐานข้อมูล (Database Management) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีระบบการจัดการฐานข้อมูลที่สามารถทำหน้าที่ติดต่อหรือรับส่งข้อมูลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงภาพอื่น ๆ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่อ่านภาพถ่ายดาวเทียม หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่างชนิดกัน นอกจากนี้ ฐานข้อมูลในระบบสามารถปรับปรุงให้ทันสมัย (Update) ได้ตลอดเวลาสะดวกต่องานพื้นที่ซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ รวมทั้งสามารถเขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งานได้ตามต้องการเฉพาะอย่างของผู้ใช้

5.2 รีโมทเซนซิ่ง

การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing : RS) เป็นการศึกษาวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ บนพื้นโลกจากระยะไกลโดยไม่สัมผัสกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ดังกล่าว ด้วยอุปกรณ์ตรวจรับ (Sensors) ข้อมูลหรือสัญญาณ ซึ่งมักจะติดตั้งบนเครื่องบิน หรือดาวเทียมโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) ที่สะท้อนจากวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) สัณฐานของวัตถุบนผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Temporal)

การนำภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมาใช้มีอยู่ 2 วิธีการ คือ การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ การเลือกใช้วิธีการใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัด คือ การพิจารณาเฉพาะค่าสะท้อนช่วงคลื่นของวัตถุ แต่ให้ผลดีในด้านความแม่นยำสม่ำเสมอในการจำแนก การคำนวณพื้นที่ และจำแนกได้แม้พื้นที่มีขนาดเล็ก จึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการรายละเอียดมาก โดยแสดงขั้นตอนการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนี้ (Lillesand and Kiefer, 1994)

5.2.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย

5.2.1.1 การปรับแต่งภาพ

การปรับแต่งภาพคือการผสมภาพสีเพื่อให้ได้ภาพสีที่สามารถแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลตามการใช้ประโยชน์ด้วยสายตาได้ชัดขึ้น เช่น

Band 3–4–5 พืชพรรณเป็นสีเขียว ให้รายละเอียดความแตกต่างของความชื้นของดิน มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ดินและพืชพรรณ

Band 3–5–4 พืชพรรณสีแดงและสีส้มแสดงขอบเขตพื้นดินและน้ำ แยกป่าชายเลน (สีแดง) ออกจากป่าบก (สีส้ม)

Band 2–5–4 พืชพรรณสีส้มแยกพื้นที่ป่าชายเลน (สีแดง) ได้ชัดเจน

Band 4–5–7 พืชพรรณเป็นสีฟ้าให้รายละเอียดความชื้นที่แตกต่างตามลักษณะพื้นที่ เป็นต้น

5.2.1.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

สัญญาณภาพที่ดาวเทียมได้รับไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์หรืออ้างอิงได้ เนื่องจากมักมีการบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิตด้านรูปทรงขนาดและมาตราส่วน ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลดาวเทียมนำมาใช้ประโยชน์หรืออ้างอิงได้จึงจำเป็นต้องปรับแก้เชิงเรขาคณิต กล่าวคือ การปรับให้ตำแหน่งพิกัดบนภาพถ่ายดาวเทียมตรงกับพิกัดบนพื้นที่จริง

5.2.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพโดยการจัดกลุ่มข้อมูลตามการสะท้อนแสงของวัตถุด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มี 2 วิธี คือ

5.2.2.1 การจำแนกประเภทแบบไม่กำกับ (Unsupervised Classification) การจำแนกโดยวิธีนี้มักจะใช้กับพื้นที่ที่ยังไม่รู้จัก ผู้วิจัยไม่ต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างแต่ให้คอมพิวเตอร์จำแนกประเภทข้อมูลให้ โดยอาศัยการสะท้อนของความเข้มสีเทาที่ได้รับเป็นหลักสำคัญของการจำแนก

5.2.2.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ (Supervised Classification) การจำแนกโดยวิธีนี้จำเป็นต้องทราบถึงลักษณะ รูปลักษณ์ สัญญาณคลื่นของกลุ่มข้อมูล เพื่อกำหนดเป็นพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ในการจำแนกประเภทข้อมูลองค์รวมที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม โดยแบ่งเป็น 3 วิธี ดังนี้

ก.การจำแนกแบบระยะทางสั้นที่สุด (Minimum Distance Classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ระยะทางเป็นตัวกำหนดประเภทของกลุ่มข้อมูล กล่าวคือ ระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุดของข้อมูลอยู่ใกล้กับกลุ่มข้อมูลใดก็ถือว่าข้อมูลนั้นจัดอยู่ในประเภทกลุ่มข้อมูลนั้นด้วย

ข.การจำแนกแบบคู่ขนาน (Parallelepiped Classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของในแต่ละประเภทกลุ่มข้อมูล เป็นตัวกำหนดขอบเขตของแต่ละประเภทกลุ่มข้อมูล

ค.การจำแนกแบบคล้ายคลึงที่สุด (Maximum Likelihood Classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นว่าข้อมูลควรอยู่ในประเภทใด โดยถือหลักการที่ว่าการกระจายของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ

5.2.3 การตกแต่งภาพหลังการประมวลผลภาพ (Post-Processing)

การตกแต่งภาพหลังการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ดังนี้

5.2.3.1 การกรองภาพ (Image Filtering) การกรองภาพสามารถทำได้โดยผ่านหน้าต่างกรองภาพซึ่งอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

ก. Low Pass Filtering : LPF เป็นการสร้างภาพใหม่โดยเฉลี่ยค่าระดับความเข้มสีเทาเดิมที่อยู่รอบจุดภาพนั้น หน้าต่างกรองภาพมีขนาดเท่ากับ n x m (n แทนจำนวนจุดภาพในแนวนอน, m แทนจำนวนจุดภาพในแนวตั้ง) โดยที่ค่า n และ m จะต้องเป็นเลขคี่เสมอ เช่น 3 x 3 , 5 x 5 และ 7 x 7 (ภาพประกอบ 2.8)

1/9 x

1	1	1
1	1	1
1	1	1

ก)

1/25 x

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

ข)

1/49 x

1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1

ค)

ที่มา : PCI, 1997

ภาพประกอบ 2.8 ตัวอย่างหน้าต่างกรองภาพ LPF ขนาดเมทริกซ์ ก) 3 x 3 ข) 5 x 5 ค) 7 x 7

ข. High Pass Filtering : HPF เป็นเทคนิคการสร้างภาพใหม่จากการนำค่าระดับความเข้มสีเทาที่ได้ในแต่ละจุดของ LPF ไปลบออกจากค่าความเข้มเดิม กล่าวคือ การใช้หน้าต่างที่มีการถ่วงน้ำหนักโดยให้น้ำหนักของค่าตัวเลขสัมประสิทธิ์ของจุดภาพที่มีค่าเป็นบวกอยู่ตรงกลางและตัวเลขสัมประสิทธิ์ของจุดภาพที่มีค่าเป็นลบอยู่รอบ ๆ (ภาพประกอบ 2.9)

1/9 x

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

ก)

1/25 x

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	24	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1

ข)

1/49 x

-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	48	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

ค)

ที่มา : PCI, 1997

ภาพประกอบ 2.9 ตัวอย่างหน้าต่างกรองภาพ HPF ขนาดเมทริกซ์ ก) 3 x 3 ข) 5 x 5 ค) 7 x 7

5.2.3.2 การแทนที่ภาพ (Replacing Value) เป็นการตกแต่งภาพหลังการจำแนกข้อมูล เช่น เมื่อพบความไม่ต่อเนื่องของจุดภาพ เช่น เส้นถนน ของพื้นที่เพาะปลูก เป็นต้น

5.2.4 การตรวจสอบความถูกต้องจากการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม

สิ่งสำคัญของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ คือ ความถูกต้องของภาพที่ผ่านการจำแนก โดยรูปแบบมาตรฐานของความถูกต้องแสดงในรูปของตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดมีลักษณะเป็นตารางขนาด n x n (เมื่อ n แทนกลุ่มข้อมูลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งในกลุ่มข้อมูลทั้งหมดของภาพถ่ายดาวเทียม) ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอนที่เป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกัน กลุ่มข้อมูลในแนวตั้ง คือ กลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงการจำแนกประเภทข้อมูล เรียกว่า ภาพอ้างอิง (Reference Image) ส่วนกลุ่มข้อมูลในแนวนอน คือกลุ่มข้อมูลที่ถูกประเมินความถูกต้องเรียกว่าภาพที่ถูกประเมิน (Image to be Evaluated)

สำหรับวิธีการประเมินความถูกต้องในการจำแนกที่เปรียบเทียบระหว่างจุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้องกับจุดภาพทั้งหมด (Overall Accuracy) นั้นหาได้จากร้อยละของผลรวมจุดภาพที่อยู่ในแนวทแยงจากซ้ายบนไปขวาล่างต่อค่าสังเกตการณ์ทั้งหมด แสดงตัวอย่างดังตาราง 2.8

ตาราง 2.8 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด

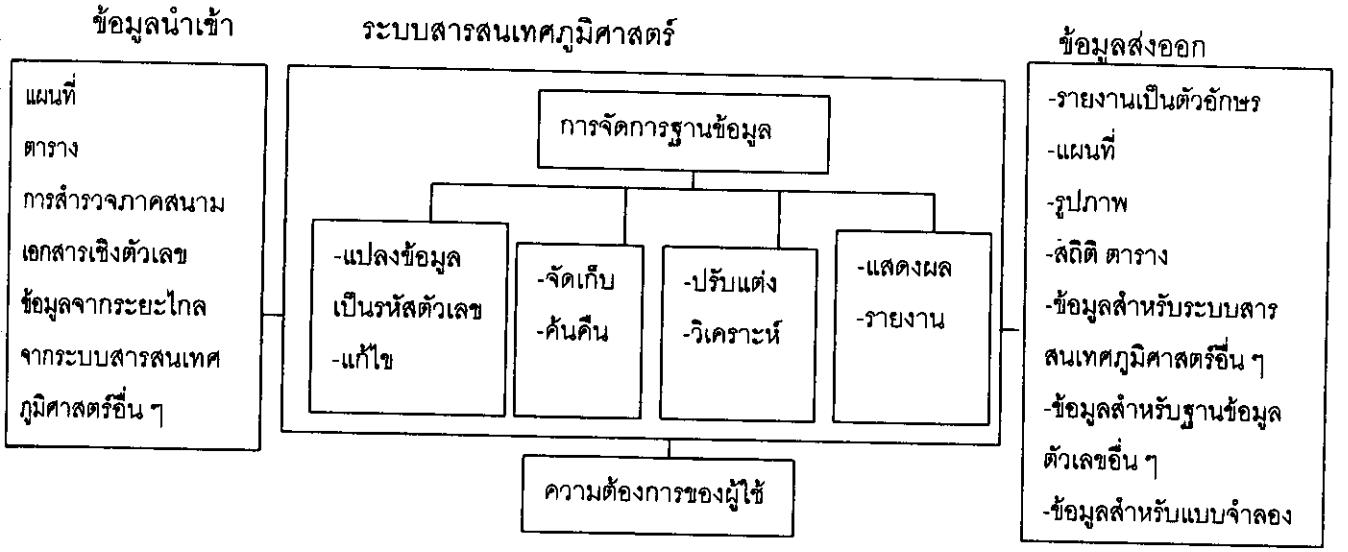
ภาพที่ใช้ในการอ้างอิง	ภาพที่ถูกประเมิน: ชุมชน	พืชผล	ทุ่งหญ้า	น้ำ	ป่าไม้	พื้นที่โล่ง	รวม
ชุมชน	150	21	0	7	17	30	225
พืชผล	0	730	93	14	115	21	973
ทุ่งหญ้า	33	121	320	23	54	43	594
น้ำ	3	18	11	83	8	3	126
ป่าไม้	23	81	12	4	350	13	483
พื้นที่โล่ง	39	8	15	3	11	115	191
รวม	248	979	451	134	555	225	1748

หมายเหตุ : จุดภาพที่จำแนกได้ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับจุดภาพทั้งหมด (Overall Accuracy) = ผลรวมของแนวทแยง / ค่าสังเกตุการณ์ทั้งหมด คือ 1748 / 2592 = 67.4 %

ที่มา : Campbell, 1987

5.3 **<u>การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรีโมทเซนซิ่งเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน</u>**

ในปัจจุบันได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลจากการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ร่วมกันมากขึ้นทั้งในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแสดงการเชื่อมโยงระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรีโมทเซนซิ่ง ดังภาพประกอบ 2.10



ภาพประกอบ 2.10 การเชื่อมโยงระหว่างฐานข้อมูลและโครงสร้างการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และรีโมทเซนซิ่งสำหรับงานวิจัยทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่นิยมอย่างเพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยต่าง ๆ เช่น จากการศึกษาของพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีและคณะ (2532) ในการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดนราธิวาส โดยเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยคอมพิวเตอร์บริเวณพรุโต๊ะแดง บ้านเกาะสะท้อน ระแงะ พระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์และปริมณฑล ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีความถูกต้องร้อยละ 89 88 80 และ 85 ตามลำดับ นอกเหนือจากงานวิจัยของพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีและคณะ (2532) แล้วยังพบว่ามีงานวิจัยของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา (2535) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสงขลา โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM เช่นเดียวกัน แต่ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธีการจำแนกจากสายตา และเมื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2519 พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดสงขลาระหว่างปี พ.ศ. 2519 ถึงปี พ.ศ. 2535 มีพื้นที่นากุ้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่ป่าไม้ ป่าชายเลนและนาข้าวมีพื้นที่ลดลง แต่จากผลการศึกษาไม่สามารถระบุได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่นากุ้งมาจากพื้นที่ใดส่วนการลดลงของนาข้าว ป่าไม้และป่าชายเลนได้เปลี่ยนแปลงไปเพื่อใช้ประโยชน์อะไร