ทฤษฎีเบื้องหลังการฟื้นฟู

เรียบเรียงโดย
เดีย พนิตนาถ แซนนอน

FRAME
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union
60 ปี ชีววิทยา มช.
FORRU

ทฤษฎีเบื้องหลังการฟื้นฟู

เรียบเรียงโดย
เดีย พนิตนาถ แชนนอน

ภาพปก : อดิน ฮิว แชนนอน
จัดรูปเล่ม : รัตนมน อ้ายเสาร์

พิมพ์ครั้งแรก 2566

ISBN : 978-616-398-882-9

เดีย พนิตนาถ แชนนอน, 2566. ทฤษฎีเบื้องหลังการฟื้นฟู. หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเทศไทย.

สนับสนุนโดย
โครงการ “ป่าไม้ กับการบรรเทาผลกระทบ และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความร่วมมือระดับอุดมศึกษาในภูมิภาคแม่น้ำโขง
(Forests, climate change mitigation and adaptation: Higher Education Cooperation in Mekong region, FRAME)”

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

จัดพิมพ์โดย : หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พิมพ์ที่ : บริษัท วิทอินดีไซน์ จำกัด (9 ถนนเจริญประเทศ ซอย 9 ตำบลช้างคลาน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100)

...ขอบคุณแรงบันดาลใจและแรงผลักดันจาก อ.สตีเฟน เอลเลียต
ขอบคุณทีมงาน FORRU สำหรับบรรยากาศการเติบโตที่มีคุณภาพ
และขอบคุณสมาชิกครอบครัวที่เป็นส่วนหนึ่งของกันและกันในทุกการเดินทางของชีวิต...

คำนำ

จากประสบการณ์การฟื้นฟูป่าไม้ในประเทศไทยกว่า 37 ปี ของมูลนิธิสถาบันราชพฤกษ์ มีปัจจัยหลัก 3 ประการ ที่มูลนิธิฯ ยึดถือเป็นหัวใจของการทำงานเพื่อให้การฟื้นฟูป่าประสบความสำเร็จและยั่งยืน

ประการแรก คือ ความเข้าใจในบริบทของพื้นที่ เพราะแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ทั้งในมิติเชิงนิเวศวิทยา สังคม ประวัติศาสตร์ การเมืองการปกครอง โครงการฟื้นฟูจะสำเร็จหรือไม่จึงขึ้นอยู่กับความเข้าใจมิติต่างๆ นี้อย่างเป็นองค์รวม ตีโจทย์ให้แตก และออกแบบวิธีการฟื้นฟูที่เหมาะสมและเป็นไปได้จริงที่สุด

ประการที่สอง คือ มีหลักการทางวิชาการในการคัดเลือกพันธุ์ไม้และการติดตามผล กล่าวโดยย่อ คือ ถ้าคัดเลือกกล้าไม้ที่แกร่ง โตดี โตไว เหมาะสมกับพื้นที่ได้ ก็มีชัยไปกว่าครึ่ง ส่วนอีกครึ่งที่เหลือที่สำคัญไม่แพ้กัน คือ การดูแลรักษาและติดตามผลต่อเนื่องอย่างน้อย 2 ปี

ประการสุดท้ายและเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ การทำงานร่วมกับคนในพื้นที่ ทุกโครงการที่มูลนิธิฯ ดำเนินการจะต้องส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่ เราจึงให้เวลากับการสื่อสาร สร้างความไว้วางใจ สร้างความเข้าใจ จนเกิดเป็นความผูกพันและพลังให้ชุมชนเข้ามาร่วมเป็นเจ้าของโครงการและมุ่งมั่นที่จะดูแลพื้นที่บ้านเกิดของพวกเขาต่อไปให้ยั่งยืน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า กระบวนการฟื้นฟูป่าที่จะประสบความสำเร็จนั้น ต้องมีความรู้ความเข้าใจแบบองค์รวม ตั้งอยู่บนฐานวิชาการ และมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันสังคมส่วนใหญ่ยังเข้าใจว่าการฟื้นฟู คือ การปลูกต้นไม้ และมองว่าการฟื้นฟูเป็นเรื่องไกลตัวที่แทบจะไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตของตนเอง หนังสือทฤษฎีเบื้องหลังการฟื้นฟูป่าเล่มนี้ ได้รวบรวมองค์ความรู้ด้านการฟื้นฟูเชิงนิเวศ โดยมองการฟื้นฟูจากหลายมิติอย่างรอบด้าน เชื่อมโยงภาคทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติอย่างเป็นระบบ จึงเปรียบเสมือนคู่มือนำทางให้กับผู้คนในวงการอนุรักษ์และฟื้นฟู รวมไปถึงเป็นเครื่องมือที่จะช่วยสื่อสารให้สังคมเข้าใจว่าการฟื้นฟูไม่ได้มีเพียงแค่การปลูกต้นไม้ แต่เป็นเรื่องของการรักษาความสมดุลและความสัมพันธ์ระหว่างความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและคุณภาพชีวิตของคน เพื่อให้ธรรมชาติกับคนอยู่ร่วมกันได้อย่างยั่งยืน

กิติยา โสภณพนิช
เลขาธิการมูลนิธิสถาบันราชพฤกษ์

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
บทที่ 1 แนวคิดหลักของนิเวศวิทยาการฟื้นฟู	3
1.1 การฟื้นฟูเชิงนิเวศในโลกปัจจุบัน	4
1.2 ความสัมพันธ์ของการฟื้นฟูเชิงนิเวศกับกิจกรรมอื่นๆ	6
1.3 มุมมองเกี่ยวกับหลักนิเวศวิทยา	8
1.4 มุมมองเกี่ยวกับความเสถียรและการรบกวน	12
1.5 ระบบนิเวศอ้างอิง	13
1.6 จากการอนุรักษ์สู่การฟื้นฟู	15
บทที่ 2 นิเวศวิทยาและการฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่าเขตร้อน	17
2.1 การรบกวนในระบบนิเวศป่า	18
2.2 วัฏจักรการฟื้นตัวของป่า	20
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราของการเข้ามาและการตั้งตัวของพืชป่าหลังการรบกวน	24
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศ	25
2.5 การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหยุดชะงัก	29
บทที่ 3 ผลของการรบกวนจากมนุษย์	31
3.1 อิทธิพลของมนุษย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเขตร้อน	32
3.2 ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อโครงสร้างเครือข่าย	36
3.3 ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการทำงานของระบบนิเวศ	40

สารบัญ

	หน้า
3.4 แนวคิดเชิงปฏิบัติของนิเวศวิทยาการฟื้นฟู	42
บทที่ 4 ยุทธวิธีการฟื้นฟูป่าในเขตร้อน	47
4.1 การเลือกแนวทางการฟื้นฟู	48
4.2 วิธีการนำพืชเข้าไปในพื้นที่เชิงรุก	53
4.3 การเลือกแนวทางการฟื้นฟูจากการประเมินโอกาสด้านการฟื้นฟู	59
4.4 การฟื้นฟูบริการจากระบบนิเวศ	62
บทที่ 5 มุมมองด้านสังคมของการฟื้นฟู	71
5.1 เป้าหมายการสร้างป่า	72
5.2 เป้าหมายการฟื้นฟูและความสำเร็จ	75
5.3 ประเภทที่ดินและเงื่อนไขตามกฎหมายในการปลูกป่า	78
5.4 บทบาทชุมชนท้องถิ่นในการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้	80
5.5 การปรับปรุงและการปรับตัวทางสังคม	85
บทที่ 6 การติดตามและประเมินผลโครงการฟื้นฟู	89
6.1 หลักการสำคัญเกี่ยวกับการติดตามและการประเมินผลโครงการฟื้นฟู	90
6.2 การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วม	95
6.3 องค์ประกอบสำคัญสำหรับการออกแบบระบบการติดตามอย่างมีส่วนร่วม	98
6.4 ตัวอย่างเครื่องมือ	103

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 7 การฟื้นฟูเชิงนิเวศและการรุกรานทางชีวภาพ	105
7.1 ความหมายและปัจจัยส่งเสริมการรุกราน	106
7.2 ผลกระทบจากพืชต่างถิ่นรุกรานต่อระบบนิเวศ	109
7.3 แนวทางการจัดการชนิดต่างถิ่นรุกราน	111
7.4 การใช้หลักการเกี่ยวกับจุดวิกฤติในการฟื้นฟูเชิงนิเวศ	113
7.5 สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นกับการฟื้นฟูเชิงนิเวศ	115
บทที่ 8 การฟื้นฟูป่าและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	117
8.1 บทบาทของป่าในวัฏจักรคาร์บอนของโลก	118
8.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	120
8.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภูมิทัศน์ป่าไม้	122
8.4 การบรรเทาผลกระทบและการปรับตัวในภูมิทัศน์ป่าไม้	124
8.5 การฟื้นฟูเชิงนิเวศและการเปลี่ยนแปลงระดับโลก	133
บทที่ 9 การฟื้นฟูป่าและทางสู่ความยั่งยืน	135
9.1 ความท้าทายของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ท่ามกลาง การเปลี่ยนแปลงระดับโลก	136
9.2 แง่มุมด้านเศรษฐศาสตร์และการเมือง	142
9.3 องค์ความรู้ข้ามสาขาและวิทยาศาสตร์แห่งความยั่งยืน	144
9.4 เป้าหมายแห่งการพัฒนาที่ยั่งยืนและการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้	146
บรรณานุกรม	149
บันทึกผู้เขียน	157
เกี่ยวกับผู้เขียน	158

บทนำ

ท่ามกลางความท้าทายทั้งระดับโลกและระดับพื้นที่ การฟื้นฟูเชิงนิเวศที่ยั่งยืนต้องคำนึงถึงความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้คน นิเวศวิทยาการฟื้นฟูเน้นการสร้างองค์ความรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการฟื้นตัวของระบบนิเวศ มีความเชื่อมโยงกับหลักการและแนวคิดทางนิเวศวิทยาอย่างใกล้ชิด การเลือกวิธีการและชนิดของพืชที่ใช้ในการฟื้นฟูขึ้นอยู่กับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการซึ่งควรมาจากการกำหนดร่วมกันจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย การฟื้นฟูเชิงนิเวศควรจะมีการวางแผนในฐานะของการเป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนในหลายระดับ นำไปสู่ความยั่งยืนในระดับภูมิทัศน์อย่างแท้จริง

หนังสือเล่มนี้ได้รวบรวมเนื้อหาครอบคลุมถึงการรบกวนที่ส่งผลต่อกระบวนการฟื้นตัวของธรรมชาติ ทำให้มวลชีวภาพลดลงและสภาพดินเปลี่ยนแปลงไป สมดุลระหว่างอัตราการรบกวนและอัตราการฟื้นตัวเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในสังคมพืช การรบกวนจะส่งผลต่อประเภทของการเปลี่ยนแปลงแทนที่และวิถีการเข้ามาของพืช การฟื้นฟูเชิงนิเวศคือการจัดการกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ มักช่วยเร่งการเปลี่ยนแปลงสภาพดินและองค์ประกอบชนิดสิ่งมีชีวิตให้ไปสู่จุดหมายที่ต้องการ อย่างที่ทราบกันดีว่าแรงผลักสำคัญของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเขตร้อนมาจากผลทั้งทางตรงและทางอ้อมของกิจกรรมของมนุษย์ เครือข่ายสิ่งมีชีวิตจะมีความแข็งแรงน้อยลงหากมีการสูญเสียสิ่งมีชีวิตที่เป็นจุดเชื่อมหรือมีปฏิสัมพันธ์จำนวนมากกับสิ่งมีชีวิตอื่นในสายใยอาหาร และมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของชุมชีพในภาพรวม หากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหายไปจากระบบนิเวศ ผลที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเฉพาะกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นแต่เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องด้วย ความสัมพันธ์เหล่านี้สามารถส่งผลต่อการรอดชีวิตหรือการทำงานของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นหรือระบบนิเวศเอง นำไปสู่การลดลงของความสามารถในการให้บริการของระบบนิเวศในที่สุด

แนวทางการคัดเลือกวิธีฟื้นฟูที่เหมาะสมขึ้นกับผลจากการประเมินปัจจัยที่ขัดขวางการฟื้นตัวตามธรรมชาติ หรือการประเมินความเสื่อมโทรมของพื้นที่ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากจากปัจจัยระดับพื้นที่และระดับภูมิทัศน์ หากพิจารณาเป้าหมายเพื่อปรับปรุงบริการจากระบบนิเวศ สามารถแยกพิจารณาเป็นการฟื้นฟูเพื่อการอนุรักษ์สิ่งมีชีวิต การปรับปรุงคุณภาพของน้ำและดิน การบรรเทาและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพื่อการเพิ่มผลิตภัณฑ์จากป่า การมีเป้าหมายของการฟื้นฟูที่ชัดเจนเป็นส่วนสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก นอกจากนี้การต่อรอง การจัดลำดับความสำคัญ และการสื่อสารเป้าหมายของการฟื้นฟูในกระบวนการมีส่วนร่วมเป็นกุญแจสำคัญต่อความสำเร็จของการวางแผนงาน รวมถึงการวิเคราะห์ความเป็นจริงทางเศรษฐกิจสังคม แรงจูงใจ ความคาดหวัง แรงกดดัน และความต้องการของชุมชนท้องถิ่น จะเป็นปัจจัยสนับสนุนเพื่อช่วยป้องกันความล้มเหลวของโครงการฟื้นฟู

การติดตามผลคือกระบวนที่มีการเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอและใช้ข้อมูลนั้นในกระบวนการตัดสินใจเพื่อการจัดการ การติดตามผลมีความสำคัญต่อโครงการอนุรักษ์ทุกขนาดและทุกรูปแบบรวมถึงการฟื้นฟูเชิงนิเวศ เพื่อแสดงถึงผลที่เกิดขึ้นและเพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิผลของโครงการ การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมคือระบบที่เปิดโอกาสในผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากหลายระดับเข้ามามีบทบาทในการออกแบบ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้เป้าหมายของการฟื้นฟูอาจมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการดำเนินงาน การติดตามผลจะสร้างข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการจัดการที่มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับได้ และช่วยสร้างกลไกสำหรับการเรียนรู้ของสังคมผ่านกระบวนการวิเคราะห์ผลที่มีความรอบคอบร่วมกัน

ความท้าทายระดับโลกในปัจจุบันที่ไม่สามารถมองข้ามได้ 2 เรื่อง คือ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานส่งผลกระทบในหลายลำดับขั้นทางนิเวศวิทยา การเข้ามาตั้งตัวของพืชชนิดใหม่มักเปลี่ยนโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ นิเวศวิทยาการฟื้นฟูมักให้ความสำคัญกับผลที่เกิดขึ้นภายหลังจากการรุกรานต่อประชากรหรือสังคมสิ่งมีชีวิต การเลือกแนวทางการจัดการชนิดต่างถิ่นรุกรานขึ้นอยู่กับสถานะความเสื่อมโทรมของระบบและสาเหตุของการเกิดความเสื่อมโทรม

ท่ามกลางความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การฟื้นฟูระบบนิเวศป่าได้รับความสนใจมากเนื่องจากป่าเป็นแหล่งเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ที่มีเสถียรภาพ อัตราการดูดซับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศขึ้นกับอายุและความสามารถในการผลิตของป่า ตัวบ่งชี้อัตราการปลดปล่อยคาร์บอนจากป่าคือประเภทและความรุนแรงของการรบกวนที่จะส่งผลต่อปริมาณของคาร์บอนที่ป่าเก็บได้และปล่อยออกไปสู่ชั้นบรรยากาศเมื่อเกิดการทำลาย งานด้านการอนุรักษ์และการฟื้นฟูเชิงนิเวศจำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่สำหรับการพัฒนาทางวิวัฒนาการ จำเป็นต้องวางแผนให้สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่มีอิทธิพลจากมนุษย์ในบริบทของสภาพภูมิอากาศทั้งระดับภูมิภาคและระดับโลก สุดท้ายนี้การฟื้นฟูเชิงนิเวศจะเป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนเป้าหมายแห่งการพัฒนาสู่อนาคตของโลกที่ยั่งยืนต่อไป

บทที่ 1
แนวคิดหลักของ นิเวศวิทยาการฟื้นฟู

นิเวศวิทยาการฟื้นฟูเป็นวิทยาศาสตร์ธรรมชาติประยุกต์ที่มีความเชื่อมโยงกับสังคมศาสตร์อย่างแยกกันไม่ออก เป็นจุดก้าวกระโดดจากองค์ความรู้แบบกว้างไปสู่ความเป็นสหวิทยาการและการแก้ปัญหาในหลายมิติ กิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุหลักของความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ การทำลายถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติส่งผลต่อการทำงานเชิงนิเวศและต่อบริการจากระบบนิเวศที่หล่อเลี้ยงมนุษย์ทุกคนบนโลก ศาสตร์ด้านนิเวศวิทยาการฟื้นฟูเป็นการหลอมรวมแนวคิดอันหลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการฟื้นตัวของระบบนิเวศ ไม่ว่าจะเป็นความรู้ทางทฤษฎี การสังเคราะห์ แบบจำลอง การทดสอบสมมติฐานจากการทดลอง หรือการวางแผนติดตามผลและประเมินโครงการที่กำลังดำเนินงานอยู่ เหล่านี้ล้วนเป็นแรงผลักสำคัญที่จะทำให้สามารถไปสู่เป้าหมายได้ เนื้อหาบทนี้จะอธิบายแนวคิดสำคัญของการฟื้นฟูเชิงนิเวศ หลักการทางนิเวศวิทยาที่เป็นรากฐานสำคัญต่อการฟื้นฟู มุมมองเกี่ยวกับความเสถียรและการรบกวน รวมไปถึงตัวอย่างการออกแบบสภาพอ้างอิงเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศ

1.1 การฟื้นฟูเชิงนิเวศในโลกปัจจุบัน

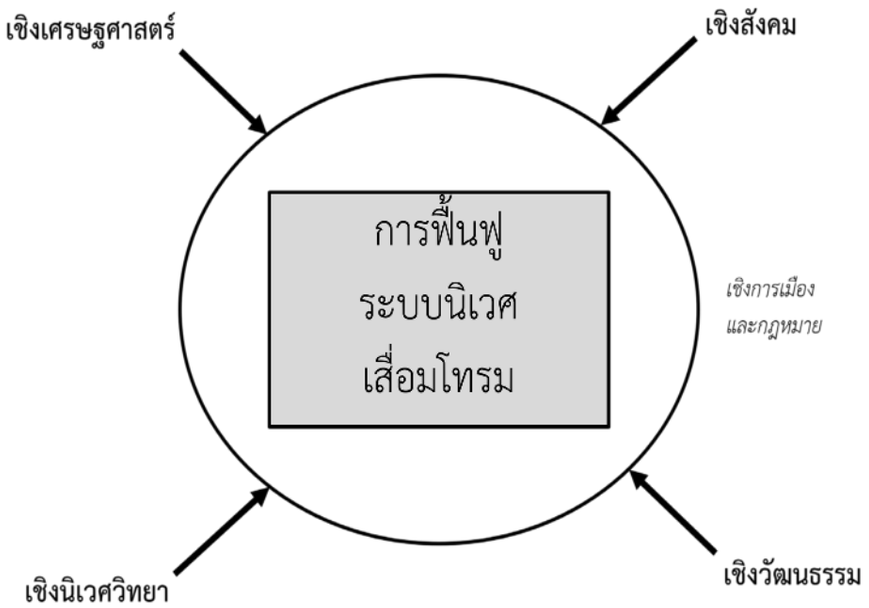
จากเอกสารความรู้เบื้องต้นของสมาคมเพื่อการฟื้นฟูเชิงนิเวศ (Society for Ecological Restoration) ปี ค.ศ. 2004 ได้อธิบายว่าการฟื้นฟูเชิงนิเวศ (ecological restoration) หมายถึง กระบวนการส่งเสริมการฟื้นตัวของระบบนิเวศที่ถูกทำให้เสื่อมโทรม เสียหาย หรือถูกทำลาย ซึ่งคำจำกัดความดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้อธิบายความหมายของคำว่า การฟื้นฟูระบบนิเวศ (ecosystem restoration) ด้วย ดังเช่นในประกาศ “ทศวรรษแห่งการฟื้นฟูระบบนิเวศ (พ.ศ. 2564-2573)” ของสหประชาชาติ

ทศวรรษแห่งการฟื้นฟูระบบนิเวศแห่งสหประชาชาติเป็นการสร้างกระแสความสนใจระดับโลกสำหรับการปกป้องและการฟื้นฟูระบบนิเวศทั่วโลกเพื่อประโยชน์ทั้งต่อผู้คนและธรรมชาติ ประกาศดังกล่าวมุ่งหวังที่จะยับยั้งความเสื่อมโทรมและฟื้นฟูระบบนิเวศให้ได้ตามเป้าหมายระดับโลก ระบบนิเวศที่สมบูรณ์จะสามารถยกระดับความเป็นอยู่ของผู้คน รับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และแก้ปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ประกาศของสหประชาชาติเป็นแรงสำคัญในการสร้างการเคลื่อนไหวระดับโลกสำหรับผลักดันการฟื้นฟูและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสู่อนาคตที่ยั่งยืน รวมถึงสร้างแรงกระเพื่อมทางการเมืองที่ส่งผลต่อการฟื้นฟูไปพร้อมกับการเกิดขึ้นของโครงการใหม่จำนวนมาก เป็นจุดศูนย์กลางสำหรับคนจากทุกภาคส่วนในการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ หน่วยงานที่ทำงานเกี่ยวข้อง แหล่งงบประมาณ และความรู้ที่จำเป็นในการทำให้การฟื้นฟูประสบความสำเร็จ (www.decadeonrestoration.org)

การฟื้นฟูระบบนิเวศหรือการฟื้นฟูเชิงนิเวศ ได้รับการกล่าวถึงในสนธิสัญญาระหว่างประเทศและหลายกิจกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทั่วโลก นิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) เป็นทฤษฎีและแนวคิดหลักในการสร้างฐานความรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นองค์ความรู้สำหรับการฟื้นฟูเชิงนิเวศ (ecological restoration) เป็นศาสตร์ที่ได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา ความสนใจของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับนิเวศวิทยาการฟื้นฟูมีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการก่อตั้งสมาคมเพื่อการฟื้นฟูเชิงนิเวศ (Society for Ecological Restoration) ในช่วงปลายทศวรรษ 1980

การฟื้นฟูเชิงนิเวศ เป็นการดำเนินการฟื้นฟูเชิงปฏิบัติโดยมีการลงมือปฏิบัติจริงในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ในขณะที่นิเวศวิทยาการฟื้นฟู เป็นวิทยาศาสตร์พื้นฐานของกิจกรรมการฟื้นฟูดังกล่าว ตามทฤษฎีแล้วนิเวศวิทยาการฟื้นฟูจะต้องมีแนวคิดชัดเจน มีแบบจำลอง วิธีการและอุปกรณ์ที่จะสนับสนุนผู้ปฏิบัติงาน บางครั้งผู้ปฏิบัติงานและนักนิเวศวิทยาฟื้นฟูสามารถเป็นคนกลุ่มเดียวกัน ถือเป็นความเชื่อมโยงระหว่างภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี ขอบเขตของงานนิเวศวิทยาการฟื้นฟูไม่ได้จำกัดแค่การลงมือปฏิบัติด้านการฟื้นฟูเท่านั้น นักนิเวศวิทยาฟื้นฟูสามารถใช้พื้นที่โครงการฟื้นฟูเป็นแปลงทดลองเพื่อพัฒนาทฤษฎีทางด้านนิเวศวิทยาได้ด้วย เช่น ข้อมูลที่ได้มาจากพื้นที่โครงการอาจมีประโยชน์ต่อการตอบคำถามเกี่ยวกับการรวมกลุ่มของสังคมสิ่งมีชีวิต เป็นต้น นอกจากนี้ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูสามารถใช้เป็นพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติได้อีกด้วย (SER International Science and Policy Working Group, 2004)

ในมุมมองทางวิทยาศาสตร์ การมาบรรจบกันของศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ ชีววิทยาการอนุรักษ์ (conservation biology) นิเวศวิทยาการฟื้นฟู (restoration ecology) และวิทยาศาสตร์ความยั่งยืน (sustainability science) เป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจในแวดวงของการฟื้นฟูเชิงนิเวศ นอกจากความเข้าใจทางชีวกายภาพแล้ว ความเข้าใจในมิติเชิงเศรษฐศาสตร์ เชิงสังคมและการเมืองจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาควบคู่ไปกับการวางแผนทั้งด้านการเงินและองค์ความรู้ด้านนิเวศวิทยา ดังองค์ประกอบในภาพ 1.1 หรือกล่าวในอีกแง่หนึ่งว่าการฟื้นฟูเชิงนิเวศเป็นการผสมผสานองค์ความรู้ความเข้าใจ การทำงานร่วมกันระหว่างผู้เชี่ยวชาญที่มีความหลากหลาย รวมไปถึงการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพระหว่างผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน



ภาพ 1.1 องค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน ของการฟื้นฟูเชิงนิเวศ
(ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson, 2012)

การฟื้นฟูเชิงนิเวศมีเป้าหมายในการปกป้องและซ่อมแซมธรรมชาติ ในที่นี้อาจพิจารณาในแง่ของระบบนิเวศหรือความหลากหลายทางชีวภาพ หรือมุมมองที่นักเศรษฐศาสตร์เรียกว่าทุนทางธรรมชาติ (natural capital) หมายถึงทรัพยากรธรรมชาติทั้งที่สามารถนำกลับมาใช้ได้และนำกลับมาใช้ไม่ได้ เป็นแหล่งรวบรวมผลิตภัณฑ์และบริการทางระบบนิเวศให้กับสังคม มุมมองเกี่ยวกับธรรมชาติมีความแตกต่างตามแนวคิดและยุคสมัยที่แตกต่างกันไป

1.2 ความสัมพันธ์ของการฟื้นฟูเชิงนิเวศกับกิจกรรมอื่นๆ

การฟื้นฟูเชิงนิเวศ คือ หนึ่งในการลงมือปฏิบัติที่มุ่งปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่ทั้งทางชีวภาพและกายภาพ และมักเป็นที่สับสนกับกิจกรรมฟื้นฟูทั่วไป เช่น การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย (rehabilitation) การฟื้นฟูสภาพดิน (reclamation) การบรรเทาความเสียหาย (mitigation) นิเวศวิศวกรรม (ecological engineering) และแม้กระทั่งสับสนกับคำศัพท์ที่ไม่ค่อยพบบ่อยนัก เช่น การสร้างใหม่ (creation) หรือการประดิษฐ์ (fabrication) (SER International Science and Policy Working Group, 2004) กิจกรรมเหล่านี้มีความเชื่อมโยงกันและอาจถูกจัดเป็นส่วนหนึ่งของการฟื้นฟูเชิงนิเวศถ้าสามารถทำให้เกิดคุณลักษณะที่เหมาะสม โดยทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมฟื้นฟูอื่น การฟื้นฟูเชิงนิเวศให้ความสำคัญมากกว่ากับการดูแลพื้นที่หลังเริ่มโครงการ ทั้งนี้เพื่อทำให้แน่ใจว่าในท้ายที่สุดระบบจะมีคุณลักษณะที่ต้องการ

การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย (rehabilitation)

มีจุดที่คล้ายคลึงกับการฟื้นฟูเชิงนิเวศตรงที่ใช้ระบบนิเวศในอดีตหรือระบบนิเวศที่มีอยู่ก่อนหน้าเป็นต้นแบบหรือจุดอ้างอิง แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องเป้าหมายและกลยุทธ์ การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัยให้ความสำคัญกับการซ่อมแซมกระบวนการทางนิเวศ การผลิตขั้นต้นและการบริการของระบบนิเวศ ในขณะที่เป้าหมายของการฟื้นฟูเชิงนิเวศจะรวมไปถึงการสร้างความสมบูรณ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแง่ขององค์ประกอบชนิดและโครงสร้างสังคมสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่เดิม อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูเชิงนิเวศในแง่ของการเป็นแนวคิดแบบกว้างจะครอบคลุมโครงการส่วนใหญ่ที่ถูกระบุว่าเป็นการฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย

การฟื้นฟูสภาพดิน (reclamation)

ถูกใช้กันทั่วไปในบริบทของการฟื้นฟูเหมืองในทวีปอเมริกาเหนือและสหราชอาณาจักร คำศัพท์นี้ถูกนำไปใช้ในความหมายที่กว้างกว่าการฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย วัตถุประสงค์หลักของการฟื้นฟูสภาพดินคือการรักษาเสถียรภาพหน้าดิน ความปลอดภัย การปรับปรุงทัศนียภาพ และการนำพื้นที่กลับมาใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยทั่วไปการปลูกพืชทดแทนเป็นส่วนหนึ่งของการฟื้นฟูสภาพที่ดิน ทั้งนี้อาจเป็นการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวหรือไม่กี่ชนิดก็ได้ โครงการฟื้นฟูสภาพดินที่ดำเนินการบนพื้นฐานทางนิเวศวิทยาอาจมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับการฟื้นฟูถิ่นอาศัยหรือแม้กระทั่งการฟื้นฟูเชิงนิเวศได้

การบรรเทาความเสียหาย (mitigation)

เป็นวิธีปฏิบัติที่มุ่งบรรเทาความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อม การบรรเทาความเสียหายเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานในสหรัฐอเมริกา เป็นเงื่อนไขสำคัญของการออกใบอนุญาตสำหรับโครงการของเอกชนและโครงการของภาครัฐที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่ชุ่มน้ำ อย่างไรก็ตามโครงการบรรเทาความเสียหายบางโครงการสามารถฟื้นคุณลักษณะทางนิเวศบางอย่างให้คล้ายคลึงกับระบบนิเวศหลังฟื้นฟู ในกรณีเช่นนี้การบรรเทาความเสียหายอาจถูกจัดเป็นการฟื้นฟูเชิงนิเวศได้

นิเวศวิศวกรรม (ecological engineering)

เกี่ยวข้องกับการจัดการวัสดุธรรมชาติ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมทางเคมีกายภาพ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงและเพื่อแก้ปัญหาทางเทคนิคบางอย่าง มีความแตกต่างจากวิศวกรรมโยธาซึ่งเกี่ยวข้องกับวัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น เหล็กและคอนกรีต มีความสามารถในการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นอย่างแม่นยำโดยใช้หลักการออกแบบทางวิศวกรรมทั้งหมด ในขณะที่การฟื้นฟูเชิงนิเวศจะตระหนักและยอมรับผลที่ไม่สามารถทำนายได้อย่างแม่นยำ รวมถึงการตั้งเป้าหมายซึ่งมองไปมากกว่าการปฏิบัติตามวิธีการอย่างเคร่งครัด มีการคำนึงถึงความหลากหลายทางชีวภาพ ความสมบูรณ์และสุขภาพของระบบนิเวศ ทั้งนี้เมื่อความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ไม่ใช่ประเด็นหลัก งานนิเวศวิศวกรรมหลายโครงการสามารถขยายขอบเขตออกไปจนมีคุณสมบัติจัดเป็นการฟื้นฟูเชิงนิเวศได้

เมื่อไม่นานนี้เริ่มมีการใช้ศัพท์ การสร้างใหม่ (creation) อย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุมเลย บางครั้งอาจมีการใช้คำศัพท์คือการประดิษฐ์ (fabrication) แทนคำว่าการสร้างใหม่ และบ่อยครั้งที่การปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง อาจถึงขั้นต้องมีการสร้างระบบนิเวศใหม่แทนระบบนิเวศที่พบก่อนหน้า การสร้างใหม่ ที่มีการลงมือปฏิบัติเชิงวิศวกรรมและภูมิสถาปัตยกรรมไม่จัดเป็นการฟื้นฟู เพราะว่าการฟื้นฟูเชิงนิเวศจะมุ่งสร้างหรือกระตุ้นกระบวนการพัฒนาของระบบนิเวศตามวิถีที่ต้องการ จากนั้นกระบวนการภายในระบบนิเวศจะพัฒนาไปสู่สถานะขั้นถัดไปโดยมีการแทรกแซงของมนุษย์น้อยที่สุดหรือไม่มีเลย

1.3 มุมมองเกี่ยวกับหลักนิเวศวิทยา

งานวิจัยด้านการฟื้นฟูเชิงนิเวศมีความเชื่อมโยงกับหลักการและแนวคิดนิเวศวิทยาพื้นฐานอย่างใกล้ชิด ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการดังกล่าวส่งผลต่อความสำเร็จของการฟื้นฟู ตัวอย่างเช่น การแข่งขัน (competition) และปัจจัยจำกัดทางสรีระวิทยา (physiological limits) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ด้านพืชมาอย่างยาวนาน ในงานด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศ ผู้ปฏิบัติมีความสนใจในผลที่เกิดจากการรบกวนตามธรรมชาติที่มีต่อความสามารถในการทำงานของระบบนิเวศ หลักนิเวศวิทยาพื้นฐานที่สำคัญต่องานด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศ (Young et al., 2005) ได้แก่

1

การแข่งขัน (competition)

(พืช) สิ่งมีชีวิตแก่งแย่งทรัพยากรกัน ระดับการแข่งขันเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างแต่ละสิ่งมีชีวิตและปริมาณทรัพยากรลดลง

2

ชีพพิสัย (niches)

สิ่งมีชีวิตมีข้อจำกัดทางสรีระวิทยาและชีววิทยาที่กำหนดขอบเขตที่สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ การคัดเลือกชนิดและชุมชีพอ้างอิงจำเป็นต้องมีความเหมาะกับสภาพแวดล้อม

3

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession)

ในระบบนิเวศหลากหลายแบบ ชุมชีพมีแนวโน้มสามารถฟื้นตัวตามธรรมชาติภายหลังการรบกวนทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ การฟื้นฟูมักจะประกอบด้วยการส่งเสริมหรือการเร่งกระบวนการดังกล่าว ในบางกรณีกิจกรรมการฟื้นฟูอาจจำเป็นต้องซ่อมแซมความเสียหาย (เช่น คุณภาพดิน) ก่อนที่กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิจะสามารถเกิดขึ้นได้

4

ข้อจำกัดของการเข้ามาในพื้นที่ (recruitment limitation)

ช่วงแรกของชีวิตพืชคือระยะที่เป็นอุปสรรคสำคัญของการเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ การช่วยเหลือพืชในระยะนี้ (เช่น การรดน้ำ การเพิ่มธาตุอาหารในดิน การลดการแข่งขันจากวัชพืช และการป้องกันจากสัตว์กินพืช) จะสามารถเพิ่มความสำเร็จของอัตราการตั้งตัวของพืชอย่างมาก

5

การอำนวยความสะดวก (facilitation)

การปรากฏของพืชบางชนิด (หรือบางกลุ่ม) ส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ เช่น พืชที่สามารถตรึงไนโตรเจน พืชคลุมดินหรือพืชที่สามารถให้ร่มเงาอย่างรวดเร็ว

6

ภาวะพึ่งพา (mutualisms)

สิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น เชื้อไมคอไรซา สัตว์ช่วยกระจายเมล็ด และตัวผสมเกสร มีประโยชน์และบทบาทสำคัญต่อความสามารถในการเข้ามาตั้งตัวและการทดแทนของพืช

7

การกินพืช/การล่า (herbivory/predation)

สัตว์กินพืชและผู้ล่าเมล็ดมักจะชะลอหรือยับยั้งการเข้ามาทดแทนประชากรของพืชทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมีอิทธิพลจากมนุษย์

8

การรบกวน (disturbance)

การรบกวนมีความหลากหลายทั้งในแง่ของขนาดและความถี่ เป็นองค์ประกอบตามธรรมชาติที่สำคัญของชุมชีพจำนวนมาก การฟื้นฟูเชิงนิเวศอาจจำเป็นต้องฟื้นฟูรูปแบบการรบกวนเหล่านี้ด้วย

9

ทฤษฎีชีวภูมิศาสตร์ของเกาะ (island biogeography)

พื้นที่ที่เชื่อมติดกันและมีขนาดใหญ่สามารถรองรับสิ่งมีชีวิตได้มากกว่า และส่งเสริมการเข้ามาตั้งตัวของสิ่งมีชีวิตได้ดีกว่า ทั้งนี้รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นด้วย

10

การทำงานของระบบนิเวศ (ecosystem function)

การเคลื่อนที่ของสารอาหารและพลังงานเป็นองค์ประกอบสำคัญของการทำงานและเสถียรภาพของระบบนิเวศ ทั้งนี้อาจมีระดับแตกต่างกันในแง่ของพื้นที่และเวลา

11

อีโคไทป์ (ecotypes)

ประชากรสิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมท้องถิ่นแตกต่างกันไปในมุมของทั้งพื้นที่และเวลา การเลือกสิ่งมีชีวิตที่มีรูปแบบนิเวศเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมท้องถิ่นจะช่วยเพิ่มความสำเร็จของการฟื้นฟู

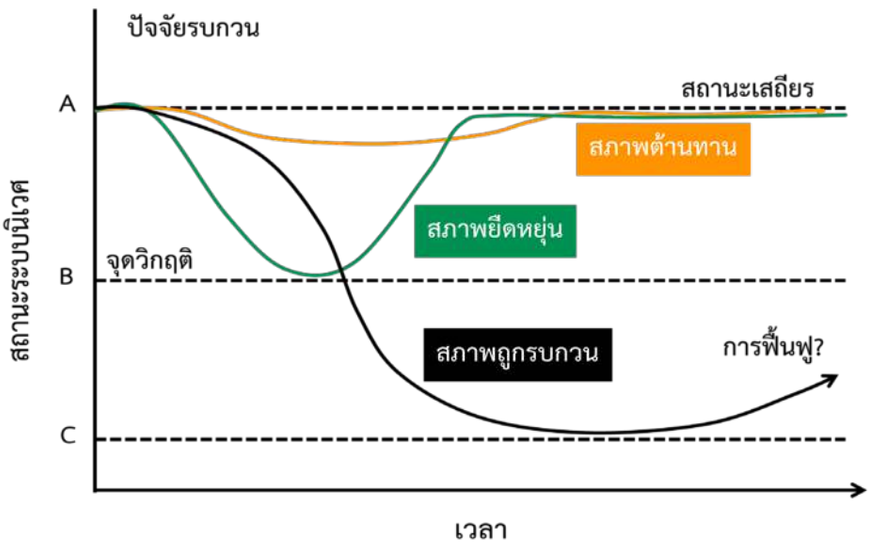
12

ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity)

ท่ามกลางสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน กลุ่มประชากรที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงมีศักยภาพทางวิวัฒนาการสูงกว่ากลุ่มประชากรที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ

1.4 มุมมองเกี่ยวกับความเสถียรและการรบกวน

ในการศึกษาทางนิเวศวิทยา มีการใช้คำศัพท์ การรบกวน (disturbance) อย่างแพร่หลาย ส่วนคำว่า การเปลี่ยนรูป (transformation) หมายถึงการเปลี่ยนจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ในระบบที่ซับซ้อนปัจจัยที่ทำให้เกิดการรบกวน (disturbance factor) อาจทำให้ระบบเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ ในรูปแบบของมวลชีวภาพ ผลผลิตเบื้องต้น หรือความหลากหลายทางชีวภาพ สถานะที่เปลี่ยนไปเหล่านี้สามารถฟื้นตัวกลับมาอยู่ในสถานะเดิมก่อนการรบกวน เรียกว่าอยู่ในสภาพต้านทาน (resistance) หรือสภาพยืดหยุ่น (resilience) ผ่านกระบวนการคืนสภาพ หรือระบบอาจเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในสภาพถูกรบกวน (disturbance) เป็นสถานะใหม่เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงมากเกินจุดที่คืนสภาพไม่ได้ (threshold of irreversibility) ในสถานะนี้ การฟื้นฟูอาจมีความจำเป็นขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ภาพ 1.2 อธิบายถึงความเป็นไปได้ของการตอบสนองของระบบที่ถูกรบกวน ซึ่งอาจเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะใหม่หรือคืนสภาพสู่สถานะเดิมที่มีเสถียรภาพ



ภาพ 1.2 การตอบสนองของระบบนิเวศที่ถูกรบกวน

(ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson, 2012)

การตอบสนองของระบบนิเวศในแต่ละแบบแตกต่างกันไปตามมุมมองของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ระบบนิเวศที่อยู่ในสถานะ C (ภาพ 1.2) อาจหมายถึงระบบที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดีขึ้น หรือเป็นระบบที่เปลี่ยนไปอยู่ในสถานะเสื่อมโทรม ตัวอย่างเช่น หากพิจารณาในมุมของเกษตรกร การเปลี่ยนผืนป่าเป็นพื้นที่เพาะปลูกถือเป็นการได้ประโยชน์ แต่หากพิจารณาในมุมของนักอนุรักษ์ การเปลี่ยนประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ดังกล่าวนับเป็นการสูญเสียถิ่นที่อยู่ (habitat) ของสิ่งมีชีวิต หรืออาจมองว่าเป็นความเสื่อมโทรม (degradation) ของระบบนิเวศป่าไม้ เป็นต้น

1.5 ระบบนิเวศอ้างอิง

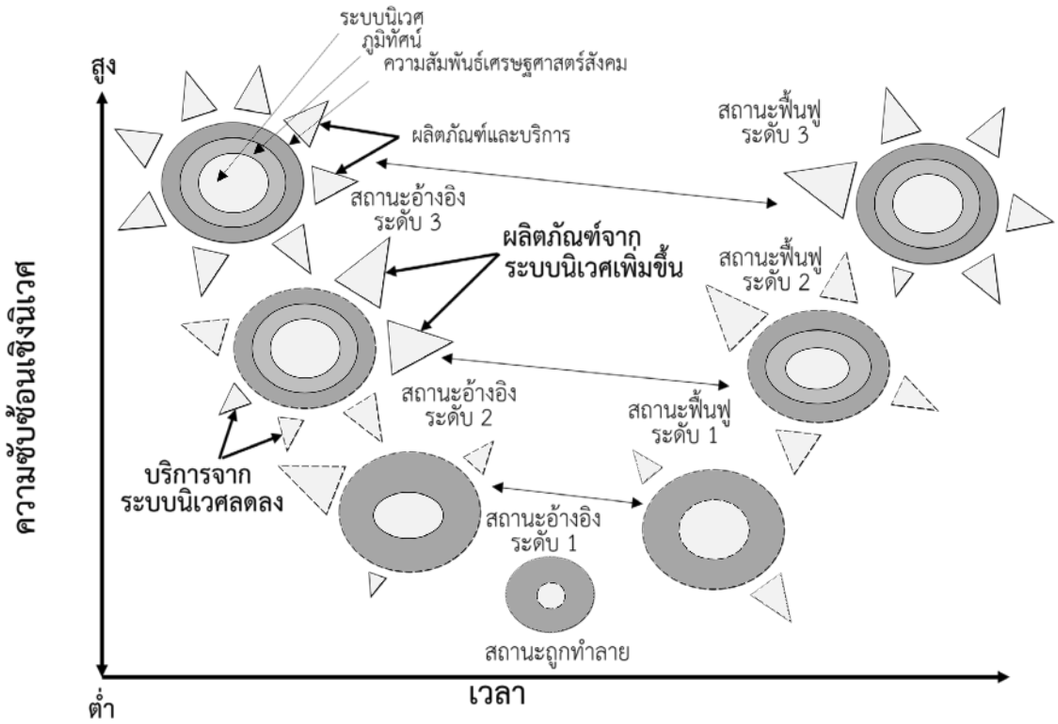
จุดสำคัญสำหรับการตั้งเป้าหมายสำหรับโครงการหรือโปรแกรมการฟื้นฟูระบบนิเวศคือหลักการเกี่ยวกับระบบนิเวศอ้างอิง (reference ecosystem) การสร้างระบบนิเวศอ้างอิงหรืออาจเรียกว่าจุดอ้างอิงในนิเวศวิทยาการฟื้นฟูประกอบด้วยการระบุจุดหนึ่งๆ อาจเป็นระบบที่มีรูปแบบใกล้เคียงธรรมชาติหรือกึ่งธรรมชาติ เป็นระบบนิเวศที่สามารถทำหน้าที่เป็นโมเดลหรือเป้าหมายสำหรับการวางแผนและกำหนดกรอบวิธีการฟื้นฟู หากไม่มีระบบหรือพื้นที่ดังกล่าวในสภาพจริงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการสร้างระบบอ้างอิงจากข้อมูลและองค์ความรู้ที่มีอยู่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่พบในอดีต (Higgs, 2003)

ระบบนิเวศอ้างอิง หรือสภาพอ้างอิงทำหน้าที่เป็นต้นแบบสำหรับการวางแผนและการประเมินผลโครงการฟื้นฟู ในเบื้องต้นจุดอ้างอิงคือพื้นที่จริงหรือชุดข้อมูลที่มีการบันทึกไว้หรืออาจเป็นทั้งสองอย่างรวมกัน ปัญหาของจุดอ้างอิงอย่างง่ายคือการแสดงสถานะหรือคุณลักษณะของระบบนิเวศเพียงด้านเดียว จุดอ้างอิงที่ถูกเลือกอาจแสดงออกมาในรูปของสถานะแบบหนึ่งหรือสถานะที่เป็นไปได้หลายแบบภายใต้ขอบเขตความแปรผันของระบบนิเวศนั้นในอดีต จุดอ้างอิงจะแสดงถึงโอกาสของการเกิดเหตุการณ์แบบสุ่มในระหว่างกระบวนการพัฒนาของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศภายใต้กระบวนการฟื้นฟูสามารถพัฒนาไปสู่ตำแหน่งหนึ่งๆ ของสถานะที่เป็นไปได้และสถานะที่ปรากฏหลังจากการฟื้นฟูจะถูกยอมรับหากสามารถเทียบได้กับสถานะที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาในระบบนิเวศอ้างอิง อย่างที่กล่าวไปแล้วว่าจุดอ้างอิงอย่างง่ายอาจไม่เพียงพอสำหรับการเป็นตัวแทนของชุดสถานะที่อาจเกิดขึ้นและอาจไม่พอที่จะแสดงถึงอิทธิพลจากความแปรผันในอดีต ฉะนั้นจุดอ้างอิงที่ดีที่สุดควรสร้างจากหลายพื้นที่อ้างอิง (multiple reference sites) และในบางกรณีจำเป็นต้องมาจากหลายคำอธิบายองค์ประกอบ (composite description) จึงจะสามารถให้แนวทางที่เป็นไปได้จริงสำหรับการวางแผนฟื้นฟู

เป้าหมายของโครงการฟื้นฟูที่เขียนไว้อย่างชัดเจนมีความสำคัญมากในการกำหนดรายละเอียดของระบบนิเวศอ้างอิง สำหรับการฟื้นฟูในระดับกว้าง เช่น การฟื้นฟูในระดับภูมิทัศน์ (landscape-scale restoration) อาจมีเพียงการกำหนดเป้าหมายทั่วไป คำอธิบายของระบบนิเวศอ้างอิงก็สามารถเขียนไว้อย่างทั่วไปได้ ในกรณีดังกล่าว ภาพถ่ายทางอากาศอาจเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญที่สุดสำหรับการอธิบายระบบนิเวศอ้างอิง ส่วนการฟื้นฟูในระดับเล็กอาจจำเป็นต้องมีข้อมูลที่ลงรายละเอียดมากขึ้น เช่น ข้อมูลจากพื้นที่ที่จะดำเนินการฟื้นฟูจริง เป็นต้น (SER International Science and Policy Working Group, 2004)

การพิจารณาเกี่ยวกับวัฏจักรตามธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมแสดงให้เห็นว่าระบบอ้างอิงที่สร้างจากข้อมูลในอดีตหรือจากพื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนในปัจจุบันสามารถทำหน้าที่เป็นโมเดลเพื่อนำทางและสร้างแรงบันดาลใจให้กับคนทำงานมากกว่าเป็นวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ไปให้ถึงเป้าหมาย จุดอ้างอิงทำหน้าที่เป็นแนวทางเปรียบเทียบสำหรับการติดตามผลของโครงการฟื้นฟูระบบนิเวศที่กำลังดำเนินการเทียบกับเป้าหมายที่เราได้ตั้งเอาไว้ ความคิดเกี่ยวกับระบบอ้างอิงไม่ควรถูกจำกัดไว้อย่างคับแคบหรือจำกัดไว้กับอดีตในอุดมคติมากจนเกินไป ผลที่เกิดขึ้นภายหลังการฟื้นฟูอาจมีการพัฒนาไปสู่หลายรูปแบบ ระบบอ้างอิงหนึ่งอาจถูกปรับเปลี่ยนได้ภายหลังจากการลงมือปฏิบัติ เป้าหมายของการฟื้นฟูอาจถูกพัฒนาในฐานะชุดของสถานะหรือชุดของระบบอ้างอิง ที่ประกอบด้วยคุณลักษณะของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์กับภูมิทัศน์โดยรอบ และความเชื่อมโยงเชิงเศรษฐศาสตร์สังคม (ภาพ 1.3)



หมายเหตุ เส้นประแสดงถึงสภาพที่เสื่อมโทรม เส้นทึบแสดงถึงระบบที่สมบูรณ์ ไม่ถูกรบกวน

ภาพ 1.3 การเปรียบเทียบสถานะอ้างอิงกับสถานะภายหลังการฟื้นฟู

(ที่มา: van Andel and Aronson, 2012)

ความแตกต่างระหว่างสถานะอ้างอิงและสภาพชั่วคราวของสถานะฟื้นฟูขณะนั้นถูกใช้ในการประเมินวิธีการฟื้นฟูและเพื่อประเมินความสำเร็จของการฟื้นฟู เนื่องจากระบบนิเวศมีความซับซ้อนและความเป็นพลวัตสูง อาจเป็นเรื่องยากในการอธิบายคุณลักษณะทั้งหมดของสภาพอ้างอิง คุณลักษณะของระบบนิเวศที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่จะถูกเลือกเพื่อศึกษาอย่างละเอียด มีการวัดคุณลักษณะสำคัญของโครงสร้าง หน้าที่เชิงนิเวศ และการรบกวนที่เกิดขึ้น

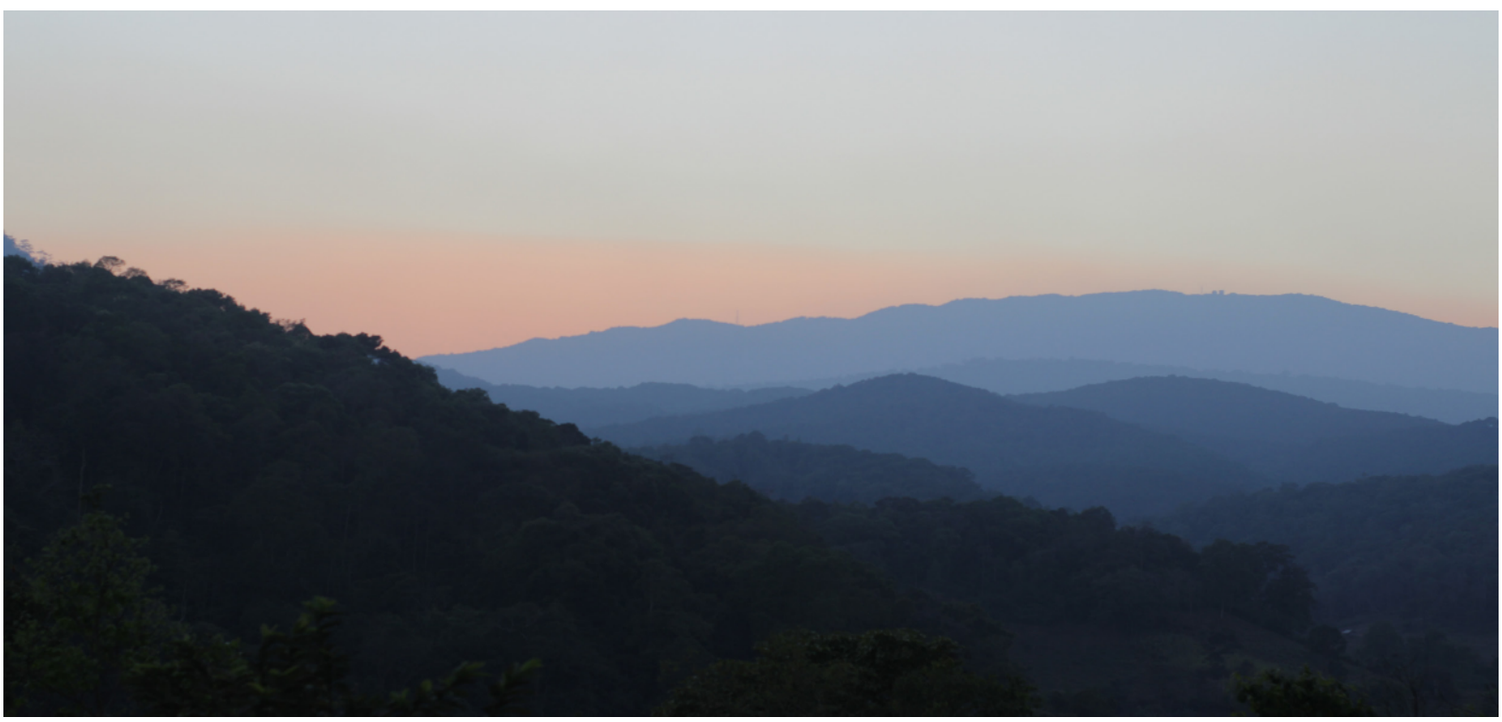
1.6 จากการอนุรักษ์สู่การฟื้นฟู

วิทยาศาสตร์แห่งการอนุรักษ์และนิเวศวิทยาการฟื้นฟูเป็นสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน การฟื้นฟูอาจกลายมาเป็นความจำเป็นถ้าความพยายามในการอนุรักษ์เกิดการล้มเหลวที่จะปกป้องกลุ่มประชากรท้องถิ่น มุมมองทางพันธุศาสตร์ของการฟื้นฟูเป็นความท้าทายเพราะว่าในกรณีของการนำสิ่งมีชีวิตกลับเข้าไปในพื้นที่ จะก่อให้เกิดคำถามสำคัญ คือ จะเลือกสิ่งมีชีวิตจากที่ไหน การวิจัยเกี่ยวกับโซนพื้นที่การเคลื่อนย้ายเมล็ด (seed transfer zone) ต้องถูกดำเนินการให้เป็นรูปธรรม อธิบายในมุมทางภูมิศาสตร์ได้ว่าภายในขอบเขตดังกล่าว สามารถเคลื่อนย้ายเมล็ด ต้นกล้า หรือไม้ยืนต้นท้องถิ่นได้อย่างไรโดยไม่ส่งผลเสียต่อความสมบูรณ์โดยรวมของประชากร ความคล้ายคลึงทางนิเวศวิทยาของถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติระหว่างแหล่งที่มาของสิ่งมีชีวิตและพื้นที่เป้าหมายของการฟื้นฟูอาจจะมีความสำคัญเท่ากับการคำนึงถึงขอบเขตการกระจายตัวของประชากรชนิดเดียวกัน

โครงการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้อาจใช้ความหลากชนิดของพืชแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ทั้งเชิงนิเวศและเศรษฐศาสตร์สังคมรวมถึงความสามารถในการจัดหาพืช อย่างไรก็ตามความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อโครงการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ทั้งหมดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ มีการรวมรวมผลการสำรวจระดับโลกที่ระบุว่าความสำเร็จในการคืนทุนของโครงการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ขึ้นกับความหลากหลายทางพันธุกรรมและแหล่งที่มาของเมล็ดโดยตรงเนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อความสามารถในการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและการอยู่รอดของกล้าไม้ ความสามารถในการผลิต การติดผล ความต้านทานต่อโรคและศัตรูพืช รวมถึงความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม แต่ถึงเช่นนั้นการศึกษาจำนวนหนึ่งเกี่ยวกับพันธุกรรมพืชในป่าฟื้นฟูบ่งชี้ว่าคนทำงานด้านการฟื้นฟูยังขาดความตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางพันธุกรรม โครงการจำนวนมากมักใช้เมล็ดที่ไม่ได้มาจากประชากรที่เหมาะกับพื้นที่เป้าหมายหรือมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำเนื่องจากเก็บเมล็ดมาจากต้นแม่เพียงไม่กี่ต้น (Jalonen et al., 2018)

อีกความท้าทายที่สำคัญสำหรับนักนิเวศฟื้นฟูคือความพยายามในการอนุรักษ์เพียงอย่างเดียวอาจไม่มีประสิทธิภาพในการทำให้แน่ใจว่าประชากรจะสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการในอนาคต เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของถิ่นที่อยู่เสื่อมโทรมและถูกแยกออกเป็นส่วนย่อย การอุบัติขึ้นของแมลงศัตรูพืช โรค และผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความเข้าใจการตอบสนองของประชากรและสังคมสิ่งมีชีวิตต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และผลลัพธ์ดังกล่าวต่อลักษณะพันธุกรรมเป็นหนึ่งในประเด็นคำถามเร่งด่วนสำหรับอนาคตอันใกล้ เมื่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอยู่เหนืออำนาจควบคุมของหน่วยงานที่ดูแลด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ นี่เป็นคำถามที่ท้าทายในการขยับจากการอนุรักษ์ไปสู่การฟื้นฟูอย่างแท้จริง แหล่งเก็บเมล็ดสำหรับการฟื้นฟูป่าอาจต้องเปลี่ยนจากยุทธศาสตร์ประชากรท้องถิ่นเดิมไปเป็นแนวทางการผสมเมล็ดจากแหล่งที่อยู่ไกลออกไปเพื่อเพิ่มศักยภาพในการวิวัฒนาการต่อไปในอนาคต หรือเก็บจากแหล่งที่อาจปรับตัวได้ดีกับภูมิอากาศท้องถิ่นในอนาคตโดยใช้โมเดลทางภูมิศาสตร์ในการทำนาย

อีกสิ่งสำคัญคือผู้ปฏิบัติงานด้านการฟื้นฟูจะประมาณขนาดอย่างน้อยของประชากรที่เหมาะสม (minimum viable population: MVP) ได้อย่างไร งานวิจัยของ Whitham et al. (2003) อธิบายขนาดของอย่างน้อยของประชากรที่ปฏิสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม (minimum viable interacting population: MVIP) ไว้ว่าคือขนาดของประชากรหนึ่งๆ ที่จำเป็นต้องมีเพื่อรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรม ณ ระดับที่ต้องการไว้สำหรับปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นในสังคมสิ่งมีชีวิต ณ ปัจจุบันยังไม่มีการประเมินออกมาเป็นตัวเลขเชิงประจักษ์ แต่เป็นที่ชัดเจนว่าน่าจะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดอย่างน้อยของประชากรที่เหมาะสม ผลจากการศึกษาเหล่านี้ตอกย้ำถึงผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ที่มีต่อวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและสังคมสิ่งมีชีวิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



บทที่ 2
นิเวศวิทยาและการฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่าเขตร้อน

สมดุลระหว่างอัตราการรบกวนและอัตราการฟื้นตัวเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การรบกวนอาจเกิดจากธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ โดยความถี่และความรุนแรงของการรบกวนจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการฟื้นตัวตามธรรมชาติและวิถีของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่สามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากมีอิทธิพลต่อต้นทุนของการฟื้นตัวตามธรรมชาติที่มีอยู่ในพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นเมล็ดในดิน ตอไม้ที่ยังมีชีวิต หรือกล้าไม้ หากมองในระดับของสังคมพืช การรบกวนจะส่งผลต่อประเภทของการเปลี่ยนแปลงแทนที่และวิถีการเข้ามาของพืช เนื้อหาบทนี้จะอธิบายถึงวัฏจักรและการฟื้นตัวของป่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้ามาและการตั้งตัวของพืชป่า รวมถึงความสัมพันธ์อันใกล้ชิดระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟู ในแง่ของความแตกต่าง ความคล้ายคลึง ความเชื่อมโยง และข้อจำกัดร่วม ในส่วนตอนท้ายของบทเป็นการสรุปแนวคิดของการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้หยุดชะงัก

2.1 การรบกวนในระบบนิเวศป่า

การรบกวน สามารถอธิบายได้ว่าเป็นเหตุการณ์ระยะสั้น นำไปสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ที่สามารถวัดได้ในแง่คุณสมบัติของชุมชีพเชิงนิเวศ การรบกวนส่งผลกระทบสำคัญต่อระบบนิเวศ คือทำให้มวลชีวภาพหายไป และผลกระทบอีกด้านที่สำคัญคือการเปลี่ยนแปลงของดิน (Keddy, 2007) ที่มา (origin) ความถี่ (frequency) และความรุนแรง (severity) ของการรบกวนในระบบนิเวศป่าส่งผลอย่างมากต่อโครงสร้าง องค์ประกอบ และความสามารถในการทำงานของป่า

ที่มาของการรบกวน สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่

1 **เหตุการณ์ที่เกิดตามธรรมชาติ (natural)**
เช่น ไฟป่า น้ำท่วม เฮอริเคน/ไต้ฝุ่น หรือพายุ

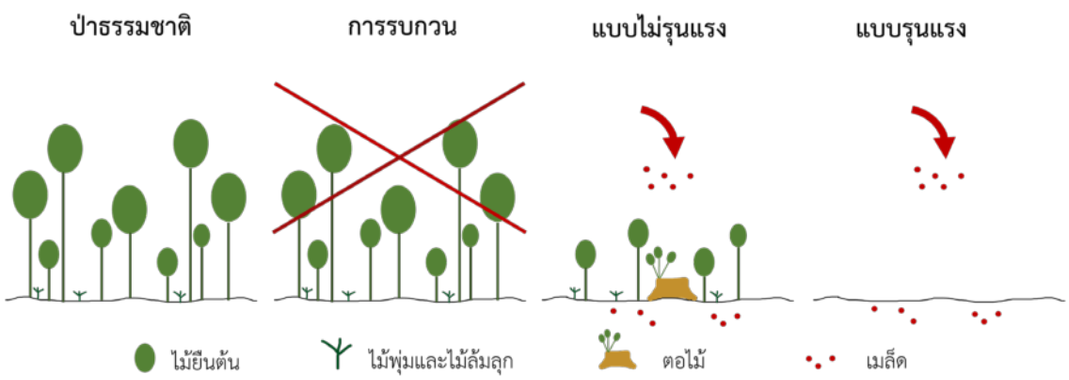
2 **เหตุการณ์ที่เกิดจากมนุษย์ (anthropogenic)**
เช่น การตัดไม้ทำลายป่า (จากการทำเหมือง การแพ้วถางพื้นที่) การทำให้ป่าเสื่อมโทรม (จากการทำให้ป่าแยกเป็นหย่อมเล็กขนาดเล็ก การทำไม้ การหาของป่า)

ความถี่ของการรบกวน แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

1	**แบบฉับพลัน (acute)** เหตุการณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือทำลายป่าทันที เช่น การแพ้วถางพื้นที่ขนาดใหญ่ การเกิดไฟป่า เฮอริเคน/ไต้ฝุ่น หรือการทำเหมือง
2	**แบบเรื้อรัง (chronic)** เหตุการณ์ที่เกิดซ้ำๆ สามารถนำไปสู่ความเสื่อมโทรมอย่างเรื้อรังของป่า เช่น การใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้และผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เนื้อไม้แบบซ้ำๆ การเกิดไฟป่า หรือการถางพื้นที่อย่างต่อเนื่อง

ระดับความรุนแรงของการรบกวน แบ่งออกเป็น 2 แบบ (ภาพ 2.1) ได้แก่

1	**แบบไม่รุนแรง (non-lethal or release)** เหตุการณ์ที่ทำให้ต้นไม้ขนาดใหญ่หายไป แต่ยังเหลือไม้พื้นล่างและดินที่สมบูรณ์
2	**แบบรุนแรง (lethal)** เหตุการณ์ที่ทำลายพืชที่อยู่เหนือดินทั้งหมด การฟื้นตัวตามธรรมชาติภายหลังการรบกวนแบบนี้ขึ้นอยู่กับเมล็ดที่ยังมีชีวิตอยู่ในดิน และ/หรือเมล็ดที่กระจายเข้ามาในพื้นที่ภายหลัง



ภาพ 2.1 ระดับความรุนแรงจากการรบกวนในป่าเขตร้อน
(ปรับปรุงจาก Ashton and Bloomfield, 2016)

ทั้งนี้การรบกวนบางอย่าง เช่น การเกิดไฟไหม้ อาจจัดเป็นการรบกวนที่เกิดจากธรรมชาติหรือจากมนุษย์ อาจเป็นการรบกวนแบบฉับพลันหรือเรื้อรัง และอาจเป็นการรบกวนแบบร้ายแรงหรือแบบไม่ร้ายแรงก็ได้ นอกจากนั้นยังอาจจัดเป็นการรบกวนทั้งในระดับกว้างหรือระดับพื้นที่

การรบกวนก่อให้เกิดเหตุการณ์สำคัญตามมา คือ การฟื้นตัว (recovery) หรือมักถูกเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) ความสมดุลระหว่างอัตราการรบกวนและอัตราการฟื้นตัวเป็นปัจจัยกำหนดองค์ประกอบของพืชในชุมชีพ

2.2 วัฏจักรการฟื้นตัวของป่า

เช่นเดียวกับการรบกวน การฟื้นตัวตามธรรมชาติ (natural regeneration) และการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) ถือเป็นส่วนหนึ่งในธรรมชาติของป่าเขตร้อนเช่นกัน การฟื้นตัวตามธรรมชาติ หมายถึง กระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นหลังจากระบบนิเวศถูกรบกวน ส่วนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ หมายถึง รูปแบบการกลับเข้ามาของสังคมพืชภายหลังเหตุการณ์การรบกวน องค์ประกอบชนิดของสังคมพืชเปลี่ยนตามช่วงเวลา และส่งผลทำให้พื้นที่ที่ถูกรบกวนเปลี่ยนสภาพไปด้วย

กระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงแทนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง ได้แก่ ศักยภาพการฟื้นตัว (regeneration potential) พิจารณาระดับชนิดของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ และวิถีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (successional pathways) พิจารณาระดับสังคมพืชของระบบที่ถูกทำลาย ซึ่งปัจจัยทั้งสองระดับได้รับ อิทธิพลอย่างมากจากความรุนแรงของการรบกวนที่เกิดขึ้น

ศักยภาพการฟื้นตัว หมายถึง ศักยภาพของพืชที่เหลืออยู่หรือพืชที่สามารถเข้าถึงพื้นที่ภายหลังจากการรบกวน แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) ต้นทุนล่วงหน้าของการฟื้นตัว (advance regeneration) หมายถึง กล้าไม้ที่เจริญเติบโตอยู่บริเวณพื้นป่า สามารถเจริญไปทดแทนพืชระดับเรือนยอด หลังจากไม้ระดับบนถูกกำจัดออกไปโดยการรบกวนแบบไม่รุนแรง พืชกลุ่มนี้มักมีเมล็ดขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ กระจายเมล็ดโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงหรือสัตว์ บ่อยครั้งที่เมล็ดกลุ่มนี้จะถูกจัดอยู่ในกลุ่มรีคัลซิแทรนท์ (recalcitrant) หมายถึงพืชกลุ่มที่เมล็ดไม่สามารถทนต่อการสูญเสียความชื้น ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ใต้ดินเป็นเวลานานได้ พืชกลุ่มนี้อาจมีอัตราการเจริญเติบโตและความสามารถในการทนร่มแตกต่างกันไป พืชกลุ่มที่สามารถมีชีวิตภายใต้เรือนยอดของไม้อื่นจนกระทั่งไม้ระดับบนตายหรือถูกทำให้หายไป เรียกว่า พืชชนิดทนร่ม (shade tolerant species)

2) รากหรือตอไม้ที่มีชีวิต (root and stump sprouts) หมายถึง พืชที่สามารถขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจากส่วนต่างๆ เช่น ลำต้น ราก หรือตอที่มีชีวิต

3) เมล็ดมีชีวิตใต้ดิน (soil seedbank) มีศักยภาพที่จะงอกภายหลังการรบกวน เมล็ดกลุ่มนี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มออร์โธดอกซ์ (orthodox) หมายถึง เมล็ดที่สามารถทนต่อการถูกทำให้แห้ง สามารถงอกได้ภายหลังการเก็บเมล็ดไว้เป็นเวลาหลายเดือนหรือหลายปี

4) เมล็ดที่กระจายเข้ามา (seed rain) หมายถึง กลุ่มของเมล็ดที่สามารถกระจายเข้ามาในพื้นที่ภายหลังการรบกวน อาจเกิดขึ้นโดยสิ่งมีชีวิต เช่น นก ค้างคาว หรือเกิดจากลม

เมล็ดส่วนมากที่สามารถกระจายเข้าไปในพื้นที่ภายหลังการรบกวนมักมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา มีเมล็ดเป็นจำนวนมาก และเป็นพืชกลุ่มที่ไม่ทนร่ม (shade intolerant) ตัวอย่างสถานการณ์ที่ความรุนแรงส่งผลต่อศักยภาพการฟื้นตัว แสดงในภาพ 2.2

ภาพ 2.2 ตัวอย่างสถานการณ์ที่ระดับความรุนแรงส่งผลต่อศักยภาพการฟื้นตัวแตกต่างกัน (ปรับปรุงจาก Ashton and Bloomfield, 2016)

พืชแต่ละกลุ่มจะมีความโดดเด่นในแต่ละช่วงเวลาของกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ผลกระทบจากการรบกวนทั้งต่อพืชและดินมีอิทธิพลต่อประเภทของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (type of successsion) และวิถีการเข้ามาของพืช (floristic pathway)

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

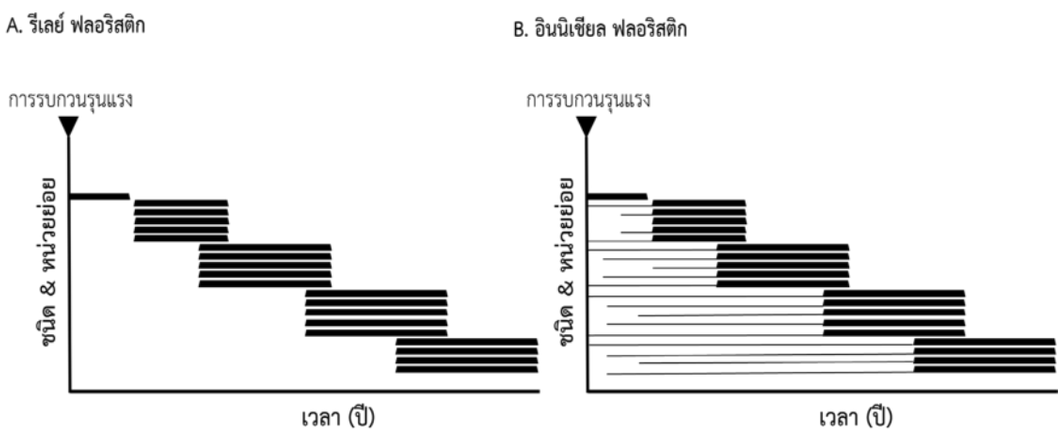
1) การเปลี่ยนแปลงแทนที่ปฐมภูมิ (primary succession) หมายถึง การฟื้นตัวของป่าภายหลังการรบกวนแบบรุนแรงที่หน้าดินถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง ทำให้พืชไม่สามารถกลับมาเจริญในพื้นที่ได้ จำเป็นต้องมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น เช่น ไลเคน สาหร่าย เชื้อรา เข้ามาเจริญอยู่ก่อนเพื่อช่วยสร้างดินขึ้นมาใหม่

2) การเปลี่ยนแปลงแทนที่ทุติยภูมิ (secondary succession) หมายถึง การฟื้นตัวของป่าภายหลังการรบกวนที่ยังมีดินหลงเหลืออยู่ พืชสามารถฟื้นตัวกลับมาได้ โดยอาจมีต้นทุนเป็นศักยภาพการฟื้นตัวกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

วิถีการเข้ามาของพืช หรือวิถีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ใช้อธิบายความโดดเด่นของพืชชนิดต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา สามารถอธิบายได้เป็น 2 รูปแบบ (แสดงในภาพ 2.3) ได้แก่

1) รีเลย์ ฟลอริสติก (relay floristic) หมายถึง พืชกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ และถูกทดแทนโดยพืชกลุ่มใหม่ภายหลังจากสภาพพื้นที่เปลี่ยนไป

2) อินนิเชียล ฟลอริสติก (initial floristic) หมายถึง พืชทุกกลุ่มเข้ามาในพื้นที่ในช่วงเวลาเดียวกันภายหลังการรบกวน แต่เจริญเป็นกลุ่มพืชที่โดดเด่นในช่วงเวลาต่างกัน



ภาพ 2.3 โมเดลวิถีการเข้ามาของพืชภายหลังจากการรบกวน

(ปรับปรุงจาก Ashton et al., 2001)

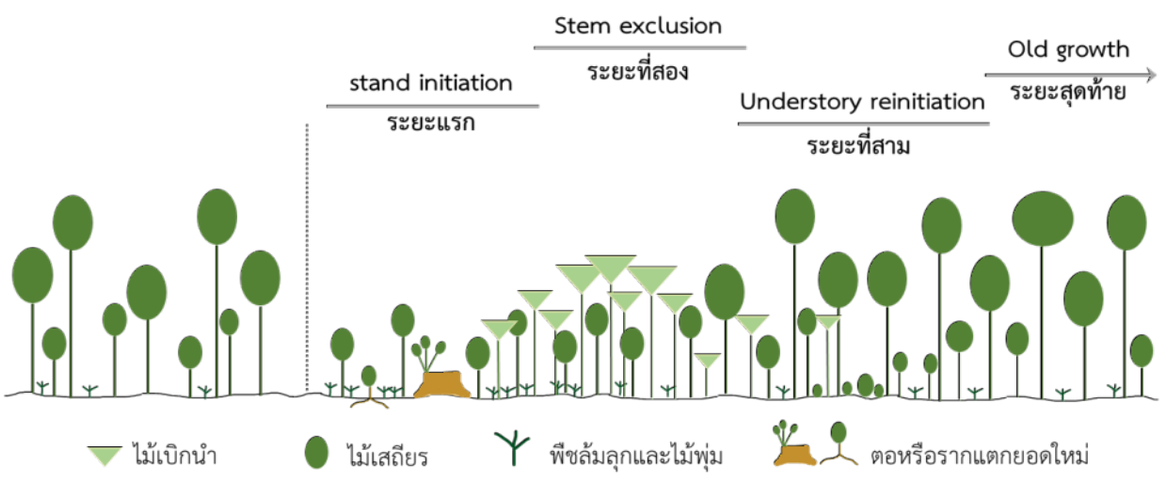
การเปลี่ยนแปลงแทนที่ แบ่งเป็น 4 ระยะ (ภาพ 2.4) ความยาวนานของแต่ละระยะอาจแปรผันได้ในป่าแต่ละประเภท ทั้งนี้ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากสภาพภูมิอากาศ ดิน และสภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่

1) ระยะแรก (หรือ stand initiation) ใช้เวลา 0-10 ปี เกิดขึ้นภายหลังจากการรบกวนระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ทำให้เกิดพื้นที่ที่มีแสงส่องถึงพื้นและยังไม่เกิดการแก่งแย่งมากนัก

2) ระยะที่สอง (หรือ stem exclusion) ใช้เวลา 5-70 ปี เริ่มเมื่อมีความหนาแน่นของไม้ยืนต้นมากพอทำให้เกิดการแก่งแย่งทรัพยากรทั้งที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน

3) ระยะที่สาม (หรือ understory reinitiation) ใช้เวลา 50-200 ปี เริ่มเมื่อมีไม้ยืนต้นรุ่นถัดไปสามารถเจริญอยู่ภายใต้เรือนยอด เป็นพืชกลุ่มที่จัดเป็นต้นทุนล่วงหน้าของการฟื้นตัว และกลุ่มไม้ยืนต้นที่จัดเป็นชนิดที่พบได้ในช่วงท้ายของกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (late-successional species) จะเจริญเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่และกลายมาเป็นไม้ชั้นเรือนยอดมากขึ้น

4) ระยะสุดท้าย (หรือ old growth) ใช้เวลามากกว่า 100 ปี เกิดขึ้นช่วงท้ายของกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ เมื่อป่าเริ่มมีโครงสร้างที่ซับซ้อนทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ เช่น ไม้ยืนต้นอายุมากขนาดใหญ่ ซากเศษไม้ และเรือนยอดที่มีความซับซ้อน และไม้พื้นล่างที่หลากหลายชนิด

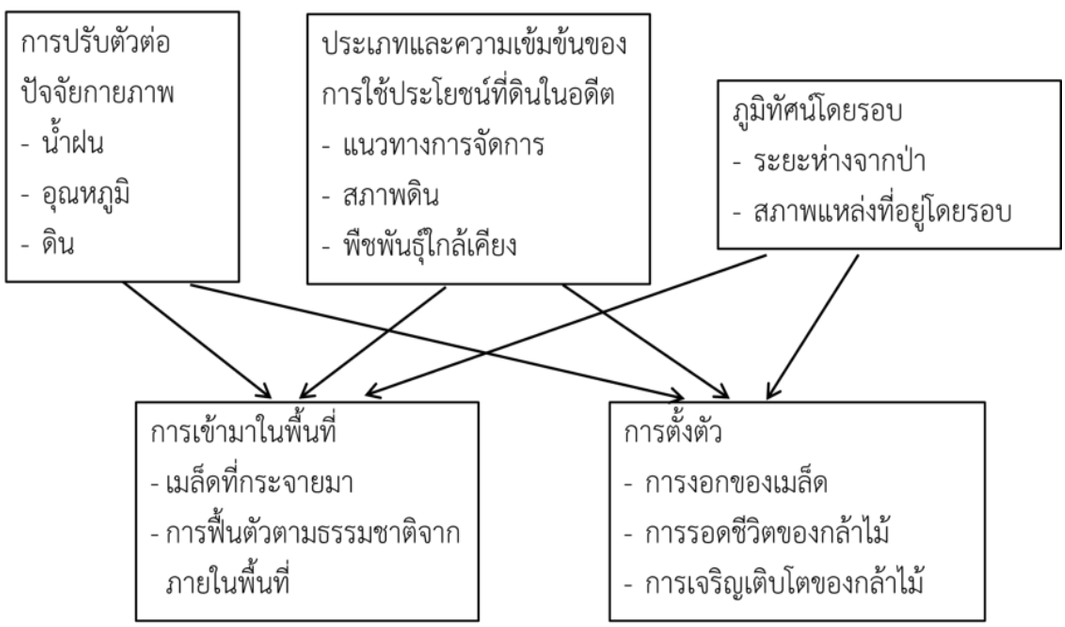


ภาพ 2.4 กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในป่าเขตร้อน
(ปรับปรุงจาก Ashton and Bloomfield, 2016)

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราของการเข้ามาและการตั้งตัวของพืชป่าหลังการรบกวน

อัตราการฟื้นตัวของป่าเขตร้อนภายหลังการรบกวนจากมนุษย์มีความแปรผันอย่างมาก ในบางกรณีมวลชีวภาพและองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตอาจฟื้นตัวได้ภายในช่วงเวลาไม่กี่ทศวรรษ (Letcher and Chazdon, 2009) ในขณะที่หลายกรณีบางพื้นที่อาจยังคงอยู่ในสถานะการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหยุดชะงักเนื่องจากความเสื่อมโทรมของดินอย่างรุนแรง หรือการแก่งแย่งทรัพยากรกับพืชต่างถิ่นรุกราน (Lamb, 2005) ปัจจัยจำกัดที่ส่งผลต่อการเข้ามาของไม้ป่า การอยู่รอดและการเจริญเติบโตมีหลายปัจจัย ได้แก่ การแข่งขันกับพืชที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ สภาพแวดล้อมที่รุนแรง ดินขาดธาตุอาหาร ผู้ล่าเมล็ดและสัตว์กินพืชจำนวนมาก และโรคพืช ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะแปรผันตามแต่ละพื้นที่ ความแปรผันดังกล่าวขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวของแต่ละระบบต่อสภาพแวดล้อมท้องถิ่น ประเภทและความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ในอดีต และลักษณะการใช้พื้นที่โดยรอบในภูมิทัศน์ แสดงได้ดังภาพ 2.4

เนื่องจากทั้งความเข้มข้นและระยะเวลาของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตส่งผลต่อความมีอยู่แหล่งทรัพยากรสำหรับการฟื้นตัวตามธรรมชาติในพื้นที่ (เช่น เมล็ดที่มีชีวิตในดิน ตอไม้ที่สามารถแตกยอดใหม่หรือกล้าไม้ตามธรรมชาติ) พื้นที่หลังจากการทำไม้แบบเลือกตัด (selective logging) หรือการทำเกษตรหมุนเวียน (shifting cultivation) มักจะเอื้อต่อการอยู่รอดของเมล็ดในดินมากกว่า นำไปสู่การฟื้นตัวของป่าได้เร็วกว่า พื้นที่ที่ทำการเกษตรเชิงเดี่ยวหรือการทำปศุสัตว์แบบเข้มข้น



ภาพ 2.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการกลับเข้าและความสามารถในการตั้งตัวของพืชบริเวณพื้นที่เปิดโล่งในเขตร้อน (ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson, 2012)

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศ

ความสำเร็จของนิเวศวิทยาการฟื้นฟูในเชิงปฏิบัติขึ้นอยู่กับความชัดเจนของแนวคิดสนับสนุนทางนิเวศวิทยาและกระบวนการพื้นฐาน แนวคิดที่สำคัญอย่างมากอันหนึ่งคือการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ในอดีตหลักการสำคัญทางนิเวศวิทยาเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงกลุ่มสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับช่วงเวลา ทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในปัจจุบันได้ผนวกแนวคิดหลายด้านในการอธิบายกลไกของสังคมพืชและการพัฒนาของระบบนิเวศ โดยเบื้องต้นแล้วการฟื้นฟูคือการจัดการกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่และมักจะเน้นการเร่งการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและองค์ประกอบของชนิดสิ่งมีชีวิตให้ไปสู่จุดหมายที่ต้องการ การฟื้นฟูที่ประสบความสำเร็จมักเกี่ยวกับการซ่อมแซมกระบวนการเพื่อขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ในขณะที่การศึกษาด้านอื่นส่วนมากที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงกลุ่มพืช (เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกราน เป็นต้น) จะเน้นปัจจัยที่ขัดขวางการเปลี่ยนแปลงแทนที่

การฟื้นฟูมักจะตั้งคำถามในบริบทเวลาที่สั้นกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ รูปแบบพัฒนาการของกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่สามารถช่วยสร้างระบบอ้างอิงสำหรับการประเมินโครงการฟื้นฟู และช่วยสร้างความเข้าใจสำคัญเกี่ยวกับบทบาทของการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืชและดิน และการพัฒนาของดิน ในทางกลับกัน การฟื้นฟูได้เป็นบททดสอบของการใช้ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในการพัฒนาระบบฟื้นฟูที่มีเสถียรภาพภายใต้ข้อจำกัดด้านเศรษฐศาสตร์สังคม

ทั้งการฟื้นฟูและการเปลี่ยนแปลงแทนที่สนใจเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบ (เช่น การกระจายตัวแนวตั้ง การสะสมมวลชีวภาพและสิ่งมีชีวิต) หรือการทำงาน (กระบวนการในระบบนิเวศ เช่น การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสสาร) ของระบบนิเวศ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงแทนที่มักสนใจที่ระดับระบบนิเวศหนึ่ง แต่การฟื้นฟูอาจตั้งคำถามในระดับพื้นที่ที่กว้างกว่า รวมทั้งระดับระบบนิเวศ พื้นที่รับน้ำ และภูมิทัศน์ใกล้เคียงไว้ด้วยกัน

การฟื้นฟูให้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับระดับความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนระบบโดยรวม คำจำกัดความที่ชัดเจนของเป้าหมาย ความเข้าใจในระดับความเสื่อมโทรม รวมถึงเทคโนโลยีที่มีอยู่และข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ (Walker and Reuter, 1996) เป้าหมายของการฟื้นฟูถูกกำหนดโดยทัศนคติของสังคม ความต้องการเชิงการเมืองและเศรษฐศาสตร์ และข้อจำกัดทางนิเวศวิทยา การประเมินว่าองค์ประกอบใดมีส่วนทำให้การฟื้นฟูประสบความสำเร็จจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อพิจารณาบริบททางนิเวศวิทยา บนองค์ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่

2.4.1 ความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศ

การเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศแตกต่างกันในแง่ของระดับความสนใจ เป้าหมาย และกรอบแนวคิดที่มา การเปลี่ยนแปลงแทนที่โดยทั่วไปตั้งคำถามในช่วง 10-200 ปี ครอบคลุมช่วงอายุของพืชมีท่อลำเลียงที่มีวงจรชีวิตหลายปี ส่วนการฟื้นฟูตามปกติแล้วจะมุ่งความสนใจไปที่ช่วงเวลาระหว่าง 1-20 ปี หรือช่วงเวลาที่มนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องกับโครงการ ทั้ง 2 แนวคิดสามารถตั้งคำถามในช่วงเวลาที่ยาวกว่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิถีการเปลี่ยนแปลงแทนที่อาจมองกว้างถึงหลายพันปี

เป้าหมายของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่ส่วนมากมักตั้งคำถามเชื่อมโยงกับการรบกวนที่เฉพาะเจาะจง (มักเกิดจากธรรมชาติ) หรือระบบการรบกวน (องค์ประกอบของการรบกวนทั้งหมดในพื้นที่) ไม่จำเป็นต้องเริ่มจากการมีความเชื่อมโยงกับมนุษย์ แม้ว่าการศึกษาส่วนมากของการเปลี่ยนแปลงแทนที่มุ่งไปที่การเปลี่ยนแปลงหลังจากกิจกรรมทางเกษตรหรือการตัดไม้มากกว่ากระบวนการทางธรรมชาติ (เช่น การละลายของน้ำแข็งขั้วโลกหรือภูเขาไฟระเบิด) ในทางตรงข้ามการศึกษาส่วนมากเกี่ยวกับการฟื้นฟูเชิงนิเวศมุ่งเป้าเฉพาะการรบกวนที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงแทนที่มุ่งเน้นไปยังการเปลี่ยนแปลงภายในลำดับขั้นในกระบวนการ (sere) และการดำรงอยู่ในระบบนิเวศ เช่น การเปลี่ยนแปลงภายในพื้นที่ต้นน้ำ ชุมชนเมือง หรือภูมิทัศน์ ส่วนการฟื้นฟูสามารถรวมเอาหลายลำดับขั้นในกระบวนการ (multiple seres) เช่น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังจากกิจกรรมทางการเกษตรและการทำไม้ภายในภูมิทัศน์เดียวกัน

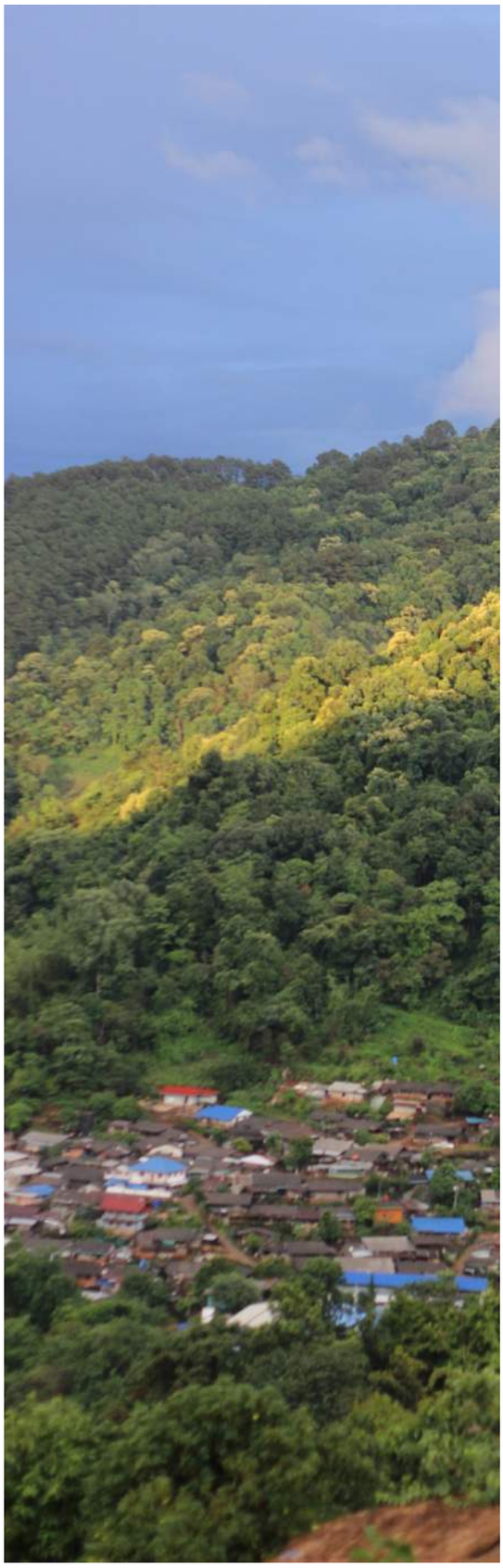
การเปลี่ยนแปลงแทนที่มาจากแนวคิดการศึกษาประวัติศาสตร์ด้านธรรมชาติวิทยาและการสังเกตเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของถิ่นที่อยู่ในช่วงเวลาที่ผ่านไป มีการพัฒนาแนวคิดหลักที่สนับสนุนโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่ความเข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิต ถือเป็นกรอบคิดทางอุปทาน (classic supply paradigm) กับการเพิ่มขึ้นของข้อมูลที่เชื่อว่าเราจะสามารถใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต ส่วนแนวคิดการฟื้นฟูเชิงนิเวศได้พัฒนามาอย่างใกล้ชิดกับความสนใจของผู้ปฏิบัติงานและอยู่บนฐานของการลงมือทำด้วยแรงผลักดันให้บรรลุผลบางอย่างที่ต้องการ ถือเป็นกรอบคิดทางอุปสงค์ (classic demand paradigm) เป็นความต้องการแนวปฏิบัติที่ยั่งยืนสำหรับการจัดการในชีวิตจริง นิเวศวิทยาการฟื้นฟูได้เริ่มพัฒนากรอบแนวคิดสำคัญที่ก้าวหน้ามากขึ้นแต่การประยุกต์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงแทนที่ไปสู่การจัดการเชิงปฏิบัติยังคงมีไม่มากนัก

2.4.2 ความคล้ายคลึงและความเชื่อมโยง

ท่ามกลางความแตกต่างด้านที่มาและแนวคิดข้างต้น การเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศมีหลายคุณลักษณะที่เชื่อมโยงกัน (ตาราง 2.1) ทั้ง 2 แนวคิดให้ความสำคัญกับผลจากการรบกวน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดจากมนุษย์) และทั้ง 2 แนวคิดมุ่งพิจารณาส่วนย่อยของภูมิทัศน์และการทำงานของระบบนิเวศ โครงสร้างสังคมสิ่งมีชีวิต และคุณลักษณะของสิ่งมีชีวิตในการดำเนินการศึกษา นอกจากนี้ทั้ง 2 แนวคิดมีความสัมพันธ์กับการทำนายผลลัพธ์จากเหตุการณ์ที่เป็นลำดับขั้น โดยใช้แบบจำลองเรียกว่าวิถีการเปลี่ยนแปลงแทนที่

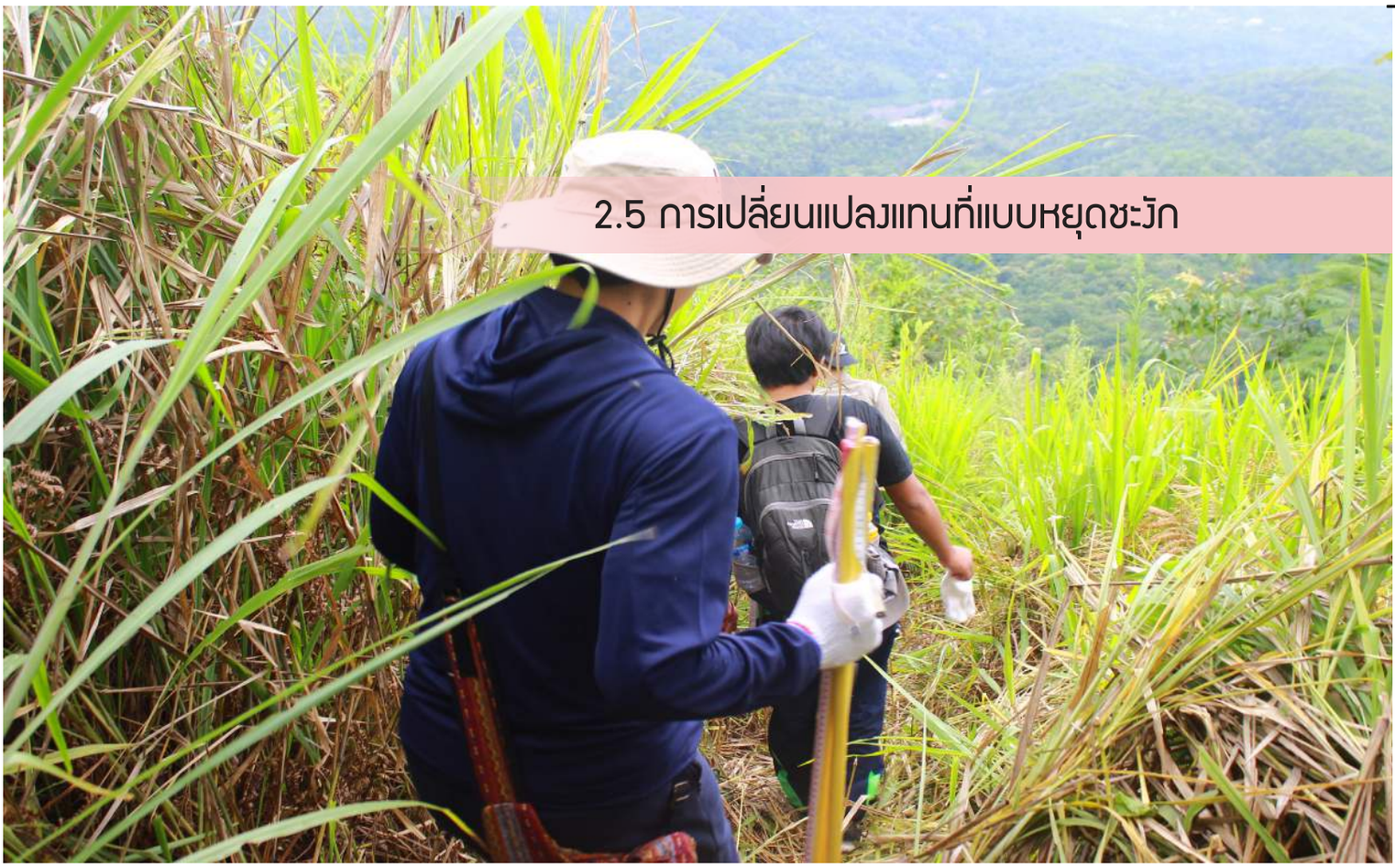
ตาราง 2.1 หัวข้อที่เชื่อมการเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศเข้าด้วยกัน

หัวข้อ	คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง
การรบกวน (disturbance)	ความรุนแรงของการสูญเสียทางชีวภาพ รูปแบบการรบกวน
การทำงานของระบบนิเวศ (ecosystem function)	การส่งถ่ายพลังงาน การสะสมคาร์บอน พลวัตสารอาหาร คุณสมบัติดิน วัฏจักรน้ำ
โครงสร้างและองค์ประกอบของชุมชีพ (community structure and composition)	มวลชีวภาพ การกระจายตัวแนวตั้งของพื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความหลากชนิด ความสม่ำเสมอของชนิด ความหนาแน่น การรวมกลุ่มเชิงพื้นที่
พลวัตของชุมชีพ (community dynamics)	การเอื้อประโยชน์ การยับยั้ง การกระจายตัว ความยั่งยืน
คุณลักษณะของชนิด (species attributes)	ลักษณะของประวัติชีวิต (การผสมเกสร การงอก การตั้งตัว การเจริญเติบโต อายุขัย)
วิถี (trajectories)	อัตรา และ เป้าหมายของการเปลี่ยนแปลง
แบบจำลอง (models)	ลักษณะทั่วไปของกระบวนการที่สามารถทำนายได้



2.4.3 ข้อจำกัดร่วม: ความสามารถในการฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติของระบบนิเวศ

เป้าหมายสุดท้ายของโครงการฟื้นฟูเชิงนิเวศคือการมีชุมชีพที่สามารถดูแลตัวเองได้อย่างยั่งยืนรวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงชนิดตามธรรมชาติและการตอบสนองในแง่ของความสามารถในการฟื้นตัวกลับสู่สภาพปกติภายหลังจากการรบกวนระดับพื้นที่ ทั้งการเปลี่ยนแปลงแทนที่และการฟื้นฟูเชิงนิเวศประกอบด้วยกระบวนการที่ทำให้ระบบเปลี่ยนไป จากชุมชีพขั้นสุดที่ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นชุมชีพที่มีพลวัตมากขึ้น โดยทั่วไปชุมชีพมีการเปลี่ยนแปลงเชิงรุกในการตอบสนองต่อกระบวนการภายใน เช่น การเปลี่ยนแปลงของชนิดสิ่งมีชีวิต (ขับเคลื่อนโดยอายุขัยของสิ่งมีชีวิต การแข่งขัน การเอื้อประโยชน์ และการรุกรานจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น) และปัจจัยผลักดันจากภายนอกที่รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศจากอดีต และการรบกวนซึ่งทำให้โครงสร้างถูกเปลี่ยนไป อาจเกิดจากความเสียหายหรือการเคลื่อนย้ายมวลชีวภาพ โครงการฟื้นฟูจำนวนไม่มากที่สามารถสร้างสภาพที่ระบบนิเวศสามารถพัฒนาต่อได้ด้วยตัวเองอย่างเป็นพลวัต โดยมากผ่านกิจกรรมที่จำกัดการแทรกแซงจากมนุษย์ อย่างไรก็ตามแนวคิดจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่สามารถช่วยสร้างรากฐานสำคัญสำหรับการฟื้นฟูเชิงนิเวศ รวมไปถึงการฟื้นฟูระบบนิเวศแบบที่ไม่เคยมีมาก่อน ประกอบด้วยการรวมกันของสิ่งมีชีวิตชนิดท้องถิ่นและชนิดต่างถิ่น และความเป็นไปได้ในการพัฒนารูปแบบการฟื้นฟูที่เลียนแบบระบบนิเวศตามธรรมชาติในภูมิทัศน์เกษตรกรรม



2.5 การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหยุดชะงัก

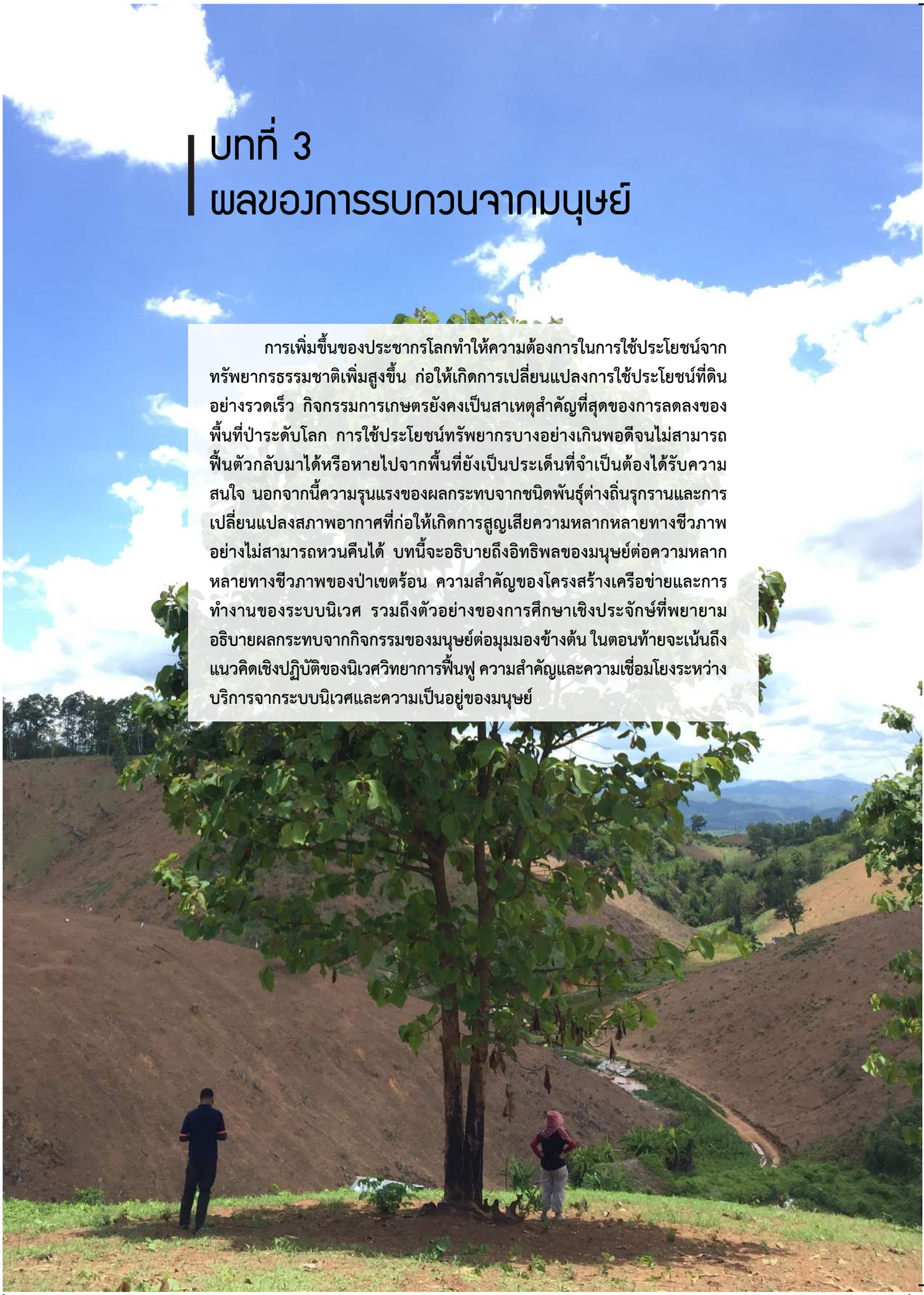
คำว่า “การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหยุดชะงัก” มีคำนิยามที่คลุมเครือก่อให้เกิดความเข้าใจผิดและทำให้การพัฒนาทฤษฎีทางนิเวศวิทยาเกิดขึ้นได้ช้า เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างการศึกษาในป่าที่ราบต่ำเขตร้อนที่ระบบนิเวศถูกรบกวนจากไฟในประเทศบราซิลโดย Mata et al. (2022) พบว่าการฟื้นตัวของระบบจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้ามาในพื้นที่ของชนิดพืชที่ทนต่อสภาพแวดล้อมใหม่หลังการรบกวน เช่น สภาพดินที่เสื่อมโทรมและแห้ง ในกรณีนี้มักพบพืชชนิดต่างถิ่นกลุ่มหญ้าที่ติดไฟได้ง่าย สามารถเจริญได้ดีเมื่อมีการรบกวนจากไฟ ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ลำดับขั้นนี้ ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น การแข่งขัน การกระจายตัวที่ถูกจำกัด และปัจจัยทางกายภาพ เช่น รังสีความร้อน ความสมบูรณ์ของดิน และความชื้น สามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งทางโครงสร้างและความสามารถในการทำงาน ขัดขวางไม่ให้ระบบฟื้นกลับคืนสู่สภาพเดิม กระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติถูกทำให้หยุดชะงักเป็นระยะเวลายาวนาน หรือเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหยุดชะงัก (arrested succession)

การศึกษาแบบจำลองของ Trippleton et al. (2017) ได้เน้นย้ำความสำคัญของการพิจารณาขนาดเชิงพื้นที่-เวลา (spatio-temporal scales) ที่เหมาะสมเมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้ช้าหรือหยุดชะงัก หากพิจารณาในเชิงเวลา (temporal scale) จะพบว่าความต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้ช้าและการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้หยุดชะงักไม่ชัดเจนมากนัก การศึกษาแบบจำลองได้บ่งชี้ว่าหากสถานะของการเป็นป่า (ในแง่ของการมีเรือนยอดปกคลุม ≥ร้อยละ10) ไม่สามารถเกิดขึ้นภายใน 100 ปี มีความเป็นไปได้สูงของการเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบหยุดชะงัก อย่างถาวรคำว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้ช้า ควรใช้กับกรอบเวลาในช่วงหน่วยสิบปี ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้หยุดชะงักควรใช้กับกรอบเวลาช่วงร้อยปี แต่หากพิจารณาในเชิงพื้นที่ (spatial scale)

พบว่าควรมองในระดับภูมิทัศน์ เนื่องจากความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ ภูมิอากาศ และดินสามารถทำให้เกิดความแตกต่างของสภาพแวดล้อมในแต่ละส่วนเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ผลจากการศึกษาแบบจำลองสนับสนุนข้อสรุปของ Reynolds and Pacala (1993) ที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบถูกทำให้หยุดชะงักอาจพบได้ยากและมักจะถูกทำให้สับสนโดยระดับของความแตกต่างทางสภาพแวดล้อม

กล่าวโดยสรุปคือการเปลี่ยนแปลงแทนที่สามารถถูกเปลี่ยนรูปหรือทำให้หยุดชะงักได้ถ้าระดับความเสื่อมโทรมและการแข่งขันมีระดับสูงมากพอที่จะทำให้โอกาสและความสามารถในการกลับเข้ามาของพืชสูญเสียไป ในกรณีดังกล่าวจำเป็นจะต้องมีการส่งเสริมหรือเร่งการฟื้นตัวของป่า เช่น การลดการแก่งแย่งจากวัชพืช การปรับคุณภาพดิน การลดจำนวนผู้ล่าเมล็ด และการเพิ่มอัตราการกระจายเมล็ด

บทที่ 3
ผลของการรบกวนจากมนุษย์

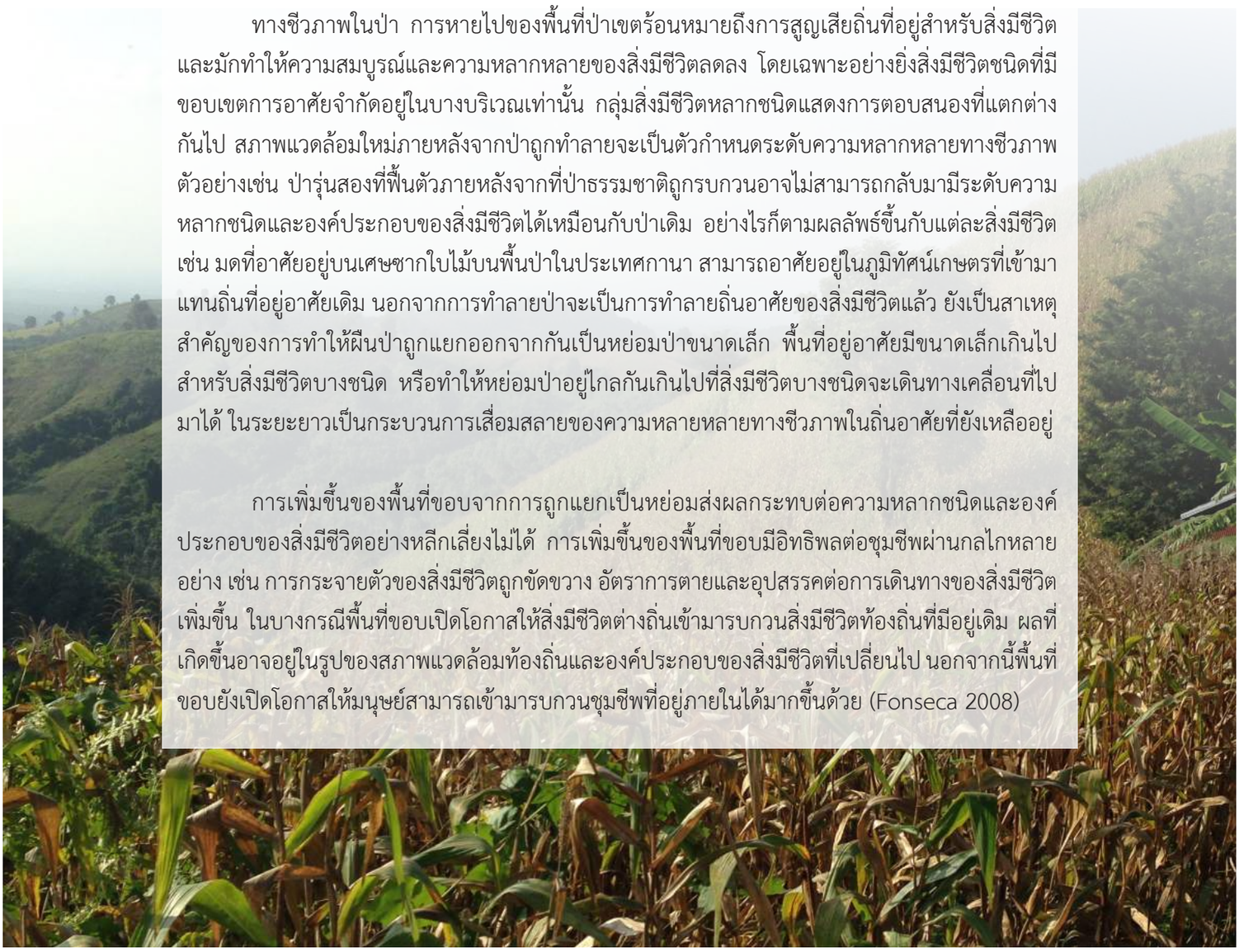


การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกทำให้ความต้องการในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างรวดเร็ว กิจกรรมการเกษตรยังคงเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดของการลดลงของพื้นที่ป่าระดับโลก การใช้ประโยชน์ทรัพยากรบางอย่างเกินพอดีจนไม่สามารถฟื้นตัวกลับมาได้หรือหายไปจากพื้นที่ยังเป็นประเด็นที่จำเป็นต้องได้รับความสนใจ นอกจากนี้ความรุนแรงของผลกระทบจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไม่สามารถหวนคืนได้ บทนี้จะอธิบายถึงอิทธิพลของมนุษย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเขตร้อน ความสำคัญของโครงสร้างเครือข่ายและการทำงานของระบบนิเวศ รวมถึงตัวอย่างของการศึกษาเชิงประจักษ์ที่พยายามอธิบายผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อมุมมองข้างต้น ในตอนท้ายจะเน้นถึงแนวคิดเชิงปฏิบัติของนิเวศวิทยาการฟื้นฟู ความสำคัญและความเชื่อมโยงระหว่างบริการจากระบบนิเวศและความเป็นอยู่ของมนุษย์

3.1 อิทธิพลของมนุษย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเขตร้อน

การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเขตร้อนเป็นผลกระทบทางตรงจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำลายถิ่นที่อยู่และการทำให้ถิ่นที่อยู่ถูกแยกเป็นหย่อม (เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน) การเข้ามาของสิ่งมีชีวิตชนิดรุกราน และการใช้ประโยชน์เกินพอดี เช่นเดียวกันกับผลกระทบทางอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Millennium Ecosystem Assessment 2005) ผลกระทบเชื่อมโยงของภัยคุกคามเหล่านี้มีความแปรผันขึ้นอยู่กับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของป่าเขตร้อนในโลก แรงผลักสำคัญเหล่านี้อาจทำให้เกิดผลกระทบรองด้านอื่นด้วย เช่น พลวัตการรบกวนที่เปลี่ยนไป เนื้อหาส่วนนี้จะอธิบายผลกระทบจากกิจกรรมหลักของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางชีวภาพของเขตร้อนในระดับชนิด

3.1.1 การทำลายป่าและการทำให้ป่าถูกแยกเป็นหย่อม



ทางชีวภาพในป่า การหายไปของพื้นที่ป่าเขตร้อนหมายถึงการสูญเสียถิ่นที่อยู่สำหรับสิ่งมีชีวิต และมักทำให้ความสมบูรณ์และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตชนิดที่มีขอบเขตการอาศัยจำกัดอยู่ในบางบริเวณเท่านั้น กลุ่มสิ่งมีชีวิตหลากชนิดแสดงการตอบสนองที่แตกต่างกันไป สภาพแวดล้อมใหม่ภายหลังจากป่าถูกทำลายจะเป็นตัวกำหนดระดับความหลากหลายทางชีวภาพ ตัวอย่างเช่น ป่ารุ่นสองที่ฟื้นตัวภายหลังจากที่ป่าธรรมชาติถูกรบกวนอาจไม่สามารถกลับมามีระดับความหลากชนิดและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตได้เหมือนกับป่าเดิม อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ขึ้นกับแต่ละสิ่งมีชีวิต เช่น มดที่อาศัยอยู่บนเศษซากใบไม้บนพื้นป่าในประเทศกานา สามารถอาศัยอยู่ในภูมิทัศน์เกษตรที่เข้ามาแทนถิ่นที่อยู่อาศัยเดิม นอกจากการทำลายป่าจะเป็นการทำลายถิ่นอาศัยของสิ่งมีชีวิตแล้ว ยังเป็นสาเหตุสำคัญของการทำให้ผืนป่าถูกแยกออกจากกันเป็นหย่อมป่าขนาดเล็ก พื้นที่อยู่อาศัยมีขนาดเล็กเกินไปสำหรับสิ่งมีชีวิตบางชนิด หรือทำให้หย่อมป่าอยู่ไกลกันเกินไปที่สิ่งมีชีวิตบางชนิดจะเดินทางเคลื่อนที่ไปมาได้ ในระยะยาวเป็นกระบวนการเสื่อมสลายของความหลายหลายทางชีวภาพในถิ่นอาศัยที่ยังเหลืออยู่

การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ขอบจากการถูกแยกเป็นหย่อมส่งผลกระทบต่อความหลากชนิดและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ขอบมีอิทธิพลต่อชุมชีพผ่านกลไกหลายอย่าง เช่น การกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตถูกขัดขวาง อัตราการตายและอุปสรรคต่อการเดินทางของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น ในบางกรณีพื้นที่ขอบเปิดโอกาสให้สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นเข้ามารบกวนสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นที่มีอยู่เดิม ผลที่เกิดขึ้นอาจอยู่ในรูปของสภาพแวดล้อมท้องถิ่นและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้พื้นที่ขอบยังเปิดโอกาสให้มนุษย์สามารถเข้ามารบกวนชุมชีพที่อยู่ภายในได้มากขึ้นด้วย (Fonseca 2008)

3.1.2 การใช้ประโยชน์เกินพอดี

การใช้ประโยชน์สิ่งมีชีวิตบางชนิดหรือบางกลุ่มมากเกินความพอดีสามารถเป็นสาเหตุทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นหายไปจากท้องถิ่นหรืออาจถึงขั้นทำให้สูญพันธุ์ ตัวอย่างที่เป็นที่รู้จักกันดีที่สุดอย่างหนึ่งในป่าเขตร้อน คือ การล่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่และการลักลอบตัดไม้ การล่าสัตว์ป่าที่เกินพอดีทำให้สิ่งมีชีวิตและกลุ่มประชากรสูญหายไปอย่างไม่สามารถนำกลับคืนมาได้อีก ในช่วงเวลา 50 ปีที่ผ่านมาการล่าสัตว์ป่าไม่ได้เป็นไปเพื่อการยังชีพแต่เป็นไปเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด นำไปสู่การลดลงของจำนวนประชากรสิ่งมีชีวิต หรือแม้กระทั่งการสูญหายไปจากพื้นที่ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ขนาดใหญ่ที่ผู้คนให้ความสนใจมาก เช่น แรด ช้าง และเสือ เป็นต้น สัตว์กลุ่มนี้ถูกล่าเพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในตลาดค้าสัตว์ป่าที่ผิดกฎหมาย เช่น การใช้บางชิ้นส่วนของสัตว์เป็นของตกแต่ง หรือเป็นวัตถุดิบในการผลิตยาสมุนไพร เป็นต้น (Koh et al. 2013)

ความต้องการผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติสามารถทำให้เกิดการใช้ประโยชน์เกินพอดีและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ อย่างที่ได้กล่าวถึงในข้อ 3.1.1 ทั้งนี้เป็นเรื่องยากที่จะสามารถวัดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ดังกล่าว ตัวอย่างเช่น การทำไม้ที่เลือกตัดเฉพาะไม้มีค่าบางชนิดไม่ได้ก่อให้เกิดผลเสียต่อป่าเท่ากับการสร้างถนน การล้มต้นไม้ชนิดที่ไม่ใช่เป้าหมายของการตัด และการขนส่งท่อนไม้ที่ตัดออกมาจากพื้นที่ป่าโดยวิธีลื่นไถล (หรือ skidding) เช่นเดียวกันกับความต้องการกระดองเต่าในตลาดที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อประชากรเต่า ถึงกระนั้นก็ไม่ค่อยมีใครเข้าใจผลกระทบจากจำนวนประชากรเต่าที่ลดลงต่อระบบนิเวศมหาสมุทรอย่างแท้จริง (Ehrlich et al. 2013)

อีกตัวอย่างที่ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักมากนัก เช่น ปาล์มใบไผ่ (Chamaedorea palms) ในอเมริกากลางที่ถูกลักลอบตัดเพื่อเอาใบไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไม้ดอกไม้ประดับ หรือในอินโดนีเซียที่มีปัญหาการลักลอบจับนกในกลุ่ม นกจับคอน (songbirds) ร่วมกับผลกระทบจากการใช้ยาฆ่าแมลงอย่างเข้มข้น ทำให้นกหายไปจากเกาะชวา ข้อมูลจากตลาดนกในจาการ์ตาพบว่ามีการซื้อขายนกถึง 160 ชนิด จำนวนกว่า 60,000 ตัวต่อวัน ถึงอย่างนั้นผลจากการหายไปของนกต่อประชากรแมลงก็ยังไม่เป็นที่เข้าใจมากนัก รวมไปถึงผลกระทบต่อระบบนิเวศในภาพรวมและในระยะยาว เรื่องราวเหล่านี้คล้ายกับการสูญหายไปของกระบองเพชรขนาดใหญ่ (saguaro) ในรัฐอริโซนา การลักลอบเก็บกล้วยไม้ หรือการล่าสัตว์เลื้อยคลานทั่วโลก แม้ว่านักชีววิทยาตระหนักถึงระบบนิเวศที่เปลี่ยนไป แต่ก็ไม่มีทรัพยากรไม่เพียงพอต่อการประเมินผลกระทบจากเหตุการณ์เหล่านี้ (Ehrlich et al. 2013)

3.1.3 สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นรุกราน

สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นรุกรานคือสิ่งมีชีวิตที่ไปตั้งหลักปักฐานอยู่นอกเขตถิ่นที่อยู่ตามธรรมชาติ ในขณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นถูกเคลื่อนย้ายผ่านกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งชนิดต่างถิ่นรุกรานและชนิดต่างถิ่นสามารถเป็นสาเหตุของการสูญพันธุ์ เนื่องจากการเข้าไปรบกวนทำให้สภาพแวดล้อมทางกายภาพเปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิตกลายเป็นศัตรูพืช หรือก่อให้เกิดโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตชนิดเป้าหมายที่มีศักยภาพการสืบพันธุ์ต่ำ หรือเป็นชนิดที่ไม่ค่อยมีความสามารถในการแข่งขันหรือหลบหลีกผู้ล่า เช่น การนำเอางูสีน้ำตาล (brown snake) เข้าไปบนเกาะกวม (Guam) เชื่อว่าทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของนกท้องถิ่นถึง 12 ชนิดที่มีอยู่ หลักฐานส่วนมากแสดงถึงผลเสียของชนิดต่างถิ่นรุกรานโดยอิงจากความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มจำนวนของชนิดรุกรานและการลดลงของสิ่งมีชีวิตชนิดท้องถิ่นในพื้นที่เสื่อมโทรม ในกรณีเหล่านี้ชนิดต่างถิ่นรุกรานสามารถทำให้ชนิดท้องถิ่นหายไปหรือได้เปรียบจากการที่สภาพพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปหรือจากการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศไปเป็นแบบอื่น แล้วเป็นสาเหตุให้ชนิดท้องถิ่นสูญพันธุ์ไป ชนิดต่างถิ่นรุกรานอาจทำให้เกิดการทำให้เป็นเนื้อเดียวกันทางชีวภาพ (biotic homogenization) เอื้อต่อการเข้ามาครอบครองพื้นที่โดยสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ถูกทำให้เปลี่ยนไปจากมนุษย์ ป่าเขตร้อนบนพื้นที่เกาะที่ถูกรบกวนอย่างรุนแรงจากชนิดต่างถิ่นรุกรานหรือชนิดต่างถิ่นจะส่งผลต่อชุมชีพที่เปลี่ยนไปอย่างมาก ป่าที่อยู่บนผืนแผ่นดินอาจมีความต้านทานต่อการรุกรานของชนิดต่างถิ่นมากกว่า เพราะมีความหลากชนิดและความหลากหลายของการทำหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตมากกว่า นอกจากนี้พื้นที่เกาะยังมีอัตราของการที่สิ่งมีชีวิตถูกทำให้หายไปจากอิทธิพลของการแข่งขัน (competitive exclusion) และปริมาณของแมลงศัตรูพืช (pest loads) สูงด้วย

3.1.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถูกประเมินว่ามีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเขตร้อนไม่น้อยไปกว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การศึกษาจำนวนมากได้แสดงถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการอพยพของสิ่งมีชีวิตไปยังพื้นที่ที่ละติจูดและความสูงเพิ่มขึ้น สิ่งมีชีวิตย้ายไปอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมและหลีกหนีจากพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงจนเกินไป นอกจากนี้ อุณหภูมิที่ร้อนขึ้นส่งผลต่อชีพลักษณ์ของสิ่งมีชีวิตอาจทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิม เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืชและตัวผสมเกสร การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศมีผลกระทบทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิตโดยลดปริมาณและการมีอยู่ของถิ่นอาศัยที่เหมาะสม และโดยการทำให้สิ่งมีชีวิตที่มีความจำเป็นต่อการดำรงอยู่ของบางสิ่งมีชีวิตหายไป การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อกลุ่มสัตว์เลือดเย็นในเขตร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย เนื่องจากสิ่งมีชีวิตค่อนข้างมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและอาศัยอยู่ในสภาพที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตของตัวเอง การลดลงของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในป่าเขตร้อนบนที่สูงในเขตร้อนของทวีปอเมริกา เช่น คางคก (*Bufo periglenes*) ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ เช่นเดียวกันในตอนกลางของประเทศปานามา การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศที่ส่งผลต่อความแห้งแล้งในช่วง 25 ปี ที่ผ่านมา ฤดูแล้งที่ยาวนานและรุนแรงมากขึ้นนำมาซึ่งการลดปริมาณของพืชที่เจริญอยู่ในถิ่นอาศัยที่มีความชื้นสูง อย่างไรก็ตามการเชื่อมโยงความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องที่ซับซ้อนเนื่องจากมีตัวแปรจำนวนมากเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

3.2 ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อโครงสร้างเครือข่าย

ที่ผ่านมาความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพอยู่ที่การเปลี่ยนแปลงในระดับชนิด แต่การมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตอาจไม่ได้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังจากการรบกวนบางอย่าง เพราะสถานะของชนิดสิ่งมีชีวิตอาจเปลี่ยนไปโดยไม่กระทบกับความหลากชนิดหรือความหลากหลาย (Morris, 2010) ส่วนนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับการจัดระเบียบของชนิดในเครือข่ายสิ่งมีชีวิต ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อความเปราะบางของเครือข่ายเหล่านี้ มีการแสดงตัวอย่างการศึกษาเชิงประจักษ์ที่ใช้แนวคิดโครงสร้างเครือข่าย (network struckture) หรืออาจกล่าวได้ว่าให้ความสนใจต่อผลจากการกินเป็นลำดับขั้น (cascading trophic effects)

3.2.1 เครือข่ายของสิ่งมีชีวิตที่มีปฏิสัมพันธ์กัน

สิ่งมีชีวิตถูกเชื่อมเข้าด้วยกันและมีปฏิสัมพันธ์กันในหลายรูปแบบ เช่น ผู้ล่ากับเหยื่อ เป็นต้น ตามทฤษฎีแล้วการหายไปของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด อาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ที่เรียกว่าการสูญพันธุ์ทุติยภูมิ (secondary extinction) หรือการสูญพันธุ์ร่วม (co-extinction) ในระยะสั้นอาจส่งผลดีต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น หากสิ่งมีชีวิตที่หายไปเป็นคู่แข่งหรือเป็นผู้ล่า สิ่งมีชีวิตชนิดที่หายไปมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะปฏิสัมพันธ์ทางอ้อมสามารถทำนายได้ยาก การสูญเสียสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งสามารถทำให้สิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่เชื่อมโยงกันเพิ่มขึ้น ลดลง หรือสูญพันธุ์ได้

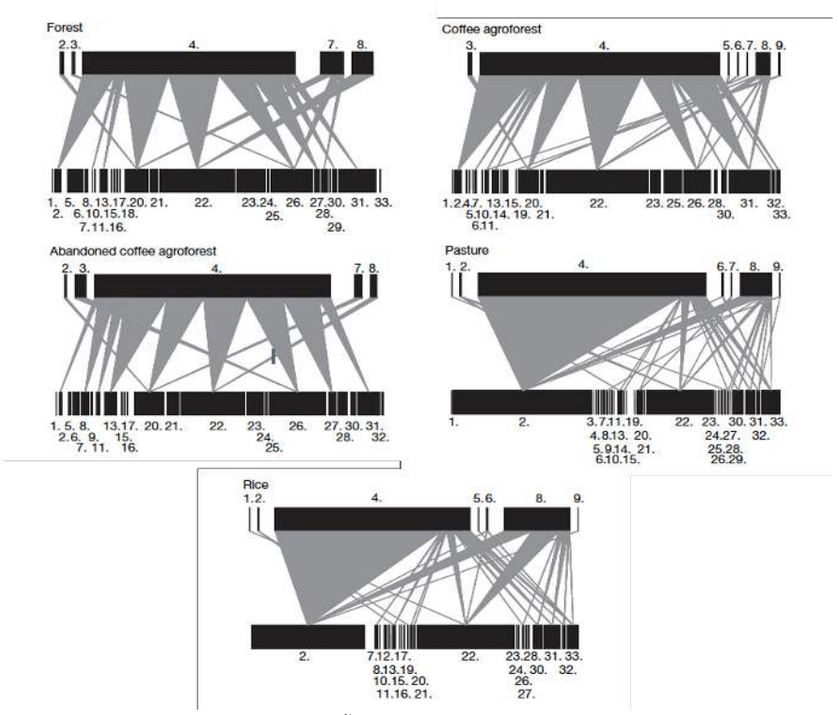
นักนิเวศวิทยาให้ความสนใจกับรูปแบบเครือข่าย ในทางทฤษฎีการหายไปของสิ่งมีชีวิตส่งผลต่อความเปราะบางของระบบนิเวศ ผลกระทบของการสูญเสียขึ้นกับระดับความเชื่อมโยงของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ ภายในโครงสร้างเครือข่าย การศึกษาความเชื่อมโยงมักสนใจปฏิสัมพันธ์การกินเป็นลำดับขั้น ทำให้อาจมองข้ามบทบาทความแข็งแรงของบางปฏิสัมพันธ์ที่สำคัญ โครงสร้างเครือข่ายจะมีความแข็งแรงลดลงหากมีการสูญเสียสิ่งมีชีวิตที่เป็นจุดเชื่อมหรือสิ่งมีชีวิตที่มีปฏิสัมพันธ์จำนวนมากกับสิ่งมีชีวิตอื่นในสายใยอาหาร ในกรณีนี้การหายไปของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของชุมชีพ อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าการเอาสิ่งมีชีวิตที่เชื่อมโยงกับสิ่งมีชีวิตอื่นจำนวนมากออกไปแล้วจะทำให้สิ่งมีชีวิตจำนวนมากหายไปจากระบบ และไม่ได้หมายความว่าหากเอาสิ่งมีชีวิตที่มีจุดเชื่อมโยงกับสิ่งมีชีวิตไม่กี่ชนิดออกไปแล้วจะไม่ทำให้ให้เกิดการสูญพันธุ์หรือเกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตอื่น

ความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับเครือข่ายทางนิเวศจำเป็นต้องรวมเอาองค์ประกอบทั้งหมดในระบบนิเวศรวมถึงเศษซากสิ่งมีชีวิต (detritus) เพื่อให้เข้าใจปฏิสัมพันธ์ที่เชื่อมโยงกับกระบวนการย่อยสลาย การศึกษาเครือข่ายทางนิเวศส่วนมากเน้นที่สิ่งมีชีวิต เช่น พืชและสัตว์ หรือปฏิสัมพันธ์ย่อย เช่น ตัวเบียนและเหยื่อ (หรือแมลงอาศัย) สายใยอาหารหรือโครงสร้างเครือข่ายเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการอธิบายปฏิสัมพันธ์ย่อยเหล่านี้เนื่องจากสามารถอธิบายความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณ และแสดงความถี่ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

3.2.2 ตัวอย่างเชิงประจักษ์ของผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ต่อโครงสร้างเครือข่าย

(ก) การทำลายป่าและการทำให้ป่าถูกแยกเป็นหย่อม

การเปลี่ยนจากป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรมีผลอย่างมากทั้งต่อความหลากหลายของชนิดและปฏิสัมพันธ์ภายในโครงสร้างเครือข่าย Tylianakis et al. (2007) ศึกษาสายใยอาหารของแมลงในอันดับผึ้งและตัวต่อ (Hymenoptera) และตัวเบียนในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน จากพื้นที่ป่า แปลงวนเกษตรปลูกกาแฟ พื้นที่เลี้ยงสัตว์ และนาข้าว ทีมวิจัยพบความแตกต่างอย่างชัดเจนในโครงสร้างของสายใยอาหาร ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในความหลากชนิดของแมลงในอันดับผึ้งและตัวต่อในพื้นที่ที่มีระดับการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน ประเด็นสำคัญที่ค้นพบคือความถี่ของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตมีความต่างกันมากส่งผลต่อการลดลงของความสม่ำเสมอ (evenness) ของปฏิสัมพันธ์ในพื้นที่เลี้ยงสัตว์และนาข้าว ในพื้นที่ที่ป่าถูกทำให้เปลี่ยนไป มีอัตราส่วนของตัวเบียนต่อเหยื่อสูงกว่า (ภาพ 3.1) แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของความสัมพันธ์แบบปรสิต และตัวเบียนที่มีปริมาณมากที่สุดมีความสามารถในการทำงานมากที่สุด หลักฐานเหล่านี้บ่งชี้ถึงความสำคัญของการรบกวนต่อบริการจากระบบนิเวศด้านการผสมเกสรและการควบคุมทางชีวภาพที่ให้บริการโดยผึ้งและแตนที่อยู่ในระบบ



หมายเหตุ แถบสีดำด้านล่างแสดงความมากมายของเหยื่อ (ผึ้งและต่อ) แถบสีดำด้านบนแสดงความมากมายของตัวเบียน ความกว้างของแถบเชื่อมโยงสีเทาแสดงความถี่ของแต่ละความสัมพันธ์ และตัวเลขแสดงถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

ภาพ 3.1 สายใยอาหารเชิงปริมาณของความสัมพันธ์ระหว่างตัวเบียนและเหยื่อ (Morris, 2010)

การที่ป่าถูกทำให้เป็นหย่อมขนาดเล็กสามารถส่งผลกระทบอย่างมากต่อปฏิสัมพันธ์ทางนิเวศในระดับเครือข่าย ตัวอย่างเช่น การสูญเสียนกบางชนิดในหย่อมป่าทำให้กลไกการกระจายเมล็ดไม่มีประสิทธิภาพและลดอัตราการตั้งตัวของกล้าไม้ยืนต้นในป่าเขตร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชชนิดที่อาศัยการกระจายเมล็ดโดยนก โดยทั่วไปแล้วการที่ป่าถูกแยกเป็นหย่อมทำให้ความหนาแน่นของประชากรผู้ล่าสูงสุดลดลง และการหายไปของผู้ล่าสูงสุดมีแนวโน้มทำให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในลำดับขั้นการกินถัดไปตามลำดับ Terborgh et al. (2001) ศึกษาหย่อมป่าในประเทศเวเนซุเอลาภายหลังเหตุการณ์น้ำท่วมในป่าเขตร้อนเนื่องจากการสร้างเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ แม้ว่าหย่อมป่าที่เกิดจากการรบกวนแบบนี้มีความแตกต่างเชิงคุณภาพเมื่อเทียบกับหย่อมป่าที่เกิดจากการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากป่าไปเป็นพื้นที่เกษตร แต่ผลที่เกิดขึ้นได้กลายเป็นตัวอย่างการศึกษาผลลัพธ์จากการที่ป่าถูกแยกเป็นหย่อมที่เป็นรูปธรรม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นการล่มสลายของลำดับขั้นการกินเป็นผลจากการสูญเสียผู้ล่าสูงสุดในหย่อมป่า เมื่อผู้ล่าขนาดใหญ่หายไปทำให้สัตว์กินเมล็ดและสัตว์กินพืชมีประชากรเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการลดลงต้นของปริมาณกล้าและไม้รุ่นในพื้นที่

(ข) การใช้ประโยชน์เกินพอดี

การล่าที่มากเกินพอดีสามารถเป็นสาเหตุทำให้เกิดการพังทลายของลำดับขั้นการกินในระบบนิเวศป่าเขตร้อน การหายไปของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ส่งผลต่อโครงสร้าง พลวัต และองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในชุมชีพป่าเขตร้อน ผลกระทบดังกล่าวมีอิทธิพลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่าเมล็ด ผู้กระจายเมล็ด สัตว์กินพืชและสัตว์กินหญ้า การลดลงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในพื้นที่สามารถส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อความหลากหลายและความสมบูรณ์ของชุมชีพด้วงมูลสัตว์เนื่องจากองค์ประกอบชนิดและการมีอยู่ของมูลสัตว์ มีการทดลองของ Morris et al. (2004) ที่แสดงให้เห็นผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเอาไม้พุ่มชนิดหนึ่งออกไปจากป่าเขตร้อน นักวิจัยได้เอาไม้พุ่มชนิดหนึ่งและแมลงที่กินใบไม้ชนิดนี้จำนวน 2 ชนิด ออกไปจากแปลงทดลองขนาด 4,500 ตารางเมตร ในป่าเขตร้อนประเทศเบลีซเพื่อศึกษาผลกระทบทางอ้อมผ่านสายใยอาหาร ผลการศึกษาแสดงผลกระทบมุมกว้างต่อปริมาณของสิ่งมีชีวิตและระดับความสัมพันธ์แบบปรสิตในช่วง 1 ปี ภายหลังจากการเอาสิ่งมีชีวิตออกจากระบบ

(ค) ชนิดต่างถิ่นรุกราน

การศึกษาผลกระทบของมดที่เป็นชนิดรุกรานต่อลำดับการกินอย่างน้อย 3 ลำดับขั้นในเกาะคริสต์มาส (Christmas Island) ดินแดนส่วนหนึ่งของออสเตรเลีย สิ่งมีชีวิตที่ได้รับผลกระทบ ได้แก่ ปูบกสีแดง เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์พบได้มากก่อนการรุกรานได้หายไปจากพื้นที่ ทำเกิดให้มีการเข้ามาตั้งตัวของกล้าไม้และความหลากชนิดของกล้าไม้ในพื้นที่เพิ่มขึ้น การรุกรานจากการมีรังมดเพิ่มขึ้นในพื้นที่ส่งผลการกินผลไม้ของนกเฉพาะถิ่น ในทางตรงการรบกวนของมดทำให้นกใช้เวลาในการกินผลไม้ลดลง และในทางอ้อมมดส่งผลต่อปริมาณและพฤติกรรมของนกเนื่องจากทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณทรัพยากรและโครงสร้างของถิ่นอาศัย และอาจส่งผลทางลบต่อกลไกการกระจายเมล็ดด้วย อีกตัวอย่างของการรบกวนโดยสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นต่อชุมชีพในป่าเขตร้อนมาจากการศึกษาในป่าพรุ Alakai บนเกาะคาวอาอิ (Kaua'i) รัฐฮาวาย (Hawaii) ประเทศสหรัฐอเมริกา การศึกษาของ Henneman and Memmott (2001) บ่งชี้ถึงผลกระทบที่รุนแรงของการนำเอาสิ่งมีชีวิตเข้าไปในสายใยอาหารเพื่อวัตถุประสงค์ด้านการควบคุมทางชีวภาพ พบว่าร้อยละ 83 ของตัวเบียนที่นำเข้าไปจูโจมผีเสื้อกลางคืนชนิดท้องถิ่นซึ่งเป็นสายพันธุ์ใกล้เคียงกับชนิดเป้าหมายที่ต้องการควบคุม

ภาพปูบกสีแดง จาก https://th.wikipedia.org/

3.3 ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการทำงานของระบบนิเวศ

3.3.1 การทำงานของระบบนิเวศ

เมื่อสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหายไปจากระบบนิเวศ ผลกระทบไม่ได้เกิดเฉพาะกับสิ่งมีชีวิตดังกล่าวแต่เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น การกระจายเมล็ด ความสัมพันธ์เหล่านี้สามารถส่งผลต่อการรอดชีวิตหรือการทำงานของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นหรือต่อระบบนิเวศเอง มีการศึกษาจำนวนมากที่สนใจความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความหลากหลายของชนิดและการทำงานของระบบนิเวศ (ecosystem functioning) ส่วนมากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการผลิตของพืชเขตอบอุ่น ในปัจจุบันมีความสนใจความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเครือข่ายกับการทำงานของระบบนิเวศมากขึ้น รวมถึงมีความตระหนักมากขึ้นถึงผลกระทบจากการสูญเสียปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ และมีความเข้าใจมากขึ้นถึงความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดระหว่างความหลากหลายของชนิด โครงสร้างเครือข่ายและการทำงานของระบบนิเวศ ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าความเข้มข้นของปฏิสัมพันธ์จะส่งผลต่อการทำงานของระบบนิเวศในระดับสูงเสมอไป การทำงานของระบบนิเวศในภาพรวมขึ้นกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย การมีอยู่ของการทำงานหลักบางอย่างสำคัญกว่าปริมาณของความสัมพันธ์หรือการทำงานในระบบนิเวศอาจมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดทำหน้าที่ให้บริการเดียวกัน อาจเรียกว่าปรากฏการณ์นี้ว่าความซ้ำซ้อนทางนิเวศ (ecological redundancy) เช่น มีแมลงจำนวนหลายชนิดทำหน้าที่ผสมเกสรให้กับพืชชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจพิจารณาว่าเป็นแง่บวกเพราะหากแมลงบางชนิดหายไปก็ยังมีแมลงชนิดอื่นสามารถทำหน้าที่นี้ได้ คำถามที่น่าสนใจคือสิ่งมีชีวิตสามารถสูญหายไปได้มากแค่ไหนก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบนิเวศ การสูญเสียป่าเขตร้อนในอัตราที่รวดเร็วมีแนวโน้มส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อความสามารถในการทำงานและบริการจากระบบนิเวศที่ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น การผสมเกสร เป็นต้น

3.3.2 ตัวอย่างเชิงประจักษ์ของผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อการทำงานของระบบนิเวศ

มีการศึกษาไม่มากนักที่สามารถวัดผลของกิจกรรมของมนุษย์ต่อการทำงานของระบบนิเวศอย่างชัดเจน Traill et al. (2010) ได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องว่าปรากฏการณ์โลกร้อนจะทำให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้น่าจะมีอิทธิพลต่อการทำงานของระบบ อย่างไรก็ตามไม่ค่อยพบข้อมูลที่ชัดเจนเชื่อมโยงถึงการทำงานของระบบนิเวศ

(ก) การทำให้ป่าถูกแยกเป็นหย่อม

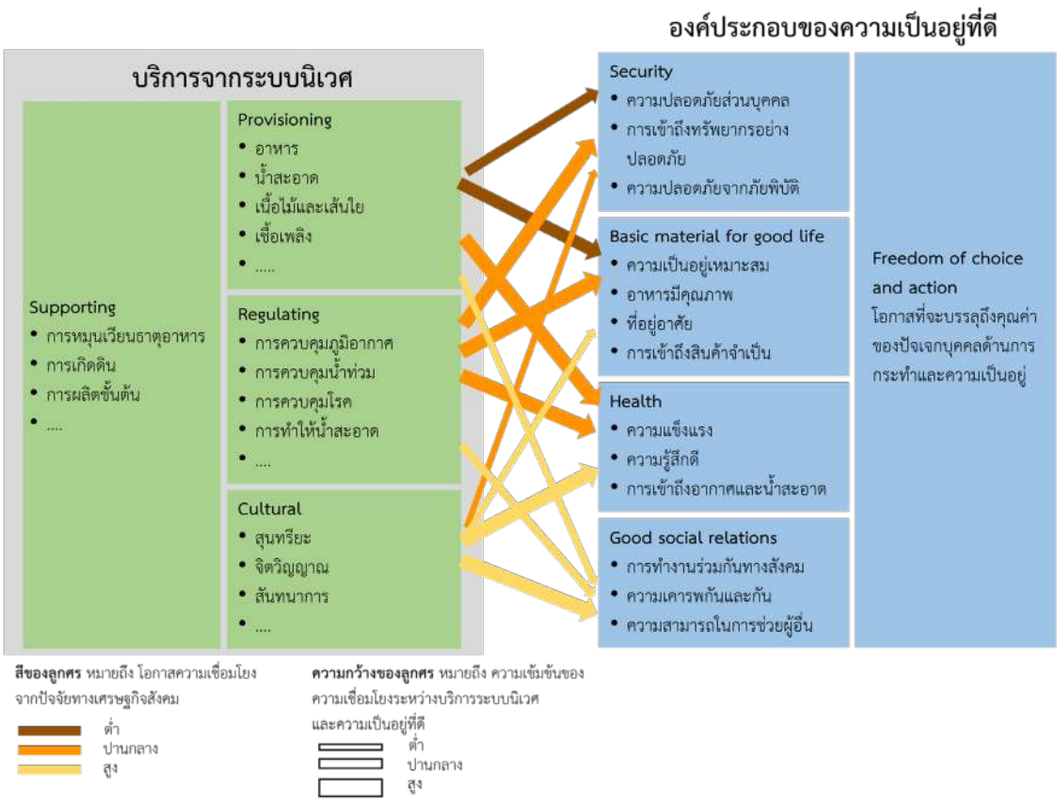
การหายไปของสิ่งมีชีวิตเนื่องจากถิ่นอาศัยถูกทำลายอาจมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบนิเวศอย่างค่อยเป็นค่อยไป การศึกษาจำนวนมากได้ใช้ข้อมูลความหลากชนิดอนุมานเกี่ยวกับการสูญเสียความสามารถในการทำงานของระบบที่เป็นผลจากการถูกทำให้แยกเป็นหย่อม อย่างไรก็ตามการศึกษาจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่วัดกระบวนการทำงานของระบบนิเวศโดยตรง การศึกษาของ Larsen et al. (2005) เกี่ยวกับชุมชีพของด้วงมูลสัตว์ในหย่อมป่าของประเทศเวเนซุเอลา พบว่าการสูญเสียถิ่นอาศัยส่งผลรบกวนการทำงานของระบบนิเวศ (ในกรณีนี้คือการฝังมูลในดิน) ถิ่นอาศัยที่หายไปส่งผลต่อความหลากชนิด มีผลกระทบต่อปริมาณสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดและการสูญพันธุ์ในท้ายที่สุด การศึกษาโดยใช้แบบจำลองและการศึกษาเชิงประจักษ์แสดงถึงผลของการรบกวนต่อการเปลี่ยนแปลงชุมชีพที่ไม่ได้เกิดขึ้นแบบสุ่ม และก่อให้เกิดผลลัพธ์ด้านการทำงานของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วงมูลสัตว์ขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงมีแนวโน้มเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ นำไปสู่การสูญเสียความสามารถในการทำงานของระบบด้านการหมุนเวียนสารอาหารในดินอย่างรวดเร็ว

(ข) การใช้ประโยชน์เกินพอดี

ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์เกินพอดีมีแนวโน้มส่งผลต่อการทำงานของระบบนิเวศในป่าเขตร้อน การทดลองโดย Slade et al. (2007) อธิบายถึงผลจากการนำกลุ่มสิ่งมีชีวิตออกจากป่าเขตร้อนอาจทำให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการทำงานของระบบนิเวศ การล่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในป่าเขตร้อนทำให้มีมูลสัตว์ลดลง และมีผลทางอ้อมต่อการหายไปของด้วงมูลสัตว์ที่ขึ้นอยู่กับมูลของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่หายไป ด้วยมูลสัตว์มีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารและการกระจายเมล็ดแบบทุติยภูมิ การศึกษานี้ได้ทดลองควบคุมการเข้าถึงทรัพยากรของด้วงมูลสัตว์ที่ทำหน้าที่ต่างกันในระบบนิเวศสร้างสถานการณ์เปรียบเทียบหากมีการหายไปของด้วงกลุ่มต่างๆ เช่น ด้วงที่หากินกลางคืนหรือด้วงหากินกลางวัน ด้วงที่ขุดอุโมงค์หรือด้วงที่กลิ้งมูล การทำงานของระบบในด้านการกำจัดมูลและการเคลื่อนย้ายเมล็ดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับความหลากชนิดตามการทำหน้าที่ของด้วงมูลสัตว์ บ่งชี้ถึงการสูญเสียสิ่งมีชีวิตสามารถทำให้การทำงานของระบบลดลงกว่าเดิมหากการสูญเสียสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นนำไปสู่องค์ประกอบของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ทำงานได้น้อยลง

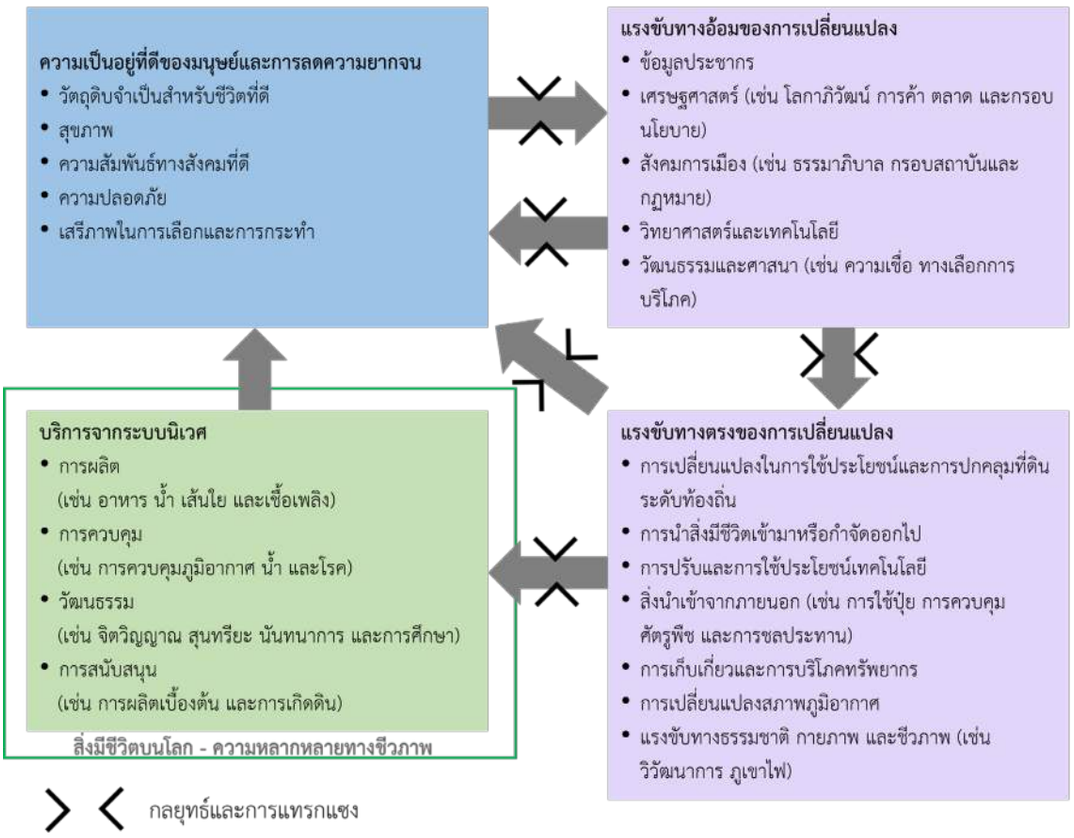
3.4 แนวคิดเชิงปฏิบัติของนิเวศวิทยาการฟื้นฟู

ทุกคนบนโลกใบนี้มีชีวิตอยู่ได้ด้วยระบบนิเวศของโลกและบริการที่เราได้รับจากระบบนิเวศ เช่น อาหาร น้ำ การควบคุมโรค การควบคุมภูมิอากาศ การเติมเต็มทางจิตวิญญาณ และสุนทรียภาพ (ภาพ 3.1) ในช่วงเวลามากกว่า 50 ปีที่ผ่านมา มนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศอย่างรวดเร็วและเข้มข้นมากกว่าช่วงใดๆ ในประวัติศาสตร์มนุษยชาติ สาเหตุสำคัญคือเพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านอาหาร น้ำสะอาด เนื้อไม้ เส้นใย และพลังงาน การเปลี่ยนแปลงของโลกได้ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์และการพัฒนาทางเศรษฐกิจในด้านบวก แต่ก็ไม่ทุกภูมิภาคที่ได้รับผลประโยชน์จากกระบวนการดังกล่าว และในความเป็นจริงหลายพื้นที่ได้ถูกทำให้เสียประโยชน์มากกว่า สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันน่าจะทำให้เราตระหนักมากขึ้นถึงต้นทุนที่แท้จริงของประโยชน์ที่ได้รับ



ภาพ 3.1 ความเชื่อมโยงระหว่างบริการจากระบบนิเวศและความเป็นอยู่ของมนุษย์
(ปรับปรุงจาก Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

นอกจากอิทธิพลของบริการจากระบบนิเวศที่มีต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์แล้ว ปัจจัยอื่นๆ รวมทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ สังคม เทคโนโลยี และวัฒนธรรม ล้วนมีผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์เช่นกัน ในทางกลับกันระบบนิเวศก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงจากความเป็นอยู่ของมนุษย์ ดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 โครงสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชีวภาพ บริการจากระบบนิเวศ ความเป็นอยู่ของมนุษย์ และปัจจัยผลักดันการเปลี่ยนแปลง

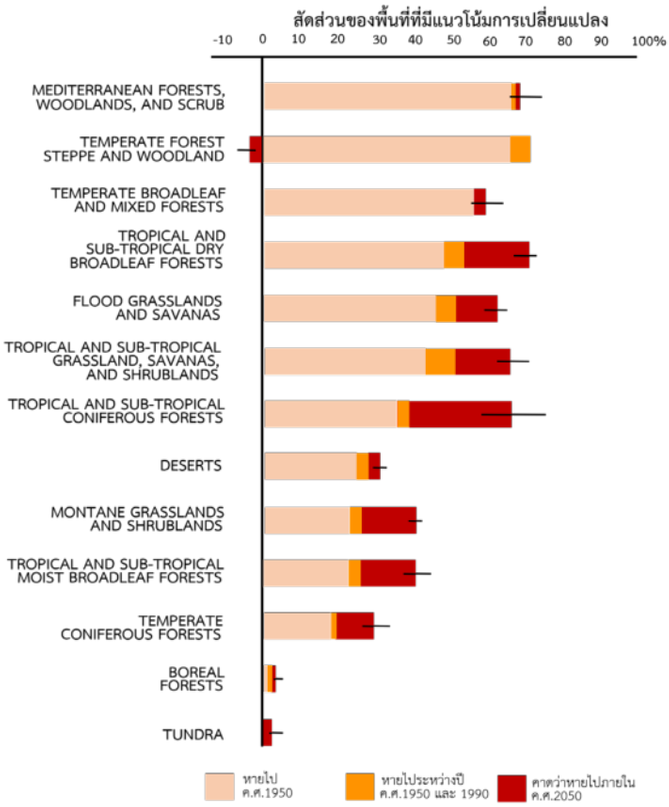
(ปรับปรุงจาก Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

จากการศึกษาของ Millennium Ecosystem Assessment (2005) พบว่าปัญหาที่จำเป็นต้องได้รับความสนใจในการปรับปรุงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ระบบนิเวศอย่างยั่งยืน มี 3 ประเด็นดังต่อไปนี้

1) การสูญเสียถิ่นอาศัยตามธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ

พื้นที่ป่าจำนวนมากถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เพาะปลูกในช่วงเวลากว่า 50 ปีที่ผ่านมา ในปัจจุบันมีข้อมูลรายงานว่าระบบเพาะปลูกครอบคลุม 1 ใน 4 ของพื้นที่ผิวโลกที่ไม่ใช่มหาสมุทรทั้งหมด ความเสื่อมโทรมและการเปลี่ยนแปลงในบริเวณที่เคยปกคลุมด้วยป่าเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมามีการสูญเสียแนวปะการังของโลกเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 20 และในช่วงเวลาดังกล่าว ประมาณร้อยละ 35 ของป่าชายเลนโลกได้หายไป ชีวนิเวศหลักของโลกหลายแบบได้ถูกรบกวนและทำให้เปลี่ยนแปลงไป มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ระบบชีวนิเวศทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ทางการเกษตร (ภาพ 3.3) เมื่อพิจารณาในระดับชุมชีพจะพบว่าขนาดประชากรหรือขอบเขตการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตลดลง

เมื่อพิจารณาความต้องการในการใช้บริการจากระบบนิเวศ พบว่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่าง ค.ศ. 1960-2000 ประชากรโลกเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า คือ 6,000 ล้านคน และเศรษฐกิจโลกเพิ่มขึ้นกว่า 6 เท่าเพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรจำนวนดังกล่าว ตัวเลขความต้องการในการผลิตอาหารเพิ่มขึ้น 2.5 เท่า การใช้น้ำเพิ่ม 2 เท่า การใช้ประโยชน์เนื้อไม้สำหรับการผลิตกระดาษเพิ่ม 3 เท่า การติดตั้งพลังงานไฟฟ้าจากน้ำเพิ่ม 2 เท่า และการผลิตไม้ใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นมากกว่าครึ่งจากอดีต



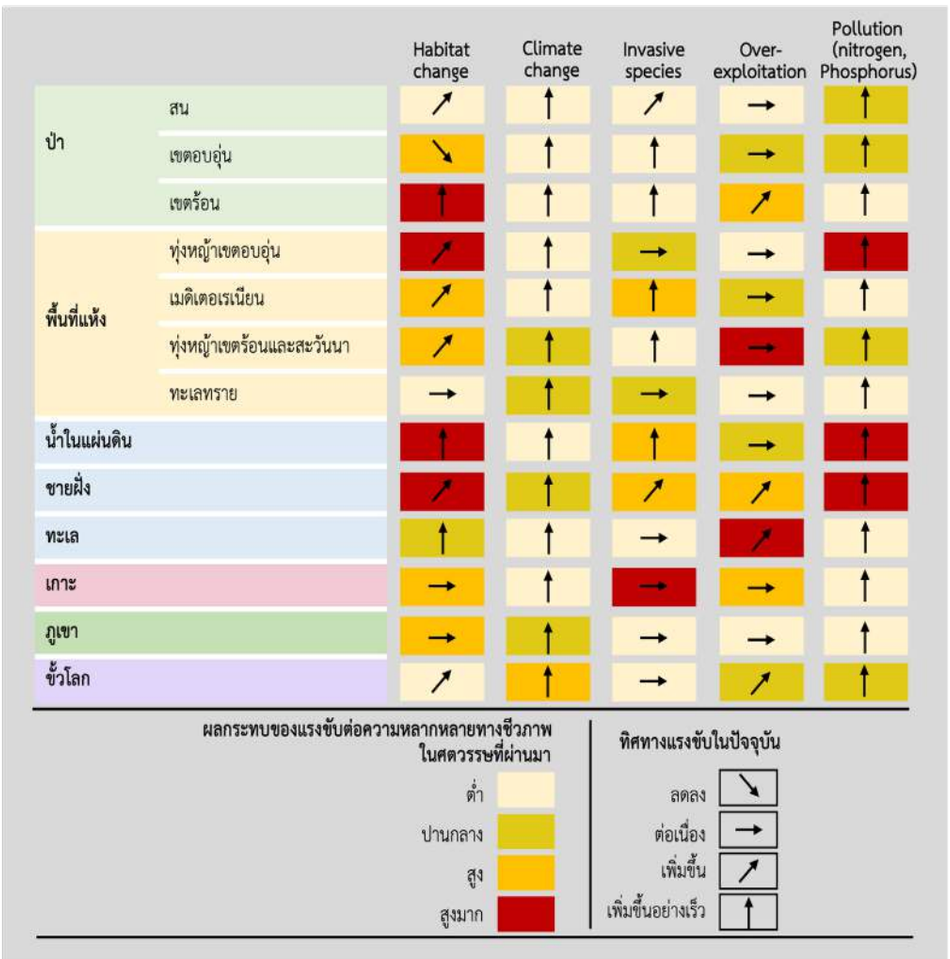
ภาพ 3.3 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในระบบชีวนิเวศของโลก

(ปรับปรุงจาก Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

การเพิ่มขึ้นของความต้องการบริการจากระบบนิเวศมีอิทธิพลทั้งจากความต้องการในการใช้ประโยชน์โดยตรง เช่น การดึงนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร หรือการจับปลาจากทะเลมากขึ้น และการเพิ่มของความต้องการด้านการผลิต เช่น การเกษตรหรือการเลี้ยงสัตว์ ความต้องการอันหลังเป็นผลจากการใช้เทคโนโลยี (เช่น พืชสายพันธุ์ใหม่ การใส่ปุ๋ย และการชลประทาน) มากพอกับการเพิ่มพื้นที่สำหรับกระบวนการผลิตในกรณีของพืชเกษตร การปศุสัตว์ และการประมง

2) ความเสื่อมโทรมของบริการจากระบบนิเวศสามารถมีความรุนแรงมากขึ้น

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและมีทิศทางเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วคือการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ส่วนปัจจัยที่มีทิศทางเพิ่มขึ้นและมีผลกระทบสูงต่อระบบนิเวศคือการหายไปของถิ่นอาศัยตามธรรมชาติและการใช้ประโยชน์เกินพอดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศที่มีความแห้งแล้งและพื้นที่ชายฝั่ง รวมถึงระบบนิเวศทางทะเล (ภาพ 3.4)



ภาพ 3.4 ปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ (ปรับปรุงจาก Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

3) ความสำเร็จในการฟื้นฟูระบบนิเวศต้องอาศัยการเปลี่ยนแปลงระดับนโยบาย โครงสร้างการทำงาน และแนวปฏิบัติที่เหมาะสม

ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศสามารถฟื้นกลับได้ยากหากไม่คำนึงถึงแรงผลักทางตรงของปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากร (รวมทั้งการเกิดและการอพยพเข้า) การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐศาสตร์ (รวมถึงการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ความแตกต่างทางฐานะ และรูปแบบการแลกเปลี่ยน) ปัจจัยทางสังคมการเมือง (รวมปัจจัยตั้งแต่ความขัดแย้งในปัจจุบันไปจนถึงการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจของสาธารณะ) และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

ในปัจจุบันการพัฒนาและการออกแบบเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ทรัพยากรหรือการลดผลกระทบของแรงผลัก เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการหมุนเวียนธาตุอาหารเป็นเรื่องสำคัญ อย่างไรก็ตามผลทางลบต่อระบบนิเวศและความเป็นอยู่ของมนุษย์บางครั้งก็มีผลมาจากเทคโนโลยีใหม่เช่นกัน จำเป็นต้องมีการประเมินอย่างระมัดระวังก่อนที่จะเริ่มนำเทคโนโลยีมาใช้ แนวทางการพัฒนาที่มีความหวังต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม เช่น

- การส่งเสริมเทคโนโลยีที่สามารถเพิ่มผลผลิตโดยปราศจากผลเสียต่อทรัพยากรน้ำและการหมุนเวียนธาตุอาหาร

- การพัฒนาของวิธีฟื้นฟูบริการจากระบบนิเวศ ระบบนิเวศที่ถูกฟื้นฟูสามารถให้บริการบางอย่างเหมือนกับระบบนิเวศดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปต้นทุนของการฟื้นฟูมีมูลค่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนของการป้องกันความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ทั้งนี้ไม่ใช่ทุกบริการที่สามารถฟื้นฟูให้เหมือนเดิมได้ และบริการของระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมมากอาจต้องการเวลามากสำหรับการฟื้นฟู

- การส่งเสริมเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

บทที่ 4
ยุทธวิธีการฟื้นฟูป่าในเขตร้อน

ป่าเขตร้อนเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุดในโลก พบมากกว่าครึ่งของพื้นที่ป่าเขตร้อนถูกทำลายไปในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ป่าส่วนมากที่เหลืออยู่ถูกแบ่งออกเป็นหย่อมขนาดเล็ก ในบางประเทศมีอัตราการทำลายป่าชะลอตัวลง แต่ในบางประเทศก็ยังมีอัตราการทำลายอย่างรวดเร็ว สาเหตุของการทำลายป่ามีความซับซ้อนและแตกต่างกันไปตามแต่ละภูมิภาค

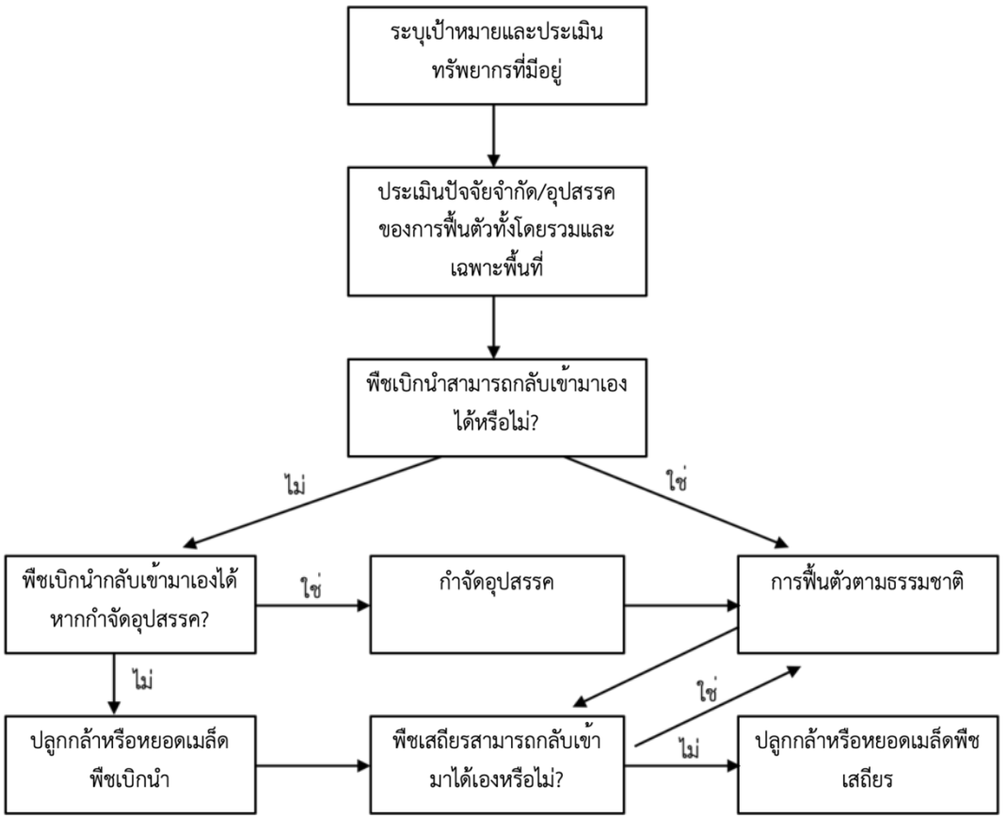
ขณะที่การสูญเสียพื้นที่ป่าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ก็มีความสนใจเกี่ยวกับการฟื้นฟูพื้นเพิ่มขึ้นในวงกว้าง ในบางภูมิภาคของเขตร้อนพบว่ามีพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น แรงผลักดันของการฟื้นฟูป่าเขตร้อนมีอิทธิพลจากความสนใจเกี่ยวกับการเพิ่มความสมบูรณ์หรือการฟื้นฟูความสามารถในการให้บริการของระบบนิเวศและการดูแลรักษาทุนทางธรรมชาติเอาไว้ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จำเป็นต้องพิจารณาควบคู่ไปกับความยั่งยืนของวิถีชีวิตผู้คนในภูมิภาคไปด้วย การทำความเข้าใจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่าเขตร้อน (บทที่ 2) และผลของการรบกวนจากมนุษย์ (บทที่ 3) เป็นเรื่องสำคัญอย่างมากสำหรับการเลือกแนวทางการฟื้นฟูอย่างเหมาะสม และเพื่อที่จะสามารถบ่งชี้ปัจจัยที่มีความสำคัญในแต่ละระบบที่ต้องการการฟื้นฟู บทนี้จะอธิบายถึงแนวทางสำหรับเลือกวิธีฟื้นฟูโดยพิจารณาจากระดับความเสื่อมโทรม หลักการของวิธีฟื้นฟูป่าเชิงรุก การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้แยกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงแนวคิดการฟื้นฟูที่เน้นบริการจากระบบนิเวศ

4.1 การเลือกแนวทางการฟื้นฟู

ขั้นตอนแรกของโครงการฟื้นฟูคือการตั้งเป้าหมายให้ชัดเจน (ภาพ 4.1) เป้าหมายและวัตถุประสงค์จำเป็นที่จะต้องถูกพัฒนาให้เหมาะสมกับทรัพยากร (เช่น งบประมาณ แรงงาน เมล็ดหรือกล้าไม้ที่มี) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้และให้ได้ระบบนิเวศเป้าหมายที่สามารถรับมือกับการรบกวนตามธรรมชาติได้ เป้าหมายหนึ่งของโครงการฟื้นฟูป่าเขตร้อนส่วนมากคือการฟื้นฟูองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและกระบวนการทางนิเวศวิทยา อย่างไรก็ตามก็ปฏิเสธไม่ได้ถึงความสำคัญของการตั้งเป้าหมายโครงการฟื้นฟูให้สอดคล้องความต้องการของมนุษย์และเพื่อให้ได้มาซึ่งบริการจากระบบนิเวศบางอย่าง เป็นเรื่องจำเป็นอย่างมากที่ผู้ลงมือปฏิบัติต้องจัดลำดับความสำคัญของเป้าหมายการฟื้นฟู

ตัวอย่างเช่น คำถามที่ว่าอะไรคือเป้าหมายที่ต้องการระหว่างการฟื้นฟูองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นทั้งหมด หรือการฟื้นฟูเพื่อควบคุมการพังทลายหน้าดิน หรือการฟื้นฟูเพื่อกักเก็บคาร์บอน พื้นที่จำนวนมากในเขตร้อนมีการปลูกไม้ยืนต้นเพื่อตอบเป้าหมายการใช้ประโยชน์เนื้อไม้และเส้นใยในอนาคต หรือเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่เกษตร ความพยายามของโครงการเหล่านี้มักไม่ได้มุ่งหวังเพื่อฟื้นฟูความสมบูรณ์ของชนิดและการทำงานของระบบนิเวศทั้งหมด แต่เพื่อเพิ่มพื้นที่ที่มีไม้ยืนต้นและเพิ่มบริการจากระบบนิเวศบางอย่าง เป็นเรื่องสำคัญอย่างมากที่โครงการฟื้นฟูจะต้องมีการพูดคุยถึงความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด

ถัดไปคือความสำคัญของการประเมินปัจจัยที่ขัดขวางกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ และคำถามแรกที่ต้องถามคือ พืชกลุ่มที่มีเนื้อไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มไม้เบิกนำในพื้นที่เป้าหมายจะสามารถเจริญเติบโตหรือเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ได้เองหรือไม่ ถ้ากระบวนการฟื้นตัวเกิดขึ้นได้ช้า คำถามถัดไปคือหากกำจัดอุปสรรคที่ขัดขวางแล้วการฟื้นตัวตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ แนวทางส่งเสริมการฟื้นตัวตามธรรมชาติโดยกำจัดอุปสรรคของการตั้งตัวของกล้าไม้ธรรมชาติเรียกว่า การเร่งให้เกิดการฟื้นตัวตามธรรมชาติ (assisted natural regeneration: ANR) ทั้งนี้หากการเข้ามาตั้งตัวของพืชมีอุปสรรคจากการขาดแหล่งเมล็ดและกล้าไม้ ก็จำเป็นต้องมีการนำพืชท้องถิ่นเข้ามาในพื้นที่ อาจผ่านการปลูกกล้าไม้หรือการหยอดเมล็ดขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ทั้งนี้ลำดับขั้นการพิจารณาเพื่อคัดเลือกแนวทางการฟื้นฟูป่าเขตร้อนแสดงในภาพ 4.1



ภาพ 4.1 ขั้นตอนคัดเลือกแนวทางการฟื้นฟูป่าเขตร้อน

(ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson, 2012)

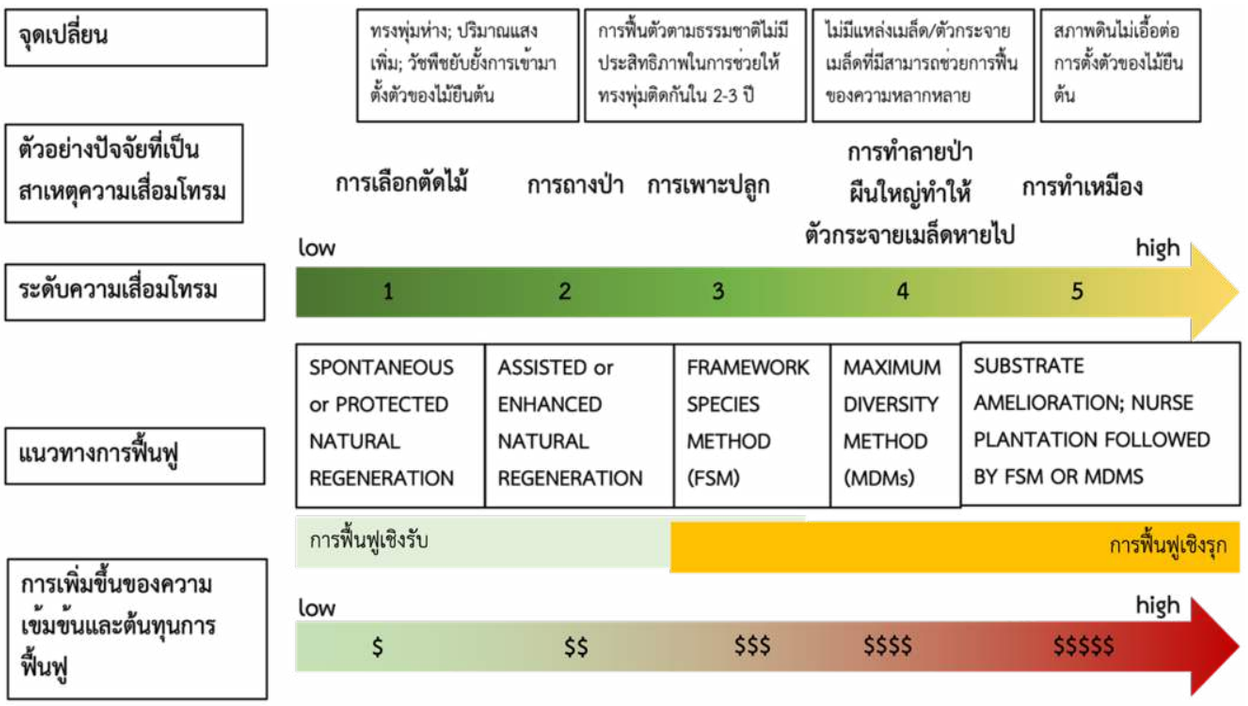
อีกแนวทางหนึ่งที่มักถูกใช้สำหรับคัดเลือกยุทธวิธีการฟื้นฟูที่เหมาะสมคือการประเมินระดับความเสื่อมโทรมของพื้นที่ ในทุกพื้นที่ลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศจะขึ้นอยู่กับสภาพดิน ภูมิอากาศ และที่มาของเมล็ด พื้นดินรกร้างภายหลังจากการรบกวนในเขตร้อนมักถูกปกคลุมโดยหญ้าและวัชพืชอื่นๆ อย่างรวดเร็ว พืชเหล่านี้จะค่อยๆ ถูกแทนที่ด้วยไม้ล้มลุกและไม้พุ่มซึ่งเข้ามาสร้างร่มเงาให้แก่พื้นที่ จากนั้นไม้ยืนต้นกลุ่มไม้เบิกนำจะเข้ามาเจริญปกคลุมไม้ล้มลุกและไม้พุ่มที่มีอยู่เดิม เมื่อเวลาผ่านไปไม้เบิกนำจะถูกแทนที่ด้วยกลุ่มไม้เสถียรที่สามารถทนร่มเงาและกลายเป็นป่าที่สมบูรณ์ในที่สุด ทั้งนี้การเกิดป่าเสื่อมโทรมจะเป็นกระบวนการที่เกิดตามลำดับในทิศทางย้อนกลับกับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ แนวทางการฟื้นฟูที่เหมาะสมก็จะขึ้นอยู่กับระดับความเสื่อมโทรมของพื้นที่ การศึกษาของ Elliott et al. (2013) เสนอเกณฑ์สำหรับการพิจารณา 6 ด้าน โดยแบ่งเป็นปัจจัยระดับพื้นที่ 3 ด้าน และปัจจัยที่ต้องพิจารณาในระดับภูมิทัศน์อีก 3 ด้าน (ตาราง 4.1)

เมื่อพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ร่วมกันจะสามารถแยกระดับความรุนแรงของความเสื่อมโทรมได้ 5 ระดับและในแต่ละระดับต้องการยุทธวิธีในการฟื้นฟูป่าที่ต่างกัน (ตาราง 4.1) ในพื้นที่ที่ยังมีป่าสมบูรณ์อยู่ในภูมิทัศน์ และมีจำนวนสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดพันธุ์มาก (ระดับที่ 1 – 3) การฟื้นฟูจะขึ้นอยู่กับการกระจายเมล็ดตามธรรมชาติ เช่น ANR และวิธีพรรณไม้โครงสร้าง ในพื้นที่ที่ไม่มีป่าสมบูรณ์เหลืออยู่เลย (ระดับ 4) จะต้องมีการปลูกทดแทนด้วยพืชหลายชนิด เช่น วิธีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุด (maximum diversity method) สำหรับที่ที่ดินเสื่อมสภาพอย่างรุนแรงและลักษณะภูมิอากาศท้องถิ่นเปลี่ยนแปลงไป (ระดับ 5) อาจต้องทำการปรับสภาพพื้นที่หรือปรับปรุงคุณภาพของดินก่อนโดยการปลูกพืชพี่เลี้ยง (nurse crop) ก่อนที่จะเริ่มการฟื้นฟูป่าในขั้นตอนต่อไป

ตาราง 4.1 แนวทางสำหรับการเลือกยุทธวิธีการฟื้นฟู (ปรับปรุงจาก Elliott et al., 2013)

ปัจจัยจำกัดระดับภูมิทัศน์			แนวทางการฟื้นฟูที่เหมาะสม	ปัจจัยจำกัดระดับพื้นที่		
พื้นที่ป่าในภูมิทัศน์	**กลไกการกระจายเมล็ด**	**ความเสี่ยงจากไฟ**		**พืชพันธุ์เด่นที่ปกคลุม**	**ตัวช่วยส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ**	**สภาพดิน**
ป่าสมบูรณ์ที่เหลืออยู่พบในรัศมีไม่เกิน 2-3 กิโลเมตร จากพื้นที่ฟื้นฟู	ยังคงสมบูรณ์ เป็นปัจจัยจำกัดการฟื้นตัวของความมากมายชนิดไม้ยืนต้น	ต่ำ – ปานกลาง	(1) การป้องกันพื้นที่	การปกคลุมเรือนยอดของไม้ยืนต้นมากกว่าวัชพืชที่เป็นไม้ล้มลุก	ตัวช่วยส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ >3,100/เฮกตาร์ ซึ่งเป็นตัวแทน >10% ของชนิดพันธุ์ในพื้นที่	สภาพดินไม่ใช่ปัจจัยจำกัดการตั้งตัวของกล้าไม้
		ปานกลาง – สูง	(2) การป้องกันพื้นที่ + ANR	เรือนยอดของไม้ยืนต้นมีไม่มากพอที่จะสร้างร่มเงากำจัดวัชพืช		
		สูง	(3) การป้องกันพื้นที่ + ANR + การปลูกพรรณไม้โครงสร้าง	การปกคลุมของวัชพืชที่เป็นไม้ล้มลุกมีมากกว่าร่มเงาจากเรือนยอดของไม้ยืนต้น	ตัวช่วยส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ <3,100/เฮกตาร์ ซึ่งเป็นตัวแทน <10% ของชนิดพันธุ์ในพื้นที่	
ป่าสมบูรณ์ที่เหลืออยู่กระจัดกระจายหรือไม่มีอยู่เลยในภูมิทัศน์โดยรอบ	สัตว์กระจายเมล็ดหายาก หรือหายไปจากพื้นที่ จำกัดการกลับเข้ามาของไม้ยืนต้น		(4) การป้องกันพื้นที่ + ANR + การปลูกพืชให้หลากหลายทางชีวภาพสูงสุด			ความเสื่อมโทรมของดินจำกัดการตั้งตัวของกล้าไม้
		เบื้องต้นต่ำ (สภาพดินจำกัดการเจริญของพืช) ความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการฟื้นตัวของพืชพันธุ์	(5) การปรับปรุงดิน + การปลูกไม้พี่เลี้ยง ตามด้วยการตัดสางและแทนที่ด้วยการปลูกพืชให้หลากหลายทางชีวภาพสูงสุด	การเจริญของวัชพืชถูกจำกัดโดยสภาพดินที่เสื่อมโทรม		

ในแวดวงการฟื้นฟูป่ามักมีการถกเถียงเกี่ยวกับความเหมาะสมของการใช้แนวทางการฟื้นฟูเชิงรับหรือเชิงรุก อย่างที่ได้กล่าวไปแล้วว่าปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการคัดเลือกวิธีการฟื้นฟูที่เหมาะสมคือระดับความเสื่อมโทรมของพื้นที่ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากจากความเข้มข้นของการรบกวนในอดีตที่ผ่านมาและบริบทของภูมิทัศน์โดยรอบ (ภาพ 4.2) ในหลายกรณีโครงการฟื้นฟูอาจไม่สามารถหางบประมาณที่สอดคล้องกับวิธีการที่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องผสมผสานวิธีการให้สอดคล้องและเหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่



ภาพ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการฟื้นฟูป่ากับระดับความเสื่อมโทรม

(ปรับปรุงจาก Elliott et al., 2022)

4.2 วิธีการนำพืชเข้าไปในพื้นที่เชิงรุก

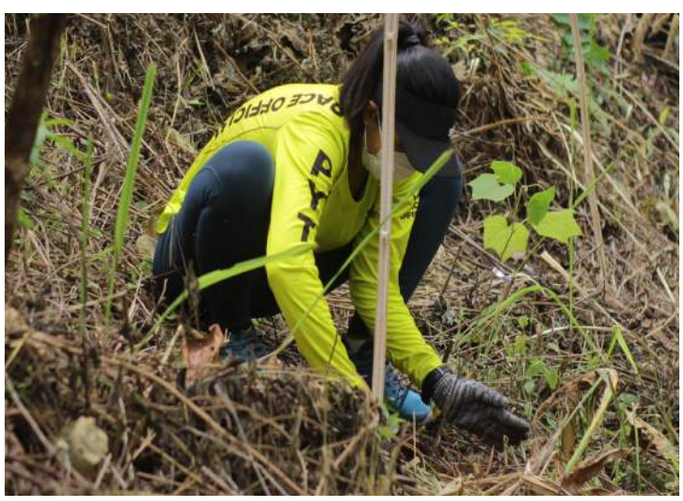
ถ้าชนิดพันธุ์ท้องถิ่นไม่สามารถกลับเข้ามาในพื้นที่ได้ตามธรรมชาติภายใต้ระยะเวลาที่เหมาะสมของโครงการฟื้นฟู อาจมีความจำเป็นในการดำเนินการบางอย่างที่สามารถช่วยเพิ่มอัตราการกลับเข้ามาของชนิดพันธุ์เหล่านั้น เช่น การปลูกกล้าไม้ (tree planting) การหยอดเมล็ด (direct seeding) และการส่งเสริมกระบวนการกระจายเมล็ด (encouraging seed dispersal)

โดยทั่วไปแล้ว พันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่นำไปปลูกในพื้นที่จะช่วยเร่งกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรือนยอดของไม้ยืนต้นจะเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพักพิงของสัตว์กระจายเมล็ด ช่วยเพิ่มกระบวนการกระจายเมล็ดเข้ามาในพื้นที่ สร้างร่มเงาช่วยจำกัดการเจริญเติบโตของวัชพืช บรรเทาความรุนแรงของสภาพแวดล้อม เพิ่มความสมบูรณ์ของโครงสร้างดินและธาตุอาหาร การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะเพิ่มโอกาสในการกลับเข้ามาของกล้าไม้ท้องถิ่นตามธรรมชาติ ตัวอย่างเครื่องมือสำหรับการฟื้นฟูป่าเชิงรุก ได้แก่

4.2.1 วิธีพรรณไม้โครงสร้าง (framework species method)

พรรณไม้โครงสร้าง หมายถึง พืชที่มีเนื้อไม้และเป็นชนิดที่พบในระบบนิเวศอ้างอิงที่ถูกเลือกมาใช้ในโครงการฟื้นฟูป่า เนื่องจากมีความทนทานต่อสภาพเปิดโล่งและมีความสามารถโดยรวมในการยับยั้งวัชพืชที่เป็นพืชล้มลุกและดึงดูดสัตว์ช่วยกระจายเมล็ด ดังนั้นจึงช่วยเร่งการฟื้นตัวของมวลชีวภาพ โครงสร้างของป่า ความหลากหลายทางชีวภาพ และการทำงานเชิงนิเวศของระบบได้ดี (Elliott et al. 2022) พรรณไม้โครงสร้างจะช่วยส่งเสริมการกระจายเข้ามาของเมล็ดพืชจากหย่อมป่าใกล้เคียงและทำให้สภาพภายในแปลงมีความเหมาะสมกับการงอกของเมล็ดพืช คุณลักษณะสำคัญของการเป็นพรรณไม้โครงสร้าง ได้แก่

- มีอัตราการรอดชีวิตและเจริญเติบโตดีเมื่อนำไปปลูกในบริเวณเปิดโล่ง
- มีคุณสมบัติในการดึงดูดสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ด
- มีความสามารถในการบดบังแสงทำให้วัชพืชตายได้ และ
- สามารถขยายพันธุ์ได้ง่าย



สำหรับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดไฟป่า คุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างของพรรณไม้โครงสร้างคือสามารถฟื้นตัวได้ดีหลังถูกไฟไหม้ หากเราไม่สามารถป้องกันพื้นที่จากการรบกวนของไฟป่าได้ ความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าจะเกิดขึ้นอยู่กับความสามารถด้านนี้ของไม้ยืนต้นที่ปลูก

พรรณไม้โครงสร้างมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว เป็นโครงสร้างหลักของระบบนิเวศที่ส่งเสริมการทำงานของระบบที่กลับมาเริ่มต้นอีกครั้ง สัตว์ที่ถูกดึงดูดมาในแปลงฟื้นฟูจะทำหน้าที่เป็นผู้นำความหลากหลายทางชีวภาพเข้ามาโดยทำให้เกิดการกระจายเมล็ดเข้ามาในพื้นที่ พรรณไม้โครงสร้างจะช่วยทำให้เกิดโครงสร้างป่าที่ซับซ้อนมากขึ้น เรือนยอดที่หนาทึบหลายชั้นทำให้วัชพืชไม่ได้รับแสงจนตายไปในที่สุด พรรณไม้โครงสร้างจะช่วยฟื้นฟูกระบวนการทำงานของระบบนิเวศ เช่น การหมุนเวียนสารอาหาร เป็นต้น นอกจากนั้นพรรณไม้โครงสร้างยังช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสำหรับการงอกให้แก่เมล็ดที่กระจายเข้ามาในพื้นที่ โดยการควบคุมวัชพืชและทำให้พื้นที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม พรรณไม้โครงสร้างจะเปลี่ยนสภาพพื้นที่ให้เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของกล้าไม้ธรรมชาติ พร้อมกับดึงดูดสัตว์ที่ช่วยกระจายเมล็ดโดยสร้างทรัพยากรที่สัตว์ต้องการ (เช่น ผลไม้ หรือดอกไม้ที่มีน้ำหวาน) สัตว์เหล่านี้จะนำเมล็ดของพืชอีกหลายชนิดเข้ามาสู่แปลงฟื้นฟู ซึ่งพรรณไม้ที่เข้ามาในแปลงปลูกทีหลังนี้จะทำให้องค์ประกอบของชนิดไม้ยืนต้นในพื้นที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.2.2 วิธีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุด (maximum diversity method)

วิธีการมากมายได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ให้กลับมามีองค์ประกอบชนิดของพืชใกล้เคียงกับป่าดั้งเดิมโดยไม่พึ่งพาการกระจายเมล็ดตามธรรมชาติ เช่น วิธีการปลูกโดยใช้ความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุด (Goosem and Tucker, 1995) และวิธีมิยาวากิ (Miyawaki method) (Miyawaki, 1993) ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ต้องมีการเตรียมพื้นที่อย่างเข้มข้น ตามด้วยการปลูกพรรณไม้จำนวนมากหลากชนิด และการดูแลพื้นที่อย่างใกล้ชิดเป็นเวลาหลายปี

การปลูกพืชหลากชนิดจะทำให้ความหลากหลายของของพรรณไม้ในพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว พืชหลากชนิดจะทำให้โครงสร้างป่ามีความซับซ้อนมากขึ้นและส่งผลให้ที่อยู่อาศัยของสัตว์มีความหลากหลายมากขึ้นไปด้วย ถ้าแปลงฟื้นฟูอยู่ห่างจากป่าธรรมชาติมาก โอกาสที่ชนิดพรรณไม้ในแปลงจะมีสภาพคล้ายคลึงป่าดั้งเดิมจะเป็นไปได้ยาก วิธีการฟื้นฟูป่าแบบนี้มีค่าใช้จ่ายสูงมากเนื่องจากจะต้องมีการนำต้นกล้าเข้ามาปลูกแทนการปล่อยให้เมล็ดกลับเข้ามาในพื้นที่เอง การเก็บเมล็ดและการเพาะพันธุ์พืชหลายชนิดจากป่าเขตร้อนเป็นสิ่งที่ท้าทายและมีต้นทุนสูง

4.2.3 การปลูกไม้พี่เลี้ยง (nurse tree plantation)

ในระบบนิเวศเสื่อมโทรมที่หน้าดินถูกทำลายมาก อาจจำเป็นต้องมีขั้นตอนการฟื้นฟูสภาพดินก่อนที่จะปรับใช้วิธีการฟื้นฟูแบบใดแบบหนึ่ง พืชชนิดเป้าหมายเบื้องต้นของกระบวนการฟื้นฟูจำเป็นต้องรอดชีวิตได้ในสภาวะแวดล้อมที่เลวร้าย เรียกพืชกลุ่มนี้ว่า ไม้พี่เลี้ยง (nurse trees) ไม้ที่ปลูกจะเจริญเติบโตสร้างร่มเงาบดบังวัชพืช ช่วยเพิ่มเศษซากใบไม้ซึ่งจะกลายไปเป็นอินทรียวัตถุให้กับดิน และเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดินในพื้นที่ ขั้นตอนต่อไปคือการตัดสางไม้พี่เลี้ยงออกก่อนที่จะปลูกพืชท้องถิ่นเข้าไปในพื้นที่ อาจใช้วิธีพรรณไม้โครงสร้าง (ในกรณีที่ยังพอมีป่าธรรมชาติอยู่ใกล้เคียง) หรือใช้วิธีความหลากหลายสูงสุด (ในกรณีที่ไม่มีป่าธรรมชาติหลงเหลืออยู่เลย)

ไม้พี่เลี้ยงมักเป็นไม้เบิกนำชนิดที่โตเร็ว มีพุ่มหนาและกว้าง สามารถฟื้นตัวหลังไฟไหม้ได้ดี พืชตระกูลถั่ว (Fabaceae) เป็นไม้พี่เลี้ยงที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากพืชกลุ่มนี้สามารถช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้กับดิน หรืออาจเป็นชนิดที่มีประโยชน์ต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น ให้ผลผลิตที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือนหรือนำไปขายเชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากไม้พี่เลี้ยงจะถูกตัดออกไปจากพื้นที่ในท้ายที่สุด ดังนั้นอาจเป็นพืชชนิดต่างถิ่นได้ แต่ต้องเป็นชนิดที่ไม่มีแนวโน้มกลายเป็นชนิดรุกราน สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงสำหรับยุทธวิธีการฟื้นฟูป่าแบบนี้ คือ จะทำอย่างไรจึงจะสามารถตัดไม้พี่เลี้ยงออกได้โดยไม่รบกวนกล้าไม้ที่มีอยู่ในแปลงฟื้นฟู ทั้งชนิดที่ปลูกหรือมีอยู่ตามธรรมชาติ

4.2.4 การหยอดเมล็ดโดยตรง (direct seeding)

การนำเมล็ดเข้าไปหยอดในพื้นที่ฟื้นฟูสามารถช่วยเพิ่มเมล็ดในพื้นที่เป้าหมายแต่ก็มีข้อจำกัด เช่น การสูญเสียเมล็ดเนื่องจากความร้อนและความแห้งแล้งในพื้นที่เสื่อมโทรม เมล็ดถูกทำลายโดยสัตว์ เช่น มด หนู หรือ กระรอก เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีรายงานการศึกษาที่บ่งชี้ว่าการหยอดเมล็ดโดยตรงสามารถลดงบประมาณของการฟื้นฟูได้ค่อนข้างมาก เนื่องจากไม่ต้องมีกระบวนการผลิตกล้าไม้ในเรือนเพาะชำ จากการศึกษาการหยอดเมล็ดเพื่อการฟื้นฟูป่าในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าวิธีหยอดเมล็ดโดยตรงสามารถลดงบประมาณได้ถึงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับการปลูกกล้าไม้ กล้าไม้ที่เจริญมาจากการหยอดเมล็ดจะสามารถตั้งตัวในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะสามารถสร้างระบบรากได้เต็มที่ รากไม่ถูกจำกัดโดยภาชนะปลูก (Tunjai, 2005) นอกจากนี้การหยอดเมล็ดยังมีประโยชน์กับการฟื้นฟูในพื้นที่ที่เข้าถึงยาก เนื่องจากการขนย้ายเมล็ดสามารถทำได้ง่ายและสะดวกกว่าการขนย้ายกล้าไม้

อย่างไรก็ตามความสำเร็จของการหยอดเมล็ดโดยตรงขึ้นอยู่กับชนิดและคุณลักษณะของเมล็ด การศึกษาของ Tunjai and Elliott (2012) มีการนำเมล็ดของไม้ยืนต้นท้องถิ่นป่าเขตร้อนที่ราบต่ำจำนวน 19 ชนิด จากภาคใต้ของประเทศไทยได้มาทดสอบ พบว่าคุณลักษณะเมล็ดมีผลต่อความสำเร็จของการหยอดเมล็ดโดยตรงในการฟื้นฟูป่า พืชชนิดที่มีการรอดชีวิตสูงมีแนวโน้มที่จะมีเมล็ดขนาดใหญ่หรือขนาดกลาง เมล็ดกลมหรือรี เมล็ดมีความชื้นปานกลางหรือแห้ง ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดสามารถช่วยทำนายความสามารถในการตั้งตัวของพืช ส่วนหนึ่งของการทดสอบการงอกของเมล็ดในแปลงทดลองแสดงในภาพ 4.3

ภาพ 4.3 การทดสอบการงอกของเมล็ดในแปลงทดลองจังหวัดนครศรีธรรมราช

4.2.5 การส่งเสริมกระบวนการกระจายเมล็ด (encouraging seed dispersal)

การติดตั้งโครงสร้างเสริมเพื่อดึงดูดสัตว์ช่วยกระจายเมล็ด เช่น คอนเทียมสำหรับนก ทั้งนี้จำนวนนกที่เข้ามาใช้ประโยชน์ต้องมากพอที่จะทำให้ปริมาณเมล็ดในพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตาม อุปสรรคของการเข้ามาตั้งตัวของพืชชนิดที่ไม่ได้ปลูกอาจเป็นปัญหาทั้งด้านการกระจายเมล็ดหรือความสามารถในการตั้งตัวของกล้าไม้ในพื้นที่ แม้ว่าคอนเทียมจะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการกระจายเมล็ดเข้ามาในแปลงฟื้นฟู แต่อีกอุปสรรคสำคัญของการตั้งตัวของพืชคือการแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืช การติดตั้งคอนเทียมจะใช้ได้ผลดีกับพื้นที่ที่มีระดับความเสื่อมโทรมไม่มากนัก ควรมีต้นแม่ไม้หรือหย่อมป่าธรรมชาติเหลืออยู่ในภูมิทัศน์ การศึกษาการสร้างคอนเทียมในพื้นที่แปลงฟื้นฟูป่าในภาคเหนือแนะนำให้ใช้คอนเกาะร่วมกับการปลูกไม้ยืนต้น โดยเฉพาะในช่วง 2-3 ปีแรก ก่อนต้นไม้ที่ปลูกจะมีความสูงมากกว่าคอนที่ติดตั้ง ควรสร้างคอนเทียมบริเวณชายขอบของพื้นที่แปลงฟื้นฟูหรืออาจติดตั้งเป็นแถวเชื่อมระหว่างป่าธรรมชาติกับพื้นที่แปลงฟื้นฟู เพื่อสร้างทางเชื่อมธรรมชาติให้เอื้อต่อการใช้ประโยชน์ของสัตว์ที่เป็นตัวช่วยกระจายเมล็ด

4.3 การเลือกแนวทางการฟื้นฟูจากการประเมินโอกาสด้านการฟื้นฟู

การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape restoration) คือ กระบวนการระยะยาวที่มุ่งฟื้นฟูความสามารถในการทำงานเชิงนิเวศและการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ในภูมิทัศน์ป่าไม้ที่ถูกทำลายหรือถูกทำให้เสื่อมโทรม เมื่อพิจารณาในรายละเอียดการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้เป็นเรื่องเกี่ยวกับป่าเพราะให้ความสำคัญกับการเพิ่มจำนวนหรือการปรับปรุงสุขภาพไม้ยืนต้นในพื้นที่ เป็นเรื่องเกี่ยวกับภูมิทัศน์เพราะให้ความสำคัญกับทั้งลุ่มน้ำ เขตอำนาจ หรือระดับทั้งประเทศที่มีหลายรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นเรื่องเกี่ยวกับการฟื้นฟูเพราะให้ความสำคัญกับการฟื้นความสามารถในการผลิตเชิงชีวภาพของพื้นที่ เพื่อให้ได้มาซึ่งประโยชน์หลายด้านสำหรับทั้งผู้คนและโลก เป็นเรื่องระยะยาวเพราะจำเป็นต้องมีวิสัยทัศน์หลายปีเกี่ยวกับการทำงานเชิงนิเวศและประโยชน์ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ที่จะเกิดจากการฟื้นฟู แม้ว่าประโยชน์ที่จับต้องได้ เช่น ตำแหน่งงาน รายได้ และการกักเก็บคาร์บอนจะเกิดขึ้นได้ทันทีก็ตาม

การประเมินโอกาสด้านการฟื้นฟู (Restoration Opportunities Assessment Methodology: ROAM) ถูกออกแบบมาเพื่อให้ข้อมูลการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายระดับชาติหรือระดับย่อย รวมถึงกระบวนการปฏิบัติงาน เช่น การพัฒนายุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพของชาติ เป็นต้น นอกจากนี้การประเมินโอกาสด้านการฟื้นฟูยังสามารถช่วยเติมข้อมูลที่ขาดหายไปเกี่ยวกับลำดับความสำคัญของนโยบายด้านอื่นของประเทศ เช่น การพัฒนาชนบท ความมั่นคงทางอาหาร หรือการจัดหาพลังงาน ปัจจุบันมีการนำเครื่องมือนี้ไปปรับใช้ในหลายประเทศเขตร้อน เช่น กานา รวันดา กัวเตมาลา และเม็กซิโก เป็นต้น (ดูรายละเอียดเพิ่มเติม 5.5)

การรวมตัวของหน่วยงานความร่วมมือระดับโลกด้านการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (Global Partnership on Forest Landscape Restoration: GPFLR) ได้เสนอกรอบทั่วไปของแนวทางการฟื้นฟู 7 แบบบนฐานการใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 รูปแบบ (ตาราง 4.1) ให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ได้นำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมาย มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ป่า

พื้นที่ประเภทนี้มุ่งให้ป่าเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก อาจรวมทั้งผืนป่าอนุรักษ์และป่าปลูกเพื่อการใช้ประโยชน์ หากพื้นที่ไม่มีไม้ยืนต้นอยู่เลย สามารถฟื้นฟูโดยการปลูก (แบบ 1) หรือการฟื้นตัวตามธรรมชาติ (แบบ 2) หากพื้นที่มีสภาพเป็นป่าเสื่อมโทรมสามารถใช้การฟื้นฟูสภาพถิ่นอาศัย (rehabilitation) หรือวิธีการทางวนวัฒนวิทยา (silvicultural treatments) (แบบ 3)

2) พื้นที่เกษตร

พื้นที่ประเภทนี้มีการจัดการเพื่อเป้าหมายในการผลิตอาหาร ถ้าพื้นที่มีการจัดการแบบถาวร สามารถฟื้นฟูโดยใช้หลักการด้านวนเกษตร (agroforestry) (แบบ 4) หรือหากพื้นที่มีการจัดการแบบหมุนเวียน อาจฟื้นฟูโดยใช้การปรับปรุงคุณภาพดินระหว่างการทิ้งร้าง (improved fallow) (แบบ 5)

3) พื้นที่ป้องกันและพื้นที่กันชน

พื้นที่ประเภทนี้มีความเปราะบางหรือความสำคัญต่อเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับภูมิอากาศและอื่นๆ พื้นที่อาจถูกใช้ประโยชน์สำหรับการเกษตรหรือการปลูกสวนป่า ในขณะเดียวกันเป็นบริเวณที่มีคุณค่าพิเศษในแง่ของการปกป้องชีวิต ทรัพย์สิน และบริการจากระบบนิเวศ มักเป็นพื้นที่ทางทะเลหรือมีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศน้ำจืด พื้นที่ประเภทนี้อาจใช้แนวทางการฟื้นฟูป่าชายเลน (แบบ 6) หรือการป้องกันต้นน้ำหรือการควบคุมการพังทลายของดิน (แบบ 7)

ตาราง 4.1 แนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้เชื่อมโยงกับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ปรับปรุงจาก IUCN and WRI, 2014)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ประเภทที่ดินย่อย	แนวทางการฟื้นฟู	คำอธิบาย
พื้นที่ป่า มุ่งให้ป่าเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก ⟶ เหมาะสำหรับการฟื้นฟูแบบกว้าง (wide-scale restoration)	ไม่มีต้นไม้อยู่เลย	1. การปลูกป่าและสวนป่า (planted forests and woodlots)	การปลูกต้นไม้ในพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามาก่อน อาจเป็นชนิดท้องถิ่นหรือต่างถิ่น ขึ้นกับวัตถุประสงค์ เช่น เพื่อใช้เป็นพลังงาน เนื้อไม้ การก่อสร้าง เสา ไม้ผล เป็นต้น
		2. การฟื้นตัวตามธรรมชาติ (natural regeneration)	การส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติของพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามาก่อน มักเป็นพื้นที่เสื่อมโทรมอย่างมาก ไม่สามารถทำหน้าที่เชิงนิเวศดังเดิม (เช่น พื้นที่เกษตรกรรม) หากเสื่อมโทรมมากและไม่มีแหล่งเมล็ด อาจจำเป็นต้องปลูกเสริมในบางส่วน
	เป็นป่าเสื่อมโทรม	3. วนวัฒนวิทยา (silviculture)	การส่งเสริมป่าที่มีอยู่และป่าปลูกที่เสื่อมโทรม (ทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ) โดยการลดการรบกวนจากไฟและปศุสัตว์ การตัดสาง การปลูกเสริม เป็นต้น
พื้นที่เกษตร มีการจัดการเพื่อเป้าหมายในการผลิตอาหาร ⟶ เหมาะสำหรับการฟื้นฟูเป็นหย่อม (mosaic restoration)	มีการจัดการแบบถาวร	4. วนเกษตร (agroforestry)	การปลูกและการจัดการต้นไม้ในพื้นที่ที่มีกิจกรรมการเกษตร อาจผ่านการปลูกหรือการส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ เพื่อปรับปรุงผลผลิต เพิ่มพืชอาหารในฤดูแล้ง เพิ่มความสมบูรณ์ของดิน หรือส่งเสริมการกักเก็บน้ำ เป็นต้น
	มีการจัดการแบบหมุนเวียน	5. การปรับปรุงคุณภาพดินระหว่างการทิ้งร้าง (improved fallow)	การปลูกและการจัดการต้นไม้ในพื้นที่ที่มีการเกษตรแบบหมุนเวียน เพื่อปรับปรุงความสามารถในการผลิต เช่น การควบคุมไฟ การขยายระยะเวลาที่ปราศจากกิจกรรมการเกษตร เป็นต้น ด้วยความรู้และความตั้งใจในการทำเกษตรเชิงรุกเป็นเป้าหมายปลายทาง
พื้นที่ป้องกันและพื้นที่กันชน มีความเปราะบางหรือสำคัญต่อการป้องกันจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ ⟶ เหมาะสำหรับการฟื้นฟูป่าชายเลน การป้องกันต้นน้ำ หรือการควบคุมการพังทลายของดิน	พื้นที่ป่าชายเลนเสื่อมโทรม	6. การฟื้นฟูป่าชายเลน (mangrove restoration)	การปลูกหรือการส่งเสริมไม้ชายเลนตลอดพื้นที่ชายฝั่งและปากอ่าว
	พื้นที่ป้องกันหรือพื้นที่กันชนแบบอื่น	7. การป้องกันต้นน้ำและการควบคุมการพังทลายของดิน (watershed protection and erosion control)	การปลูกและการส่งเสริมพื้นที่ป่าบริเวณที่มีความลาดชัน ตลอดลำน้ำ บริเวณที่มีน้ำท่วมถึงตามธรรมชาติ และรอบแหล่งน้ำสำคัญ

4.4 การฟื้นฟูบริการจากระบบนิเวศ

บริการจากระบบนิเวศหลายด้านสามารถทำให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นโดยกระบวนการฟื้นฟูป่าและการเพิ่มไม้ยืนต้นเข้าไปในภูมิทัศน์ที่เสื่อมโทรมหรือเคยเป็นป่ามาก่อน ทั้งนี้จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับรูปแบบของการฟื้นฟู ว่าเป็นการฟื้นฟูแบบพื้นที่ขนาดใหญ่ (wide-scale restoration) หรือการฟื้นฟูแบบหย่อมขนาดเล็ก (mosaic-type restoration) และพิจารณาระดับของการฟื้นฟูว่าเป็นระดับภูมิทัศน์หรือระดับพื้นที่

การฟื้นฟูเพื่อปรับปรุงบริการจากระบบนิเวศแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การอนุรักษ์สิ่งมีชีวิต (species conservation) การปรับปรุงคุณภาพของน้ำและความสามารถในการผลิตของดิน (improving water quality and soil productivity) การบรรเทาและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change mitigation and adaptation) และการเพิ่มผลิตภัณฑ์จากป่า (provisioning of goods) การฟื้นฟูบริการจากระบบนิเวศมีความสำคัญอย่างมากท่ามกลางสถานการณ์ของโลกปัจจุบัน

4.3.1 การอนุรักษ์สิ่งมีชีวิต

ความสมบูรณ์ของประชากรสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพถิ่นอาศัย ความสามารถในการกระจายตัว การอพยพ การเคลื่อนที่ภายในภูมิทัศน์ สำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพหรือการอนุรักษ์สิ่งมีชีวิตบางชนิดที่มีคุณค่าทางนิเวศวิทยาหรือทางเศรษฐศาสตร์สูง การฟื้นฟูสามารถปกป้องและเพิ่มพื้นที่ถิ่นอาศัยให้มากขึ้น สร้างความต่อเนื่องของพื้นที่เอื้อต่อการอพยพและการกระจายตัว เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติ และเพิ่มเรือนยอดปกคลุมเพื่อสร้างร่มเงาและควบคุมอุณหภูมิ

การสร้างหย่อมป่าเพื่ออนุรักษ์สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องเข้าใจทฤษฎีชีวภูมิศาสตร์ของเกาะ (island biogeography) ทฤษฎีส่วนแรกอธิบายว่าหย่อมป่าขนาดใหญ่สามารถรองรับความหลากหลายทางชีวภาพได้มากกว่าหย่อมป่าขนาดเล็กและมีการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตน้อยกว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความต้องการพื้นที่ขนาดแตกต่างกันเพื่อรองรับจำนวนประชากรขั้นต่ำที่แตกต่างกันไป ทฤษฎีส่วนที่สองอธิบายว่าหากหย่อมป่าอยู่ใกล้กันจะสามารถรองรับความหลากหลายได้มากกว่า และมีการสูญพันธุ์น้อยกว่าหย่อมที่อยู่ไกลกัน แนวทางการฟื้นฟูเพื่ออนุรักษ์สิ่งมีชีวิตสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทาง ที่อาจมีการประยุกต์ใช้ร่วมกัน ได้แก่

1) การฟื้นฟูพื้นที่กันชน

พื้นที่กันชนสามารถช่วยป้องกันพืชพันธุ์ที่อาศัยอยู่บริเวณใจกลางพื้นที่ ป่าขนาดใหญ่สามารถทำหน้าที่เป็นแหล่งอยู่อาศัยคุณภาพดีและมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่า อย่างไรก็ตามบริเวณขอบป่าอาจมีสภาพที่แตกต่างออกไปจากบริเวณด้านใน

2) การฟื้นฟูความเชื่อมโยงของพื้นที่

อาจอยู่ในลักษณะของทางเชื่อม (corridors) หรือโครงข่ายทางเชื่อม (networks) ที่แยกออกจากกิจกรรมหรือมีโครงสร้างพื้นฐานของมนุษย์ โดยสามารถส่งเสริมการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตผ่านการกระจายตัวหรือการอพยพ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของยีนและสามารถรักษาระดับความหลากหลายภายในกลุ่มประชากรได้ การเชื่อมประชากรภายในภูมิทัศน์ส่งผลให้เกิดโอกาสสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่ต่ำ เนื่องจากสามารถรองรับจำนวนสิ่งมีชีวิตได้หลากชนิด รูปแบบของทางเชื่อมแตกต่างกันไปตามความสามารถในการเชื่อมโยง (ภาพ 4.4)

หัวข้อ	คุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง
การรบกวน (disturbance)	ความรุนแรงของการสูญเสียทางชีวภาพ รูปแบบการรบกวน
การทำงานของระบบนิเวศ (ecosystem function)	การส่งถ่ายพลังงาน การสะสมคาร์บอน พลวัตสารอาหาร คุณสมบัติดิน วัฏจักรน้ำ
โครงสร้างและองค์ประกอบของชุมชีพ (community structure and composition)	มวลชีวภาพ การกระจายตัวแนวตั้งของพื้นที่ใบ ดัชนีพื้นที่ใบ ความหลากชนิด ความสม่ำเสมอของชนิด ความหนาแน่น การรวมกลุ่มเชิงพื้นที่
พลวัตของชุมชีพ (community dynamics)	การเอื้อประโยชน์ การยับยั้ง การกระจายตัว ความยั่งยืน
คุณลักษณะของชนิด (species attributes)	ลักษณะของประวัติชีวิต (การผสมเกสร การงอก การตั้งตัว การเจริญเติบโต อายุขัย)
วิถี (trajectories)	อัตรา และ เป้าหมายของการเปลี่ยนแปลง
แบบจำลอง (models)	ลักษณะทั่วไปของกระบวนการที่สามารถทำนายได้

ภาพ 4.4 รูปแบบทางเชื่อมกับระดับความเชื่อมโยง

ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการพิจารณาขนาดและการกระจายตัวของทางเชื่อมเป็นสำคัญ ทางเชื่อมที่มีความกว้างและมีคุณภาพของการเป็นถิ่นอาศัยที่สูงมีความสำคัญมากกว่าในกรณีที่พื้นที่โดยรอบทางเชื่อมไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับการเป็นถิ่นที่อยู่หรือเส้นทางเดินของสัตว์ป่า หรือมีความพยายามในการอนุรักษ์สัตว์ขนาดใหญ่ หรือหย่อมป่าอยู่ห่างกันมาก

ในกรณีข้างต้นการสร้างโครงข่ายทางเชื่อมแทนการสร้างทางเชื่อมเดี่ยวแบบแยกส่วน จะให้ทางเลือกหลากหลายกว่าสำหรับสิ่งมีชีวิตและสามารถรองรับความยืดหยุ่นของระบบในกรณีที่ทางเชื่อมบางอันถูกทำลายไป นอกจากนี้ประเด็นอื่นที่จำเป็นต้องพิจารณา ได้แก่ ผลกระทบจากพื้นที่ขอบ (edge effect) ของทางเชื่อมและพื้นที่กันชน มีความเป็นไปได้ที่สัตว์จะเข้ามาใช้ประโยชน์จากทางเชื่อม และอาจนำมาซึ่งผลกระทบที่ไม่ต้องการ เช่น การเข้ามาของสัตว์ผู้ล่า ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น การรบกวนจากไฟ แมลงศัตรูพืชและโรค และการล่าสัตว์ เป็นต้น

4.3.2 การปรับปรุงคุณภาพของน้ำและความสามารถในการผลิตของดิน

การเพิ่มไม้ยืนต้นในบริเวณที่เสื่อมโทรมหรือบริเวณที่เคยเป็นป่ามาก่อนสามารถปรับปรุงคุณภาพของน้ำและความสามารถในการผลิตของดิน โดยช่วยลดอัตราการไหลผ่านของน้ำและการพังทลายของดิน ลดความแน่นของดิน ช่วยเพิ่มความสามารถในการกรองน้ำระดับใต้ผิวดิน เพิ่มธาตุอาหารและช่วยกำจัดสิ่งปนเปื้อนในดิน ไม้ยืนต้นและไม้พุ่มสามารถช่วยชะลออัตราความเร็วการไหลของน้ำที่เคลื่อนที่บนผิวโลกระหว่างที่เกิดฝนตก การเคลื่อนที่อย่างช้าๆ ประกอบกับการที่ระบบรากของพืชช่วยเพิ่มรูพรุนส่งเสริมความสามารถให้น้ำไหลลงผ่านสู่ชั้นใต้ผิวดิน นำไปสู่การลดการพังทลายของดินที่ไหลลงสู่แม่น้ำ ลำห้วย และในมหาสมุทรในท้ายที่สุด

พื้นที่ที่มีกิจกรรมปลูกพืชหรือเลี้ยงสัตว์มักมีปริมาณการไหลของน้ำผิวดินสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่า อัตราการไหลของน้ำที่ลดลงจะช่วยให้มีสิ่งปนเปื้อน (เช่น ยาฆ่าแมลง ของเสีย และธาตุอาหาร) และตะกอนลดลง และความเสียหายที่อาจเกิดต่อโครงสร้างริมตลิ่งก็ลดลงด้วย

การฟื้นฟูเพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำและดินสามารถเกิดขึ้นผ่านแนวทางหลายแบบ เช่น

1) การฟื้นฟูพื้นที่กันชนริมตลิ่ง (riparian buffer)

การฟื้นฟูพื้นที่กันชนริมตลิ่งช่วยเพิ่มคุณภาพและความมีเสถียรภาพของน้ำและโครงสร้างฝั่งแม่น้ำ ความชันของพื้นที่และประเภทของดินมีผลกระทบสำคัญต่อการออกแบบความกว้างของพื้นที่กันชนเพื่อลดอัตราการไหลของน้ำและการเคลื่อนที่ของมลพิษ พื้นที่ที่มีความชันสูงและดินมีความสามารถในการซึมผ่านได้ต่ำต้องการพื้นที่กันชนขนาดใหญ่ นอกจากนี้การฟื้นฟูริมตลิ่งบริเวณลำธารอันดับสูง (high-order channels) ควรมีความกว้างมากกว่าลำธารอันดับต่ำ (low-order channels) อีกแนวทางหนึ่งคือการรักษาเสถียรภาพของทางน้ำ ระบบรากของพืชสามารถช่วยยึดอนุภาคของดินในกรณีที่ความไม่เสถียรมีความรุนแรง อาจจำเป็นต้องใช้ความรู้ด้านนิเวศวิศวกรรมเข้ามาช่วยในการฟื้นฟูด้วย

2) การรักษาเสถียรภาพบนพื้นที่ลาดชัน (slope stabilization)

พืชที่อยู่บนเขาลาดชันมีความเสี่ยงจากการไหลของน้ำที่รุนแรงและมีความถี่สูง พื้นที่ชันมากไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกและควรได้รับการฟื้นฟู เช่น การสร้างแนวกันชนโดยการปลูกพืชตามเส้นชั้นความสูง การสร้างรั้วที่มีชีวิตตามแนวเส้นความสูงเพื่อชะลอการไหลของน้ำและดักจับธาตุอาหารก่อนถูกชะล้างลงพื้นที่ด้านล่าง เป็นต้น

3) การเพิ่มไม้ยืนต้นในพื้นที่เสื่อมโทรม (increase trees in degraded lands)

การเกษตรที่เข้มข้นส่งผลทำให้เกิดการอัดแน่นของดิน ลดความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ และจำกัดความสามารถของรากพืชในการแทรกลงสู่ดิน นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไม้ยืนต้นและพืชเกษตร การเจริญของรากไม้ยืนต้นที่ปลูกเสริมสามารถช่วยลดความอัดแน่นของดินได้

แนวทางวนเกษตรสามารถช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ของดิน การปลูกไม้ยืนต้นบางชนิดเข้าไปในพื้นที่ เช่น พืชชนิดที่สามารถช่วยตรึงไนโตรเจน หรือชนิดที่มีใบที่เต็มไปด้วยธาตุอาหาร อาจช่วยเพิ่มธาตุอาหารและอินทรียวัตถุทั้งระดับผิวดินและใต้ผิวดิน เช่น ต้น *Enterolobium cyclocarpum* หรือเรียกว่า Guanacaste ในประเทศคอสตาริกา มักถูกใช้ปลูกในพื้นที่เลี้ยงสัตว์หรือแปลงกาแฟเนื่องจากสามารถตรึงไนโตรเจน และมีใบที่อุดมไปด้วยสารอาหาร

นอกจากนี้การกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากดินหรือน้ำโดยใช้พืช หรือที่เรียกว่าการบำบัดทางชีวภาพ (bioremediation) สามารถใช้พืชชนิดที่มีการปรับตัวให้มีความทนทานต่อระดับของพิษและมีความสามารถในการเปลี่ยนสิ่งปนเปื้อนให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ ข้อจำกัดของการใช้พืชเพื่อวัตถุประสงค์นี้คือเวลาที่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมด ระดับความทนทานของพืชที่ใช้ ปริมาณออกฤทธิ์ของสิ่งปนเปื้อน และระดับความสะอาดที่ต้องการ ตัวอย่างพืช เช่น *Rinorea niccolifera* พืชที่สามารถสะสมนิกเกิล (nickel) ได้มากกว่า 18,000 ppm ในใบโดยไม่เป็นพิษต่อตัวเอง พบได้ในเกาะลูซอน ประเทศฟิลิปปินส์

อีกประเด็นที่จำเป็นต้องคำนึงถึง คือ ปริมาณน้ำ ในทางทฤษฎีนั้นการฟื้นฟูป่าควรช่วยเพิ่มปริมาณน้ำเนื่องจาก การซึมผ่านของน้ำลงสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifer) สามารถเพิ่มปริมาณน้ำ และป่าฝนสามารถดักน้ำจากเมฆและหมอก อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่แสดงถึงการลดลงของน้ำฐาน (base flows) ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของการระเหยคายน้ำ (evapotranspiration) และการดักเก็บน้ำ (interception) ระหว่างช่วงแรกของการฟื้นฟู และพบว่าป่ารุ่นสองและป่าปลูกอาจลดปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำดื่ม อีกปัจจัยหนึ่งที่ควรพิจารณาคือความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำ มีการศึกษาแสดงถึงความสามารถของป่าในการปลดปล่อยน้ำฐานเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่มีความเสื่อมโทรม แม้ว่าอัตราการไหลของน้ำต่อปีจะลดลงเนื่องจากการระเหยคายน้ำก็ตาม

4.3.3 การบรรเทาและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของโลกร้อนได้ถูกเชื่อมโยงเข้ากับผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการประเมินตัวเลขการปลดปล่อยคาร์บอนพบว่าป่าที่ถูกทำลาย ป่าเสื่อมโทรม และกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวกับป่าไม้เป็นสาเหตุถึงร้อยละ 10-12 ของปริมาณคาร์บอนที่ปลดปล่อยออกมาทั้งหมดในระดับโลก การฟื้นฟูป่าเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถพิจารณาได้ในสองด้าน คือ

1) การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change mitigation)

การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการลงมือทำกิจกรรมใดๆ ที่ช่วยลดผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการลดปริมาณการปลดปล่อยและช่วยกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศ กิจกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ที่สามารถช่วยได้ เช่น การจัดการและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน การควบคุมไฟป่าและการเผาทางการเกษตร การดูแลสุขภาพและความมีชีวิตของป่า การจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของป่า และการดูแลพื้นที่อนุรักษ์และสัตว์ป่า การฟื้นฟูป่าช่วยกักเก็บคาร์บอนผ่านกระบวนการเจริญเติบโตของป่าและไม้ยืนต้นและเพิ่มธาตุคาร์บอนที่เป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของป่า กิจกรรมที่สามารถช่วยให้เกิดกระบวนการข้างต้น ได้แก่ การเพิ่มไม้ยืนต้นในภูมิทัศน์ระบบเกษตรและการเพิ่มพื้นที่กักเก็บคาร์บอน รวมถึงความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนผ่านวิธีการจัดการป่าอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตามเมื่อมีการดำเนินกิจกรรมหรือมีเป้าหมายของการฟื้นฟูที่เกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอน ควรพิจารณาประเด็นสำคัญ ได้แก่ ข้อจำกัดของการใช้โมเดลแอลโลเมตริก (allometric model) กับพืชต่างชนิดกัน ความแตกต่างของพื้นที่อาจนำไปสู่คุณภาพการกักเก็บคาร์บอนที่ต่างกัน (Ruiz-Jaen and Potvin, 2011) พืชที่โตช้าและมีความหนาแน่นเนื้อไม้สูงมีศักยภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในระยะยาว ในภาคเหนือของประเทศไทยมีการศึกษาของ Pothong et al. (2022) ที่นำเสนอสมการแอลโลเมตริกเพื่อใช้ทำนายมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้นในป่าดิบแล้งที่มีฤดูกาล ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าการรวมข้อมูลความหนาแน่นของเนื้อไม้ในสมการจะช่วยให้สามารถทำนายมวลชีวภาพได้แม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้การลดกิจกรรมการทำลายป่าก็เป็นแนวทางหนึ่งของการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถปรับใช้ในหลายทิศทาง เช่น การเพิ่มแหล่งผลิตจากป่าผ่านการปลูกเสริม การผลิตกล้าไม้หรือโครงการปลูกสวนป่าเพื่อลดการใช้ประโยชน์จากป่าธรรมชาติ การทำให้ป่าที่มีอยู่มีคุณค่าด้วยแรงจูงใจด้านเศรษฐกิจและการจัดการอย่างยั่งยืน และการปกป้องป่าธรรมชาติโดยการสร้างข้อตกลงไม่ทำลายป่า

2) การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change adaptation)

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือแนวทางการเพิ่มความสามารถของระบบนิเวศไปพร้อมกับความสามารถของชุมชนที่อาศัยระบบนิเวศเหล่านั้น ให้มีความทนทานและความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่เชื่อมโยงกับภาวะโลกร้อนผ่านหลายกิจกรรม ตัวอย่างแรกคือการควบคุมสภาพภูมิอากาศ (climate regulation) การฟื้นฟูพืชพันธุ์ในภูมิทัศน์ที่มีศักยภาพการผลิต มีแสงแดดและปริมาณน้ำฝนสูงตลอดทั้งปี สามารถเพิ่มความสามารถในการปรับตัวต่อภาวะโลกร้อนโดยการควบคุมสภาพภูมิอากาศ เมื่อพิจารณาระดับภูมิทัศน์ การระเหยและการคายน้ำของของพื้นที่ปกคลุมด้วยไม้ยืนต้น (รวมถึงผืนป่าและความเชื่อมโยงระหว่างหย่อมป่า) สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนระดับภูมิภาค เมื่อพิจารณาระดับพื้นที่ ร่มเงาของไม้ยืนต้นสามารถช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นทั้งส่วนของดินและน้ำภายใต้เรือนยอด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อความถี่และความรุนแรงของการเกิดภัยพิบัติ เช่น พายุ น้ำท่วม ดินถล่ม ลมพัดแรง และภัยแล้ง การออกแบบโครงการฟื้นฟูให้ระบบนิเวศสามารถทนต่อเหตุการณ์รุนแรงทางสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ระบบนิเวศที่มีความยืดหยุ่นต่อการรบกวนจะช่วยลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ มีความสามารถในการต้านทานและบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างที่สองคือการเกษตรอัจฉริยะด้านสภาพภูมิอากาศ (climate-smart agriculture) ความสามารถในการปรับตัวของระบบเกษตร การฟื้นฟูรอบพื้นที่เกษตร และ/หรือการประยุกต์ใช้แนวคิดวนเกษตร (agroforestry) หรือระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (silvopastoral system) สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบเกษตรท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เทคนิคการฟื้นฟูป่าหลายอย่างในภูมิทัศน์ที่มีศักยภาพการผลิตถูกพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการเกษตรอัจฉริยะด้านสภาพภูมิอากาศ ส่งเสริมระบบการผลิตที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการผลิตอย่างยั่งยืน การลดก๊าซเรือนกระจก และการส่งเสริมกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายด้านความมั่นคงทางอาหารและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ตัวอย่างสุดท้ายคือการฟื้นฟูเพื่อเอื้อต่อการอพยพของสิ่งมีชีวิต (restoration for species migration) เป็นการสร้างเส้นทางที่รองรับการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต มีความจำเป็นอย่างมากเมื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเคลื่อนย้ายและการหาถิ่นอาศัยที่เหมาะสม การรักษาหรือปรับปรุงความเชื่อมโยงภายในถิ่นอาศัยและทางเชื่อมป่าจะทำให้การอพยพของสัตว์เป็นไปได้มากขึ้น เช่น การอนุรักษ์หรือฟื้นฟูเส้นทางที่เชื่อมระหว่างทิศเหนือ-ใต้ และเส้นทางเชื่อมระหว่างพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลมากและน้อย เป็นต้น

4.3.4 การเพิ่มผลผลิตจากป่า

การฟื้นฟูสามารถถูกพิจารณาในแง่ของโอกาสในการเพิ่มผลิตภัณฑ์ที่มีค่าทางเศรษฐกิจและช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ การฟื้นฟูเพื่อเป้าหมายให้ได้บริการจากระบบนิเวศกลับคืนมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านผลผลิตจากป่าเกี่ยวกับการเชื่อมโยงเป้าหมายการผลิตเข้ากับยุทธศาสตร์การฟื้นฟู ผลผลิตจากป่าอาจพิจารณาได้ใน 2 ด้านที่สำคัญ ได้แก่

1) การเพิ่มผลผลิตด้านเนื้อไม้ (timber production)

การเพิ่มผลผลิตด้านเนื้อไม้ จำเป็นต้องพิจารณาพืชชนิดที่เหมาะสมกับพื้นที่และตลาด หากสามารถใช้การปลูกพืชหลายชนิดร่วมกันก็จะส่งเสริมการกลับเข้ามาของพืชพื้นล่างได้ การปลูกพืชหลากชนิดสามารถส่งเสริมบริการจากระบบนิเวศได้หลายประเภท เพิ่มศักยภาพของพื้นที่ในการใช้ประโยชน์ ความท้าทายสำคัญ ได้แก่ ช่วงเวลาที่ต้องรอก่อนที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ได้

2) การเพิ่มผลผลิตที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (non timber forest product production: NTFPs)

หากเป้าหมายของการฟื้นฟูป่าคือการเพิ่มผลผลิตที่ไม่ใช่เนื้อไม้ สามารถปลูกพืชหลายชนิดเพื่อเพิ่มบริการจากระบบนิเวศได้หลายประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชอายุสั้นสามารถถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง หรือสร้างรายได้ระยะสั้นได้ ความท้าทายของแนวทางนี้คือความต้องการในการใช้แรงงานจำนวนมาก และความลำบากในการหาเมล็ดของพืชที่ต้องการ การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญมาก และข้อควรพิจารณาอีกอย่างคือการเข้าถึงตลาดที่จะจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

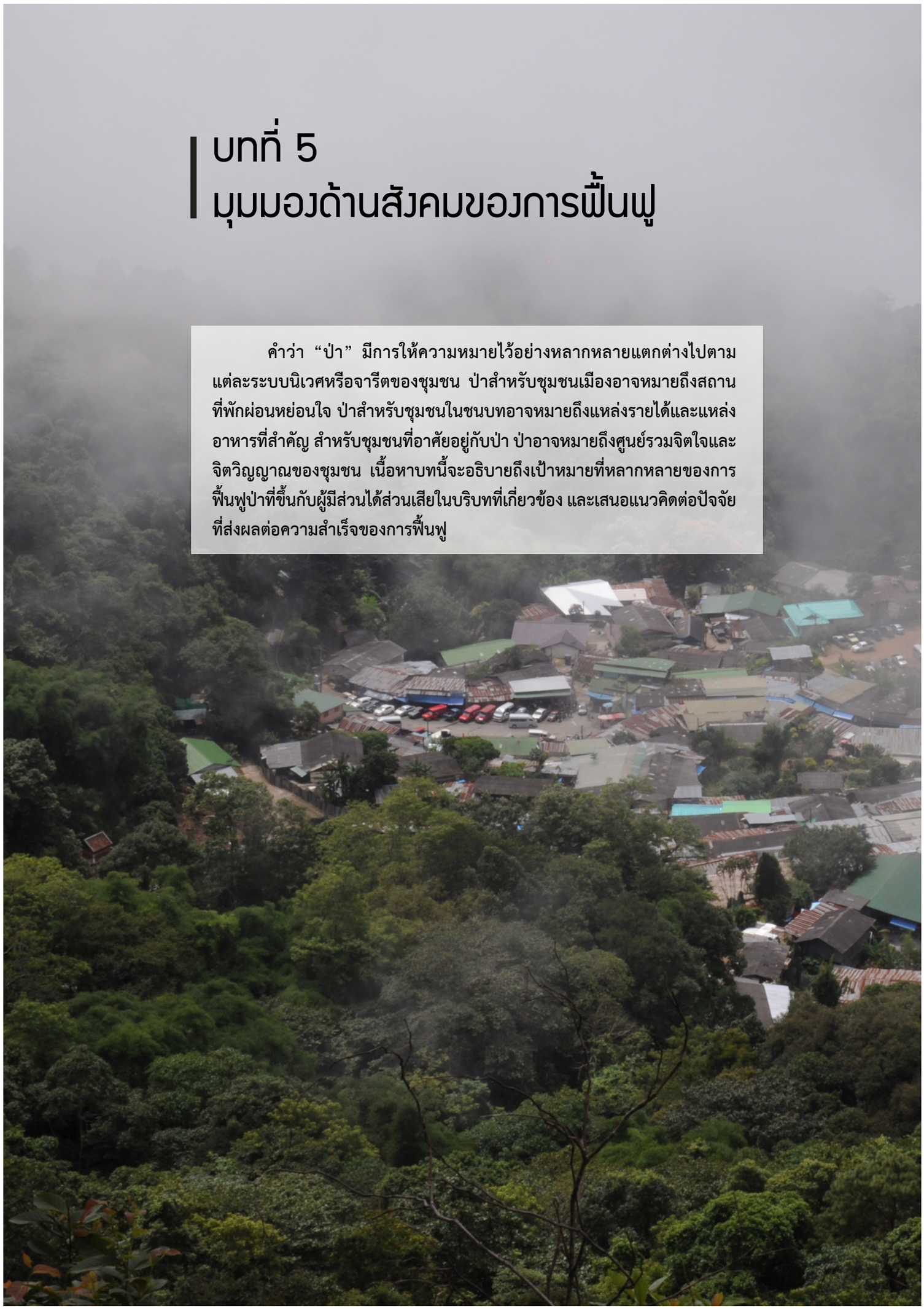
มนุษย์มักอยากเห็นความเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วในขณะที่ระบบนิเวศส่วนใหญ่ต้องใช้เวลานานในการฟื้นตัวหลังจากถูกรบกวน ในหลายกรณีความอดทนเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้การฟื้นตัวตามธรรมชาติเกิดขึ้นได้ อย่างน้อยควรมีการประเมินติดตามผลในช่วง 2-3 ปีแรก ว่าระบบสามารถฟื้นตัวได้เองหรือจำเป็นต้องมีการช่วยเหลือจากมนุษย์ และหากต้องมีการฟื้นฟูอะไรคือทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ความระมัดระวังเป็นเรื่องจำเป็นมากไม่เพียงแต่เพราะการฟื้นฟูคือการลงทุน แต่การเข้าไปแทรกแซงโดยมนุษย์อาจมีอิทธิพลต่อวิถีการฟื้นตัวทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไปสู่สถานะที่แตกต่างไปจากอดีต

การศึกษาจำนวนมากแนะนำว่าการฟื้นฟูที่สำเร็จคือสามารถเพิ่มความซับซ้อนของโครงสร้างพืชทำให้มีจำนวนของแมลงและนกเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ระยะทางระหว่างพื้นที่ฟื้นฟูและป่าธรรมชาติก็มีความสำคัญมาก แม้ว่าจะมีการกล่าวถึงบริการของระบบนิเวศมากขึ้น แต่ก็ยังมีการศึกษาไม่มากนักเกี่ยวกับผลกระทบของการฟื้นฟูต่อการฟื้นตัวของกระบวนการทางนิเวศวิทยานอกเหนือไปจากการสะสมคาร์บอน การศึกษาของ เดีย พนิตนาถ แซนนอนและคณะ (2565) ประเมินมูลค่าบริการจากระบบนิเวศของป่าชุมชน 5 แห่งในจังหวัดน่านเพื่อใช้เป็นข้อมูลระบบนิเวศอ้างอิงสำหรับประเมินการฟื้นตัวของความสามารถของการให้บริการจากระบบนิเวศของป่าฟื้นฟู ส่วนแรกคือบริการทางตรงด้านการใช้ประโยชน์เนื้อไม้และผลผลิตที่ไม่ใช่เนื้อไม้ และส่วนที่สองเป็นบริการจากระบบนิเวศทางอ้อม จากใช้แบบจำลองพบว่ามูลค่าของบริการจากระบบนิเวศทุกด้านรวมกันที่คือ 154,144 บาท/ไร่/ปี ความเป็นรูปธรรมของการสร้างกลไกการจ่ายค่าตอบแทนบริการจากระบบนิเวศจะช่วยผลักดันให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้ร่วมกันจากหลายภาคส่วนในสังคม นำไปสู่การอนุรักษ์ต้นทุนทางธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับโลก ผู้ปฏิบัติด้านการฟื้นฟูจะต้องตัดสินใจอย่างหนักเกี่ยวกับแหล่งที่มาของเมล็ด จำเป็นต้องพิจารณาทั้งในแง่ของความทนทานทางสรีระวิทยาต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และดูความทนทานเหล่านี้ควบคู่ไปกับข้อจำกัดด้านการกระจายเมล็ด ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของระบบนิเวศและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติด้านการฟื้นฟูจำเป็นต้องพิจารณาความเชื่อมโยงหลายมิติ ทั้งในแง่ของการรุกรานเชิงชีวภาพ (บทที่ 7) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (บทที่ 8) รวมทั้งการคำนึงถึงความเป็นอยู่ที่ดีของผู้คนในภูมิทัศน์ที่มีกิจกรรมการฟื้นฟูเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนของสังคมโดยรวมต่อไป (บทที่ 9)

บทที่ 5
มุมมองด้านสังคมของการฟื้นฟู

คำว่า “ป่า” มีการให้ความหมายไว้อย่างหลากหลายแตกต่างไปตามแต่ละระบบนิเวศหรือจารีตของชุมชน ป่าสำหรับชุมชนเมืองอาจหมายถึงสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ป่าสำหรับชุมชนในชนบทอาจหมายถึงแหล่งรายได้และแหล่งอาหารที่สำคัญ สำหรับชุมชนที่อาศัยอยู่กับป่า ป่าอาจหมายถึงศูนย์รวมจิตใจและจิตวิญญาณของชุมชน เนื้อหาบทนี้จะอธิบายถึงเป้าหมายที่หลากหลายของการฟื้นฟูป่าที่ขึ้นกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในบริบทที่เกี่ยวข้อง และเสนอแนวคิดต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการฟื้นฟู



5.1 เป้าหมายการสร้างป่า

หากใช้นิยามจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ “ป่า” หมายถึง พื้นที่ดินมากกว่า 0.5 เฮกตาร์ หรือ 3.12 ไร่ ที่มีต้นไม้สูงกว่า 5 เมตร และพื้นที่ดินนั้นมีการปกคลุมของต้นไม้มากกว่าร้อยละ 10 โดยความหมายของป่าในที่นี้จะไม่รวมที่ดินที่นำมาใช้เพื่อการเกษตรหรืออยู่ในเมือง (RECOFTC, 2020) การมีอยู่และประโยชน์ของระบบนิเวศป่า มีความหมายที่หลากหลายมากกว่าเพื่อการเก็บรักษาหรือการอนุรักษ์ แต่รวมถึงการใช้ประโยชน์จากผลผลิตและบริการทางนิเวศจากป่า เช่น ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ การเป็นอาหาร การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับประโยชน์ตามที่คาดหวัง รูปแบบการปลูกและการจัดการป่าต้องสอดคล้องและเอื้อให้ผู้ลงมือปฏิบัติบรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวัง ดังนั้น การมีเป้าหมายของการปลูกป่าที่ชัดเจน จึงเป็นส่วนสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก การปลูกป่าสามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การปลูก ตามข้อแนะนำของ RECOFTC (2020) ดังนี้

1) ปลูกเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

การฟื้นฟูป่าเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศและการบริการเชิงนิเวศ สามารถทำได้โดยการปลูกต้นไม้หรือการส่งเสริมกลไกการเปลี่ยนแปลงแทนที่ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ เช่น ดูแลกล้าไม้หรือเมล็ดไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่โดยไม่ต้องปลูกเพิ่ม เป็นต้น การฟื้นฟูในลักษณะนี้มักมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มมวลชีวภาพของพรรณไม้ท้องถิ่น เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ส่วนใหญ่มักดำเนินการในพื้นที่ของรัฐ แต่สามารถเกิดขึ้นในพื้นที่ของชุมชนหรือพื้นที่ส่วนบุคคลได้เช่นกัน หากความสนใจหลักของการปลูกอยู่ที่การฟื้นฟูระบบนิเวศและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตามการฟื้นฟูระบบนิเวศและการบริการมักถูกเลือกใช้ในพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ มีคุณค่าด้านการเป็นแหล่งอนุรักษ์หรือถิ่นที่อยู่ของพืชท้องถิ่นและสิ่งมีชีวิตชนิดที่หายาก และเป็นพื้นที่ให้บริการทางนิเวศ เช่น พื้นที่ต้นน้ำ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติ หรือช่วยป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล เป็นต้น แนวทางการฟื้นฟูสามารถเลือกให้เหมาะสมกับระดับความเสื่อมโทรมของป่า

2) ปลูกเพื่อการอนุรักษ์ควบคู่กับการสร้างรายได้

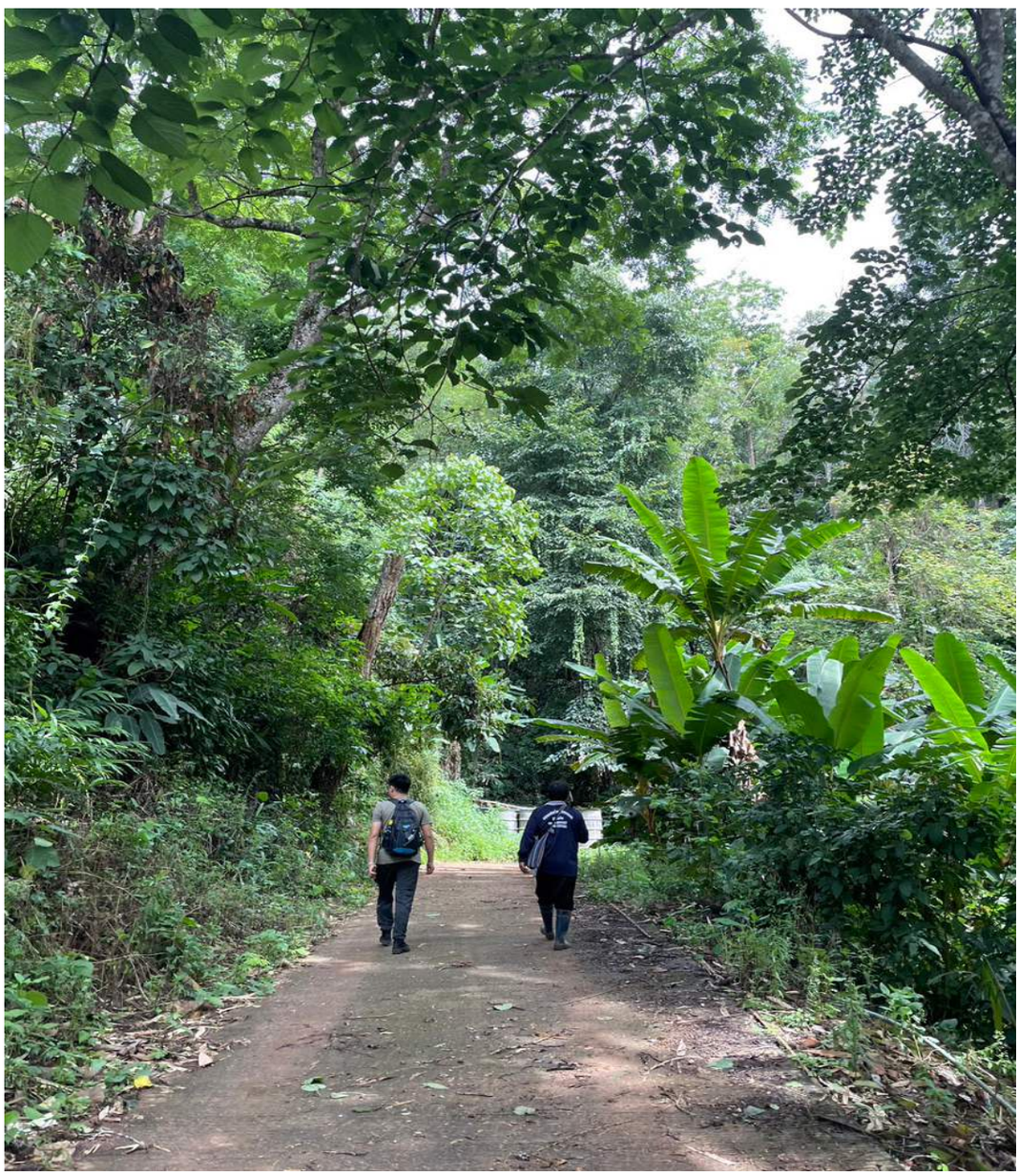
การปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์ควบคู่กับการสร้างรายได้จากผลผลิตภาคป่าไม้เป็นการคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากป่าอย่างยั่งยืน และส่งเสริมการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรภาคป่าไม้ การปลูกป่าในลักษณะนี้มักเป็นการปลูกแบบผสมผสานที่ประกอบด้วยชนิดของไม้ป่า ไม้ผล พืชเกษตรเป็นองค์ประกอบในแปลงปลูก มีการใช้พืชหลากหลายวิสัย เช่น ไม้ยืนต้น ไม้ล้มลุก ไม้เลื้อย พืชหัว เป็นต้น เพื่อสนับสนุนให้เกิดโครงสร้างของป่าคล้ายธรรมชาติที่มีโครงสร้างเรือนยอดหลายชั้น ชนิดพืชที่ถูกเลือกมาปลูกควรตอบโจทย์ด้านการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายและสร้างรายได้หลายระยะ เช่น การเป็นพืชอาหาร ยารักษาโรค เชื้อเพลิง หรือใช้ในงานก่อสร้าง เป็นต้น ผู้ปลูกจำเป็นต้องมีเป้าหมายของการใช้ประโยชน์ที่ชัดเจนก่อนการปลูก ควรมีการจัดองค์ประกอบของชนิดที่ต้องการปลูกเพื่อให้เกิดความเกื้อกูลกันเพราะต้นไม้แต่ละชนิดต้องการปัจจัยในการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป แนวทางการปลูกลักษณะนี้อาจรู้จักกันดีในชื่อของ “วนเกษตร” ซึ่งมีรูปแบบที่หลากหลาย และอาจมีการเรียกด้วยชื่อที่แตกต่างออกไป เช่น ป่าครอบครัว ป่าหัวไร่ปลายนา สวนสมรม ป่าเมี่ยง ปลูกพืชร่วมยาง หรือการปลูกพืชหลากหลายชนิดเสริมในสวนยางพารา สวนหลังบ้าน หรือเป็นแนวรั้วกันลม และบางทีก็มีกิจกรรมปศุสัตว์ ประมง และการเลี้ยงผึ้ง ผสมผสานในพื้นที่เดียวกันได้

3) ปลูกเพื่อเป็นแหล่งอาหาร ผลิตภัณฑ์จากป่า การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และไม้ใช้สอยร่วมกันของชุมชน

การปลูกป่าในลักษณะนี้พบในกรณีที่ชุมชนมีพื้นที่ส่วนรวมและพื้นที่ที่ต้องการปลูกป่าเพื่อใช้ประโยชน์ร่วมกัน โดยมีเป้าหมายที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสนใจและการตัดสินใจร่วมกันของชุมชนว่าจะปลูกป่าเพื่อวัตถุประสงค์ใดเป็นหลัก เช่น เพื่อเป็นแหล่งอาหารและไม้ใช้สอยร่วมกัน ในกรณีนี้ก็สามารถจัดตั้งให้เป็นป่าชุมชนในพื้นที่ป่าของหมู่บ้านได้ ตามกฎหมายป่าชุมชน พ.ศ. 2562 กำหนดให้มีการจัดทำแผนการจัดการป่าชุมชน ที่ต้องมีการแบ่งพื้นที่จัดการทั้งเพื่อการอนุรักษ์และการใช้สอย และหากมีบางพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมก็ต้องวางแผนในการฟื้นฟู ทั้งนี้ สามารถทำการปลูกต้นไม้ชนิดที่ชุมชนมีความต้องการใช้ประโยชน์ร่วมกันในอนาคตได้ หากต้องการแหล่งอาหารก็ควรเลือกชนิดให้เหมาะสม เช่น ผักหวานป่า แคนา เพกา หรือไม้ตระกูลยางที่มีการใส่เชื้อไมคอร์ไรซา เป็นต้น หากต้องการไม้ใช้สอยที่เป็นไม้ฟื้น ไม้เพื่อซ่อมแซม หรือไม้สำหรับการสร้างบ้าน ก็ควรเลือกชนิดโดยพิจารณาป่าดั้งเดิมที่จะปลูก เช่น ไม้รัง ไม้เต็ง ยางพลวง ฯลฯ ชุมชนบางพื้นที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว หรือเส้นทางการศึกษาดูงาน ก็อาจเลือกชนิดไม้ที่ให้ดอกสวยงาม สร้างสีสันแตกต่างกันไปตามฤดูกาล หรือรูปทรงสวยงามสร้างความร่มรื่นเพื่อเป็นจุดขาย เป็นต้น ขึ้นอยู่กับความต้องการของชุมชนในการคัดเลือกชนิดเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายส่วนรวม ทั้งนี้ต้องกำหนดข้อตกลงในการใช้ประโยชน์ร่วมกันจากต้นไม้ที่ปลูกทั้งการใช้ประโยชน์จากต้นไม้และรายได้ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

4) ปลูกเพื่อเศรษฐกิจในรูปแบบสวนป่า

การปลูกสวนป่าเพื่อผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจนั้นมีผลผลิตหลักคือเนื้อไม้ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว โดยสวนป่าระยะสั้นเน้นการปลูกไม้โตเร็ว สามารถเอาเนื้อไม้ไปผลิตขายเป็นทั้งไม้ท่อนเพื่อการค้ำยัน ทำโรงเรือน หรืออุตสาหกรรมชิ้นไม้สับ ไม้อัด และกระดาษ เป็นต้น ส่วนสวนป่าเศรษฐกิจระยะยาวโดยมีอายุมากกว่า 20 ปี จะปลูกไม้เนื้อแข็งที่ใช้ในการก่อสร้าง ทำเฟอร์นิเจอร์ มักมีการปลูกเป็นแถวเป็นแนวเพื่อสะดวกในการจัดการ ซึ่งในระยะแรกที่ต้นไม้ยังไม่โตมากสามารถปลูกพืชแซมเพื่อสร้างรายได้เสริม การปลูกสวนป่าเศรษฐกิจสามารถทำได้ในพื้นที่ของเกษตรกรหรือในลักษณะของภาคเอกชน หลักการสำคัญที่ควรพิจารณา คือ ผลตอบแทนที่คุ้มค่าเพราะเป็นการลงทุนระยะยาว ต้องมีการใช้กล้าไม้คุณภาพดีจากแม่ไม้ที่ดีมีสายพันธุ์ดีจากกระบวนการคัดเลือกแม่พันธุ์



5.2 เป้าหมายการฟื้นฟูและความสำเร็จ

การต่อรอง การจัดลำดับความสำคัญ และการสื่อสารเป้าหมายของการฟื้นฟูในกระบวนการมีส่วนร่วมเป็น กุญแจสำคัญต่อความสำเร็จของการวางแผนงานฟื้นฟู โครงการฟื้นฟูที่ถูกรายงานว่าประสบความล้มเหลวมีลักษณะร่วมสำคัญคือเป้าหมายที่ไม่ตรงกันระหว่างผู้จัดการโครงการกับผู้ใช้ประโยชน์ที่ดินในท้องถิ่น ส่งผลต่อความขัดแย้งในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับการใช้ที่ดิน นอกจากนี้ประโยชน์ของโครงการฟื้นฟูต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องไม่ได้ถูกกำหนดหรือสื่อสารอย่างชัดเจน รวมไปถึงผู้ใช้ที่ดินในท้องถิ่นไม่ทราบหรือเห็นด้วยกับความตั้งใจที่อยู่เบื้องหลังกิจกรรมฟื้นฟู ในหลายสถานการณ์ชุมชนท้องถิ่นไม่มีความสนใจในเป้าหมายของผู้จัดการโครงการฟื้นฟู ดังนั้นในกิจกรรมฟื้นฟูจำเป็นต้องมีการมีส่วนร่วมของชุมชนในการกำหนดเป้าหมายและวิสัยทัศน์ร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด วิสัยทัศน์ดังกล่าวต้องรวมถึงประโยชน์ที่จับต้องได้สำหรับชุมชนท้องถิ่นด้วย (Höhl et al., 2020)

การวิเคราะห์ความเป็นจริงทางเศรษฐกิจสังคม รวมถึงแรงจูงใจ ความคาดหวัง แรงกดดัน และความต้องการของชุมชนท้องถิ่น จะช่วยป้องกันความล้มเหลวของโครงการฟื้นฟู จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการรวมเอาผู้ใช้ทรัพยากรในฐานะของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทางตรงและทางอ้อม (เช่น นักอนุรักษ์และหน่วยงานด้านการพัฒนา) เข้ามาในกระบวนการต่อรอง การจัดลำดับความสำคัญ และการกำหนดเป้าหมายด้วย ในฐานะส่วนหนึ่งของการจัดการอย่างมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่หลากหลาย ในแง่ปฏิบัติการอภิปรายร่วมกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องแต่และกลุ่มหรือระหว่างกลุ่มที่มีความสนใจต่างกัน สามารถช่วยระบุเป้าหมายร่วมกัน รวมถึงหาแนวทางแก้ไขความขัดแย้งที่อาจจะเกิดขึ้นได้ของผู้ใช้ทรัพยากรในภูมิทัศน์ ผู้จัดการโครงการต้องเข้าใจว่ากระบวนการกำหนดเป้าหมายร่วมกันของการฟื้นฟูเป็นโอกาสมากกว่าเป็นอุปสรรคของโครงการ (Höhl et al., 2020)

การทำตามแผนที่วางไว้ล่วงหน้าอย่างเคร่งครัดอาจนำไปสู่ผลลัพธ์แบบที่ไม่เป็นที่ต้องการ ความยืดหยุ่นหรือความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงโดยปรับเป้าหมายและแนวทางการปฏิบัติให้สอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องสำคัญ หลักการเกี่ยวกับการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ได้อธิบายว่าแนวทางการฟื้นฟูควรสามารถถูกปรับให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคมและนิเวศวิทยาท้องถิ่น จำเป็นต้องมีกลไกที่ไม่เพียงแค่เอื้อต่อแนวทางการจัดการแต่รวมถึงเป้าหมายของโครงการให้สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม เหตุการณ์ที่ไม่คาดฝัน ความท้าทายหรือโอกาสที่เกิดขึ้นได้ การปรับใช้หลักการจัดการที่มีความยืดหยุ่น (adaptive management) หรือมีความสามารถที่จะปรับได้ตามสถานการณ์เข้าไปในกระบวนการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ต้องอาศัยการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการเปิดกว้างต่อการแสดงความคิดเห็น และมีความยืดหยุ่นต่อการปรับแผนและการลงมือปฏิบัติ ในประเทศบราซิลมีรายงานว่าขั้นตอนการติดตามผลที่ชัดเจนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูป่า (Viani et al., 2017)

การติดตามโครงการระหว่างกระบวนการวางแผนและการลงมือปฏิบัติมีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาหลายอย่างที่เกิดขึ้น การติดตามผลระหว่างกระบวนการฟื้นฟูสามารถทำให้มั่นใจถึงการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการบรรลุเป้าหมายการผลิตของเรือนเพาะชำ มีการประเมินแรงขับเคลื่อนต่อความเสื่อมโทรมและวิธีการทางเทคนิคที่เหมาะสมระหว่างขั้นตอนดำเนินการเพื่อระบุปัญหาในช่วงเริ่มต้นโครงการ ผลลัพธ์ของวิธีการที่ถูกนำไปใช้สามารถถูกประเมินภายในกรอบของเป้าหมายโครงการ เป็นบทเรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เครื่องมือสำหรับการฟื้นฟู และการเน้นย้ำผู้สนับสนุนงบประมาณและผู้มีอำนาจตัดสินใจเกี่ยวกับความก้าวหน้าของโครงการเปรียบเทียบกับเป้าหมาย แนวทางการประเมินโครงการฟื้นฟูตามหลักของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้แสดงในตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ตัวอย่างเกณฑ์และตัวชี้วัดมาตรฐานสำหรับติดตามการฟื้นฟูป่าในประเทศบราซิล (ปรับปรุงจาก Viani et al., 2017)

หลักการ		เกณฑ์ประเมิน	ตัวอย่างตัวชี้วัด
เชิงนิเวศ	ระยะ 1	1 - โครงสร้างป่า	การปกคลุมเรือนยอดและการปกคลุมของไม้ล้มลุกชนิดรุกราน
	โครงสร้างเรือนยอด: การปกคลุมเรือนยอด <70%	2 - องค์ประกอบชนิดของไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม	ความหนาแน่นและองค์ประกอบชนิดไม้ยืนต้นชนิดรุกราน
		3 - ดิน	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ และข้อมูลเกี่ยวกับความแน่นของดิน
		4 - ปัจจัยความเสื่อมโทรม	การเกิดไฟ การรบกวนโดยปศุสัตว์ภายในพื้นที่ฟื้นฟูและการรุกรานของมด
	ระยะ 2	1 - โครงสร้างป่า	ความหนาแน่นของพืชที่มีเนื้อไม้ขนาดเล็ก (ความสูง ≥0.5 เมตร; เส้นรอบวงระดับอก <15 เซนติเมตร) และไม้ขนาดใหญ่ (เส้นรอบวงระดับอก ≥15 เซนติเมตร) และพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ที่มีเส้นรอบวงระดับอก ≥15 เซนติเมตร
	วิถีเชิงนิเวศ: การปกคลุมเรือนยอด ≥70%	2 - องค์ประกอบของชนิด	จำนวนชนิดของพืชที่มีเนื้อไม้ชนิดท้องถิ่นและชนิดรุกราน
เชิงเศรษฐกิจสังคม		1 - ตำแหน่งงานและ/หรือรายได้จากพื้นที่ฟื้นฟู	การสร้างงานและระดับการลงทุนในโปรแกรม/โครงการ
		2 - รายได้และแรงจูงใจทางการเงินเกี่ยวกับการฟื้นฟู	การจ่ายค่าตอบแทนระบบนิเวศ แรงจูงใจด้านภาษี การค้าไม้และผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้
		3 - แหล่งทรัพยากรสำหรับการฟื้นฟู	การสำรวจการลงทุนของทรัพยากรในโครงการฟื้นฟู
		4 - โอกาสสร้างงาน การอบรม และบริการอื่น ๆ สำหรับชุมชนท้องถิ่น	การจ้างแรงงานและรายได้ที่เกิดขึ้นสำหรับเศรษฐกิจชุมชนท้องถิ่น
		5 - ความเป็นอยู่ที่ดีของคนทำงานในการฟื้นฟูป่า	ประโยชน์ต่อสุขภาพของคนทำงานและความมั่นใจด้านสุขอนามัยและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม
		6 - ความมั่นใจต่อความปลอดภัยจากการทำงานที่เหมาะสม	ความพร้อมของอุปกรณ์ป้องกันของคนทำงาน
		7 - ความสัมพันธ์ของโปรแกรมฟื้นฟูกับชุมชนใกล้เคียง	การมีส่วนร่วมของท้องถิ่นและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากท้องถิ่น กิจกรรมด้านการศึกษาสิ่งแวดล้อม
เชิงการจัดการ		1 - การวางแผนและการทำแผนเชิงปฏิบัติ	ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม สังคมระดับภูมิภาค รายชื่อพืชที่ปลูก ตารางและงบประมาณของการดำเนินการ แผนที่และภาพถ่ายของพื้นที่ฟื้นฟู
		2 - ความร่วมมือกับเจ้าของพื้นที่ในแง่การดำเนินการกิจกรรมการฟื้นฟูป่า	ข้อตกลงความร่วมมือกับเจ้าของพื้นที่
		3 - ความสามารถทางเทคนิคของผู้ปฏิบัติงาน	คุณสมบัติของผู้จัดการและทีมงานฟื้นฟู
		4 - การติดตามการฟื้นฟู	การกำหนดมาตรฐานการติดตามผลเพื่อประเมินผลโครงการฟื้นฟู

5.3 ประเภทที่ดินและเงื่อนไขตามกฎหมายในการปลูกป่าของประเทศไทย

หลังจากที่ผู้ปฏิบัติตั้งเป้าหมายของการปลูกป่าแล้ว ข้อมูลสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จำเป็นต้องตรวจสอบคือ ประเภทของที่ดิน เนื่องจากมีเงื่อนไขและข้อจำกัดของการใช้ประโยชน์ผลผลิตที่ได้จากป่า โดยเฉพาะประโยชน์ด้านเนื้อไม้ จำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องด้วย ประเภทของที่ดินสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ที่ดินของเอกชน และที่ดินของรัฐ ซึ่งบุคคลได้รับอนุญาตให้ใช้ประโยชน์หรือสิทธิในการทำกิน

ในกรณีที่ดินเอกชนนั้น หมายถึง ที่ดินที่บุคคลได้สิทธิการถือครองตามประมวลกฎหมายที่ดิน โดยมีรูปแบบเอกสารทางกฎหมายสำคัญ คือ โฉนด น.ส. 3 เป็นต้น ซึ่งที่ดินลักษณะนี้ผู้ถือครองจะมีสิทธิในการจัดการและใช้ประโยชน์ผลิตได้อย่างเสรีเกือบทุกประการ ในกรณีที่ดินของรัฐที่ได้รับอนุญาตให้บุคคลใช้ประโยชน์นั้น ส่วนที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกป่าเศรษฐกิจและฟื้นฟูป่าตามนโยบายของรัฐ มีอยู่ 2 ประเภท คือ ที่ดินให้ประชาชนเข้าทำประโยชน์ในเขตปฏิรูปที่ดิน (ส.ป.ก.) และที่ดินตามนโยบายคณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ (คทช.) โดยมีเงื่อนไขการใช้ประโยชน์ในที่ดินที่แตกต่างกัน รายละเอียดแสดงในตาราง 5.1

ตาราง 5.1 เงื่อนไขการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจัดการทรัพยากรป่าไม้ (RECOFTC, 2020)

ประเภทที่ดิน	เงื่อนไขการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรป่าไม้
1. เอกสารสิทธิ์ (โฉนด น.ส.3)	- ค่อนข้างอิสระและยืดหยุ่นในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำการเกษตร ปศุสัตว์ อาคารพาณิชย์ ที่อยู่อาศัย แต่ต้องดูผังเมืองประกอบ - ซื้อขายเปลี่ยนมือได้ - ปลูกไม้ผล ไม้ป่าได้ ทุกชนิด มีการปลดล็อกไม้หวงห้ามที่ปลูกขึ้น ตามมาตรา 7 พระราชบัญญัติป่าไม้ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2562 - ปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ วนเกษตร สามารถที่จะขึ้นทะเบียนสวนป่าได้
2. ส.ป.ก. 4-01	- เพื่อการเกษตร ปศุสัตว์เป็นหลัก ตกทอดสู่ทายาท - ครม. รับหลักการในร่างประกาศกระทรวงฯ เพื่อปลดล็อกไม้หวงห้ามที่เป็นไม้ปลูกในพื้นที่ ส.ป.ก. แต่ยังอยู่ระหว่างการประกาศอย่างเป็นทางการ - แต่สามารถขึ้นทะเบียนสวนป่าได้
3. ป่าชุมชน	- แบ่งโซนพื้นที่ออกเป็น 2 โซน อนุรักษ์และใช้สอย - เก็บหาของป่า และใช้บริการทางนิเวศท่องเที่ยวได้ทั้ง 2 โซน - ใช้ประโยชน์ไม้เฉพาะในพื้นที่ป่าใช้สอยเพื่อการใช้สอยในครัวเรือน และสาธารณะประโยชน์ แต่ต้องไม่ใช่ไม้หวงห้าม และไม้ทรงคุณค่าเพื่อการอนุรักษ์ในพื้นที่
4. คทช. (เขตป่าสงวนแห่งชาติ)	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1, 2 (เน้นระบบการผลิตเพื่อการฟื้นฟู) <u>ก่อนปี พ.ศ. 2545</u> ใช้ประโยชน์ที่ดินแบบแปลงรวม โดยมิใช่เอกสารสิทธิ์ ห้ามซื้อขายเปลี่ยนมือ โดยต้องจัดระเบียบที่ดินทำกินอย่างเหมาะสม ปลูกป่า 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง ร้อยละ 20 ของพื้นที่ <u>ปี พ.ศ. 2545-2557</u> เน้นการฟื้นฟูพื้นที่ โดยจัดทำข้อตกลงในการใช้ประโยชน์ที่ดินกับกรมป่าไม้โดยประชาชนสามารถใช้ประโยชน์ปลูกพืชเกษตรระหว่างต้นไม้และสามารถเก็บผลผลิตได้ (กาแฟ และอื่น ๆ) ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 3, 4, 5 (เน้นการส่งเสริมป่าเศรษฐกิจ) <u>ก่อนปี พ.ศ. 2545</u> ใช้ประโยชน์ที่ดินแปลงรวม โดยมิใช่เอกสารสิทธิ์ ห้ามซื้อขาย มีความยืดหยุ่นในการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืชต่างๆ เช่น วนเกษตร เกษตรผสมผสาน <u>ปี พ.ศ. 2545-2557</u> ใช้ประโยชน์ที่ดินแปลงรวมโดยให้ปลูกป่าเศรษฐกิจร้อยละ 50 ของพื้นที่

5.4 บทบาทชุมชนท้องถิ่นในการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้

ในสถานการณ์ที่ชุมชนท้องถิ่นรับรู้ถึงประโยชน์ทางตรงจากการฟื้นฟู ชุมชนมักให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีกับโครงการและมีบทบาทสำคัญในการป้องกันและจัดการทรัพยากร ตัวอย่างงานวิจัยในประเทศฟิลิปปินส์รายงานถึงการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นเนื่องจากแรงจูงใจทางการเงิน การได้รับการแบ่งผลประโยชน์อย่างเสมอภาคมีส่วนสำคัญต่อแรงสนับสนุนจากชุมชนในระยะยาวและต่อความความสำเร็จของการฟื้นฟู เช่น งานวิจัยจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รายงานว่าความร่วมมือของชุมชนในการช่วยกันปกป้องผืนป่าจากการรบกวนส่งเสริมความสำเร็จของการฟื้นฟูโดยใช้กระบวนการเร่งการฟื้นตัวตามธรรมชาติ การละเลยการมีส่วนร่วมของชุมชนถูกรายงานว่าเป็นสาเหตุสำคัญหนึ่งของความล้มเหลวของโครงการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ การมีส่วนร่วมเชิงรุกเป็นองค์ประกอบจำเป็นต่อความสำเร็จของโครงการฟื้นฟูในทุกระดับ (Höhl et al., 2020)

การเปิดโอกาสให้ผู้มีเกี่ยวข้องแสดงความคิดเห็นต่อการดำเนินการการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ในหลายแง่มุมนำไปสู่ความโปร่งใสและการยอมรับ การเรียนรู้ทางสังคม การให้ข้อแนะนำที่มีประสิทธิภาพ และความเข้าใจต่อแรงบันดาลใจของทุกฝ่าย การมีส่วนร่วมเป็นเส้นทางสู่ความเข้าใจในคุณค่าและแรงจูงใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่จะนำไปสู่การจัดสรรผลประโยชน์ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังช่วยให้มีการรับรู้ข้อดีข้อเสียที่สามารถนำไปใช้ในการต่อรอง การประนีประนอม ทำให้เกิดความยืดหยุ่นที่นำไปสู่ความยั่งยืนของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้

เครื่องมือจำนวนมากได้ถูกพัฒนาเพื่อช่วยกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เครื่องมือเหล่านี้สามารถถูกนำไปใช้ในแต่ละช่วงของการดำเนินโครงการ เครื่องมือทำแผนที่ทางสังคมสามารถใช้เพื่อระบุโครงสร้างผู้เกี่ยวข้องที่มีอยู่ ผู้มีอิทธิพลหลัก ช่องทางของข้อมูลและการเข้าออกทางการเงิน และความสัมพันธ์เชิงอำนาจ ข้อมูลเหล่านี้ช่วยทำให้เข้าใจความจำเป็นและความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่อาศัยอยู่ในภูมิทัศน์ซึ่งจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากโครงการฟื้นฟู นำไปสู่การวางแผนทางยุทธศาสตร์และการดำเนินงานที่เหมาะสมของโครงการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ อย่างไรก็ตามในบางกรณีที่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจที่ซับซ้อนระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เครื่องมือ เช่น Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) สามารถนำมาใช้เพื่อระบุข้อดีข้อเสีย ความกลมกลืน และอธิบายแนวทางปฏิบัติระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง แนวทางการวางแผนเชิงพื้นที่สามารถถูกนำมาใช้เพื่อเสนอทางเลือกในการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำไปสู่ความสอดคล้องกันในระดับภูมิทัศน์ (Höhl et al., 2020)

ในอดีตการจัดการแบบรวมศูนย์ การอนุรักษ์ในพื้นที่ขนาดใหญ่ และโครงการชดเชยคาร์บอนมักจะมองข้ามเป้าหมายการจัดการและวิธีปฏิบัติที่สอดคล้องกับความเป็นจริงทางเศรษฐกิจสังคม ความจำเป็นของการวางแผนอย่างมีส่วนร่วมและการแบ่งปันผลประโยชน์ ปัญหาเหล่านี้นำไปสู่การย้ายถิ่นฐาน ความยากจน การสูญเสียเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม และปัญหาอื่นอีกมากมากของชุมชนท้องถิ่น แม้ว่าประเด็นข้างต้นถูกกล่าวถึงในการกำหนดแนวคิดและเครื่องมือในการวางแผนการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ ผู้ปฏิบัติจำนวนมากก็ยังละเลยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ในแง่ความต้องการและการให้คุณค่าการฟื้นฟูในเชิงปฏิบัติ (Höhl et al., 2020) โครงการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ควรให้ความสำคัญกับการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ตัวอย่างกรอบแนวคิดของความอยู่ดีมีสุขของบุคคลได้แสดงรายละเอียดในภาพ 5.1

ภาพ 5.1 แนวคิดการประเมินคุณภาพชีวิตกรอบแนวคิดความอยู่ดีมีสุข (ปรับปรุงจาก Durand, 2015)

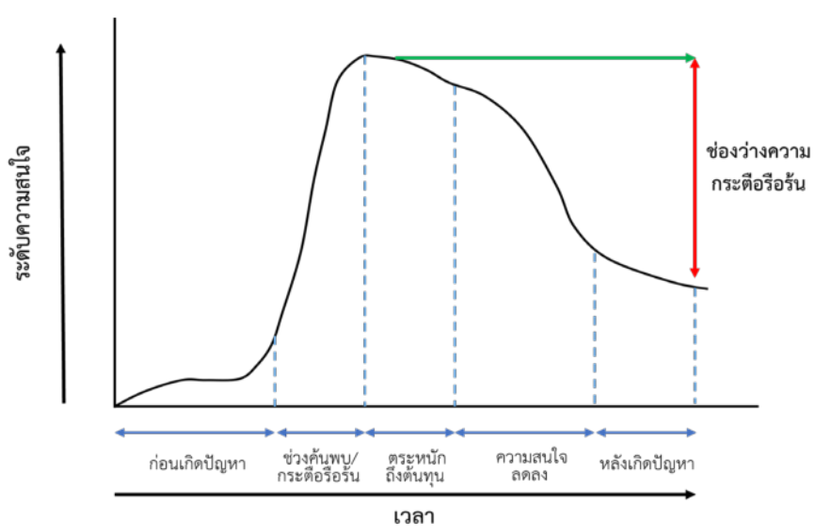
ตัวอย่างการฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยชุมชนที่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในภาคเหนือของประเทศไทย คือกรณีศึกษาบ้านแม่สาใหม่ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นชุมชนม้งที่ถูกก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2465 ที่ระดับความสูงประมาณ 1,400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้มีการอพยพลงลงมาที่ตำแหน่งปัจจุบันความสูง 1,081 เมตร จากระดับน้ำทะเล เมื่อราว พ.ศ. 2500 ภายหลังจากการประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ ทั้งนี้การอพยพย้ายที่ทำให้ชุมชนตกเป็นผู้ต้องหาของการทำลายป่าและบริการทางนิเวศจากพื้นที่ต้นน้ำ

เมื่อปี พ.ศ. 2539 หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย กับชุมชนบ้านแม่สาใหม่ ได้ร่วมกันวางแผนและดำเนินการฟื้นฟูป่าต้นน้ำพื้นที่กว่า 300 ไร่ ภายใต้โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเนื่องในวโรกาสทรงครองราชย์ ครบ 50 ปี จากการประชุมร่วมกับชุมชน มีความชัดเจนว่าความสนใจของชุมชนอยู่ที่ผลลัพธ์เชิงสังคมการเมืองของโครงการฟื้นฟูป่ามากกว่าประโยชน์ใช้สอย ขณะนั้นเป็นช่วงที่ความขัดแย้งระหว่างชุมชนและเจ้าหน้าที่อุทยานมีความรุนแรงมาก ชนกลุ่มน้อยที่อาศัยบนที่สูงถูกประณามอย่างไม่เป็นธรรมว่าเป็นสาเหตุหลักของการทำลายป่าในภาคเหนือของประเทศไทย ดังนั้นการมีส่วนร่วมกับโครงการฟื้นฟูป่าทั้งที่เชื่อมโยงกับภาครัฐหรือภาคการศึกษาย่อมส่งผลดีต่อภาพลักษณ์และทำให้สิทธิในการอยู่อาศัยและทำกินในพื้นที่อนุรักษ์มีความเข้มแข็งมากขึ้น

การทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่าและชุมชนบ้านแม่สาใหม่ก่อให้เกิดประโยชน์หลายด้านต่อโครงการ (1) ได้ประโยชน์จากความรู้ท้องถิ่น (2) โอกาสในการทดสอบผลงานวิจัยกับชุมชนท้องถิ่น และ (3) การสนับสนุนด้านแรงงาน ส่วนประโยชน์ของโครงการฟื้นฟูที่มีต่อชุมชนคือ (1) ความเชี่ยวชาญทางเทคนิคด้านการฟื้นฟู (2) งบประมาณ และ (3) ภาพลักษณ์ด้านบวกต่อสาธารณะของชุมชนม้ง ที่เปลี่ยนจากเดิมเป็นผู้ทำลายเป็นผู้ฟื้นฟูป่า ในการปลูกแต่ละปีเจ้าหน้าที่หน่วยวิจัยต้องมีการประชุมร่วมกับชาวบ้านเพื่อเลือกพื้นที่สำหรับจัดตั้งแปลงทดลองเพื่อป้องกันความขัดแย้งด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ชุมชนเป็นผู้เสนอชื่อตัวแทนชาวบ้านที่เข้ามาทำงานในเรือนเพาะชำ และผู้ที่ถูกเสนอชื่อจะกลายเป็นผู้ประสานงานระหว่างชุมชนและหน่วยวิจัยในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟู รวมถึงสื่อสารกับชุมชนเมื่อมีผู้สนใจเข้ามาเยี่ยมชมโครงการอีกด้วย

ผลจากการสัมภาษณ์คนในชุมชน (ระหว่าง พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ. 2550) บ่งชี้ว่าชุมชนให้ความสำคัญกับผลกระทบทางสังคมจากโครงการฟื้นฟู ตามมาด้วยบริการจากระบบนิเวศ ผู้ให้สัมภาษณ์ระบุว่าโครงการได้ช่วยลดความขัดแย้งภายในชุมชนด้านการขาดแคลนน้ำและช่วยปรับปรุงความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนและเจ้าหน้าที่ของรัฐ นอกจากนี้ยังช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดีของชุมชนต่อสาธารณะชนทั้งระดับประเทศและนานาชาติ ส่งผลต่อการได้รับงบประมาณจากภาครัฐในการปรับปรุงสาธารณูปโภคพื้นฐานภายในชุมชน มีการกล่าวถึงบริการจากระบบนิเวศที่ดีขึ้น ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพน้ำที่ดีขึ้น การพังทลายของดินที่ลดลง รวมถึงผลิตภัณฑ์จากป่าที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน ทั้งนี้ประโยชน์ดังกล่าวไม่ได้มีสัดส่วนมากเมื่อพิจารณาเศรษฐกิจระดับครัวเรือน ผู้ให้สัมภาษณ์เห็นถึงผลแง่ดีของโครงการฟื้นฟูต่อกิจกรรมด้านการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แต่รายได้ที่เกิดขึ้นจำกัดเพียงไม่กี่ครัวเรือนเท่านั้น (Elliott et al., 2019)

อีกประเด็นสำคัญจากการศึกษาของ Elliott et al. (2019) คือการค้นพบว่าแม้การฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำย่อยด้านบนของหมู่บ้านแม่สาใหม่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ แต่ก็ได้รับผลกระทบจากความอ่อนล้าของโครงการ (project fatigue) ประกอบกับช่องว่างของความกระตือรือร้น (enthusiasm gap) (ภาพ 5.2) งานของ Stanturf et al. (2019) อธิบายถึงวัฏจักรความสนใจในความคิดเห็นและนโยบายสาธารณะว่าความมุ่งมั่นของผู้กำหนดนโยบายจะลดน้อยลงเมื่อตระหนักถึงต้นทุน ความซับซ้อน เวลาที่จำเป็นต้องใช้เพื่อก่อให้เกิดผลลัพธ์ รวมถึงความสนใจที่ลดลงของสาธารณะและผู้เกี่ยวข้อง สิ่งที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อความยั่งยืนของโครงการฟื้นฟูป่าบ้านแม่สาใหม่ แสดงออกมาในลักษณะของการบุกรุกตัดไม้ การเกิดไฟไหม้ในแปลงฟื้นฟู การสร้างถนน และการพัฒนาทางการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น แม้ว่าโครงการฟื้นฟูป่าในพื้นที่จะริเริ่มโดยชุมชนเองและได้รับการสนับสนุนทั้งด้านเทคนิคและงบประมาณผ่านหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่าตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา แต่เห็นได้ชัดว่าการสนับสนุนดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะยับยั้งชาวบ้านจากการตัดไม้ การเผาป่า และการแผ้วถางบางส่วนของป่าฟื้นฟู

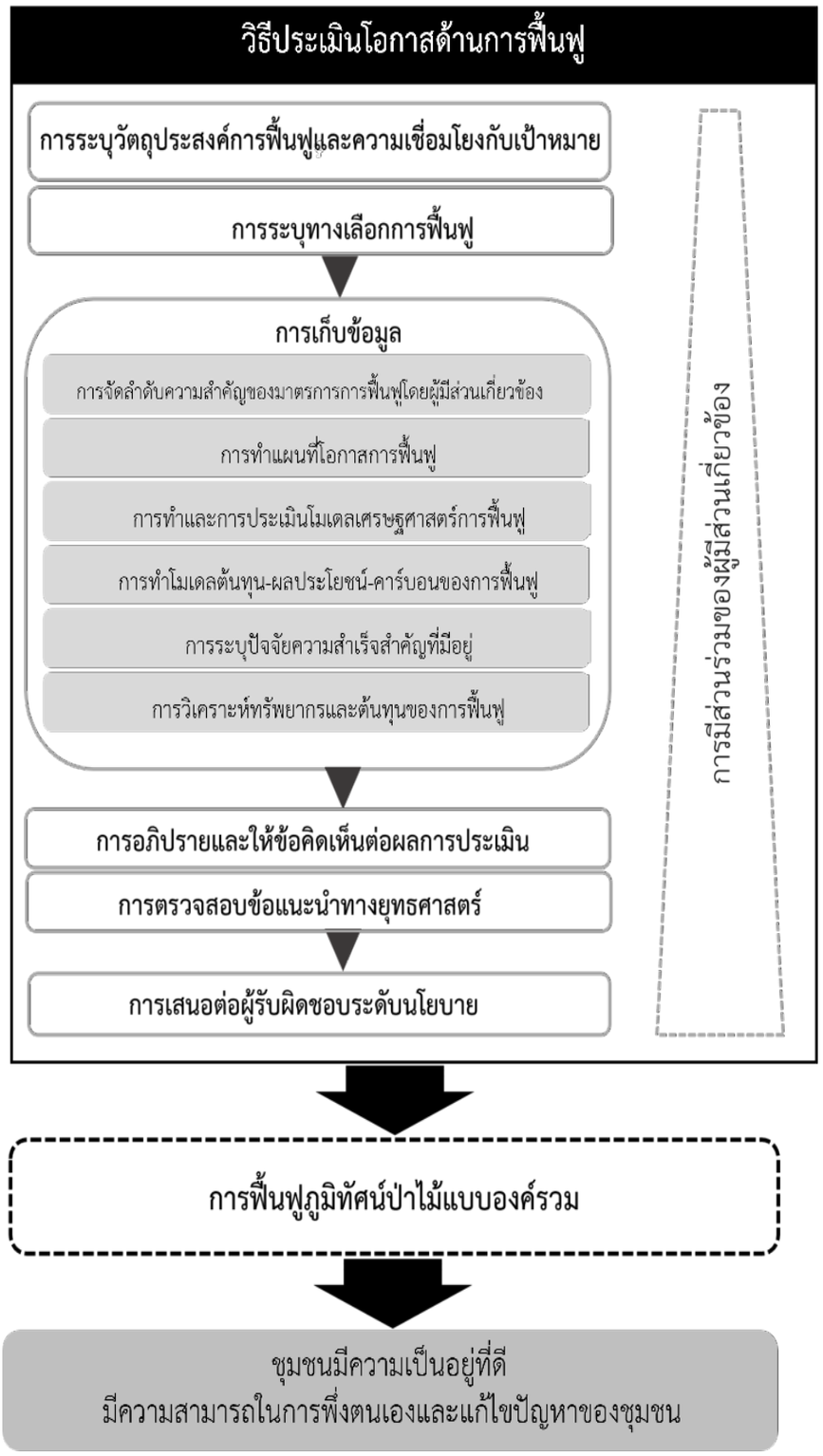


ภาพ 5.2 วัฏจักรความสนใจในนโยบาย (ปรับปรุงจาก Downs, 1972)

5.5 การปรับปรุงและการปรับตัวทางสังคม

การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape restoration: FLR) เป็นกระบวนการมุ่งฟื้นฟูความสามารถในการทำงานเชิงนิเวศและการส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของผู้คนในภูมิทัศน์ การดำเนินการด้านนี้ให้ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องมุ่งสร้างความเข้มแข็งและความสามารถในการรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์และสร้างทางเลือกสำหรับอนาคต เครื่องมือหนึ่งที่ถูกแนะนำว่าสามารถช่วยส่งเสริมการนำแนวคิดไปปรับใช้อย่างยั่งยืน คือ แนวทางการประเมินโอกาสด้านการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (Restoration Opportunities Assessment Methodology: ROAM) กรอบแนวคิดของการประเมินแสดงไว้ในภาพ 5.3

การฟื้นฟูป่าและภูมิทัศน์ครอบคลุมกิจกรรมมากไปกว่าการปลูกต้นไม้ในภูมิทัศน์ที่ได้รับการฟื้นฟู อาจหมายรวมถึงแนวทางส่งเสริมการฟื้นตัวตามธรรมชาติ การทำวนเกษตร การปลูกต้นไม้เสริมในแปลงเกษตร การฟื้นฟูป่าชายเลน หรือการปลูกสวนป่า การฟื้นฟูที่เกิดขึ้นจำเป็นต้องผ่านกระบวนการที่เอื้อให้เกิดความร่วมมือระหว่างหลายภาคส่วน ที่สำคัญคือการเปิดโอกาสให้ชุมชนท้องถิ่นและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดได้มาร่วมกันเลือกแนวทางการฟื้นฟูที่เหมาะสม (IUCN, 2021)

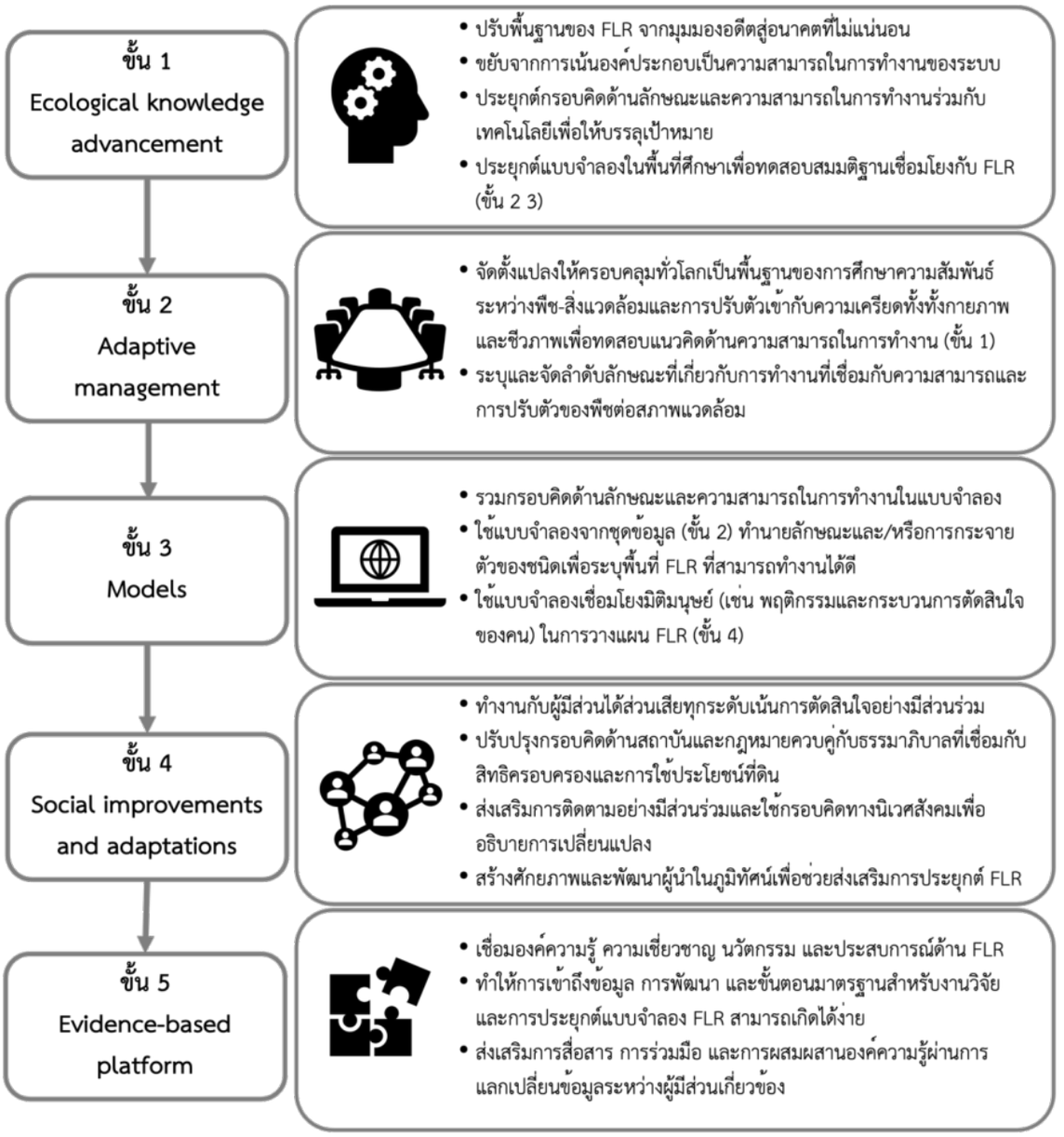


ภาพ 5.3 แนวคิดของทางการประเมินโอกาสด้านการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (ROAM)

(ปรับปรุงจาก เดีย พนิตนาถ แชนนอน และคณะ, 2563)

การปรับปรุงและการปรับตัวทางสังคมได้ถูกเสนอให้เป็นขั้นตอนหนึ่งของแผนงานสู่การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้อย่างยั่งยืน (ภาพ 5.4) ความซับซ้อนของภูมิทัศน์ในแง่ระบบนิเวศสังคมทำให้ต้องให้ความสำคัญต่อมิติการเมืองสังคมมากขึ้น การวางรากฐานเชิงสถาบันและโครงสร้าง รวมถึงการกำหนดกรอบการกำกับดูแลที่รวมถึงนโยบายเชิงบูรณาการและการบังคับใช้อย่างต่อเนื่องที่จะส่งเสริมโอกาสของการประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้แนวคิดการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสนับสนุนการตัดสินใจอย่างมีส่วนร่วมโดยให้ความสำคัญกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดในทุกระดับ นำไปสู่การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพและสร้างการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้ทางสังคมในวงกว้าง การสร้างระบบที่ส่งเสริมแรงจูงใจและก่อให้เกิดการแบ่งปันต้นทุนและผลประโยชน์ที่เท่าเทียมกันจะมีความสำคัญต่อผลลัพธ์ของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ในระยะยาว การยกระดับธรรมาภิบาลที่เกี่ยวข้องกับการครอบครองสิทธิ์ (เช่น โฉนดที่ดิน) การเน้นย้ำถึงกระบวนการที่จะช่วยบรรเทาความขัดแย้งและสร้างความเข้มแข็งและความสามารถของท้องถิ่นจะช่วยส่งเสริมการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ให้ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน

การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมและการปรับตัวทางสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงระดับโลกจะเป็นปัจจัยสำคัญในการบรรลุเป้าหมายของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือสำหรับการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมที่รวมเอามุมมองเชิงนิเวศสังคมในการติดตามกระบวนการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ เช่น การทำแผนที่อย่างมีส่วนร่วมและการทำโมเดลจำลอง (ขั้นตอนที่ 3 ภาพ 5.4) ความเข้าใจในบทบาทของการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในกระบวนการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้จำเป็นต้องมีการบูรณาการข้ามสาขาวิชา (ขั้นตอนที่ 2 ภาพ 5.4) นอกจากนี้ ข้อแนะนำของ Stanturf et al. (2019) เน้นย้ำถึงการสร้างผู้ที่มีความเข้าใจในบริบทภูมิทัศน์ (landscape generalists) จะช่วยทำให้เกิดการปรับใช้ความรู้เฉพาะทางพร้อมกับความเข้าใจถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเชิงสิ่งแวดล้อมและสังคม การลงทุนด้านการพัฒนาทรัพยากรบุคคลที่สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่เชื่อมโยงระหว่างศาสตร์และวัฒนธรรมที่หลากหลาย สามารถบูรณาการเชิงนโนบายและเปิดใจต่อความรู้ ทักษะ และทัศนคติใหม่ๆ บุคลากรผู้มีความเข้าใจบริบทเชิงภูมิทัศน์เหล่านี้จะช่วยส่งเสริมการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าให้เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม



ภาพ 5.4 แนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมระดับโลก
(ปรับปรุงจาก Stanturf et al., 2019)

บทที่ 6
การติดตามและประเมินผลโครงการฟื้นฟู

การติดตามผลคือกระบวนที่มีการเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอและใช้ข้อมูลนั้นในกระบวนการตัดสินใจเพื่อการจัดการ การติดตามผลมีความสำคัญต่อโครงการทุกขนาดและการอนุรักษ์ทุกรูปแบบรวมถึงการฟื้นฟูป่า เพื่อแสดงถึงผลที่เกิดขึ้นและเพื่อช่วยปรับปรุงประสิทธิผลของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อโครงการมีความซับซ้อน มีเป้าหมายหลายอย่าง และมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายกลุ่ม ซึ่งเป็นลักษณะที่มักพบในโครงการฟื้นฟูป่า แนวทางหลากหลายรูปแบบถูกนำมาใช้กับกระบวนการติดตามผลโครงการที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ การติดตามที่มีความยืดหยุ่นและการติดตามอย่างมีส่วนร่วมเป็นแนวทางที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย บทนี้จะอธิบายความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการติดตามและการประเมินผลการฟื้นฟูป่า รวมถึงหลักการและองค์ประกอบสำคัญสำหรับการออกแบบระบบการติดตามอย่างมีส่วนร่วม

6.1 หลักการสำคัญเกี่ยวกับการติดตามและการประเมินผลโครงการฟื้นฟู

6.1.1 การติดตามและการประเมินผล

สมาคมเพื่อการฟื้นฟูเชิงนิเวศสากล อธิบายว่าโครงการฟื้นฟูที่มีการวางแผนอย่างเหมาะสมจะพยายามมุ่งทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักที่กำหนดไว้ (SER, 2004) อย่างที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 ว่าการกำหนดเป้าหมายจำเป็นต้องสอดคล้องกับความคาดหวังของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการฟื้นฟูป่า หากเป้าหมายหลักของโครงการเป็นไปเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศและความหลายหลายทางชีวภาพ เกณฑ์การประเมินและตัวชี้วัดมักสะท้อนคุณลักษณะสำคัญของระบบนิเวศอ้างอิง การบรรลุเป้าหมายทำได้โดยการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ย่อย เป้าหมายส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของแนวคิด แต่วัตถุประสงค์มักเป็นรูปธรรมเพื่อทำให้สามารถบรรลุเป้าหมาย คำถามหลัก 2 คำถามที่สำคัญต่อการประเมินระบบนิเวศหลังการฟื้นฟู ได้แก่ 1) โครงการบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ และ 2) โครงการบรรลุเป้าหมายหรือไม่ ทั้งนี้ผู้เกี่ยวข้องจะตอบคำถามดังกล่าวได้ก็ต่อเมื่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ได้ถูกกำหนดไว้อย่างชัดเจนก่อนเริ่มโครงการฟื้นฟู

วัตถุประสงค์มักถูกประเมินบนมาตรฐานความสามารถของการฟื้นฟู (performance standards) หรืออาจเรียกว่าเกณฑ์การออกแบบ (design criteria) หรือเกณฑ์ความสำเร็จ (success criteria) มาตรฐานหรือเกณฑ์เหล่านี้ถูกออกแบบจากความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศอ้างอิง มาตรฐานที่ใช้ในการประเมินควรให้ข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับตัดสินว่าโครงการฟื้นฟูบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ ทั้งนี้วัตถุประสงค์ มาตรฐานความสามารถ และขั้นตอนสำหรับการติดตามตรวจสอบและการประเมินผล ควรถูกรวมไว้ในแผนการฟื้นฟูตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ ถ้าข้อมูลที่เก็บรวบรวมระหว่างกระบวนการติดตามผลแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ทำได้ตามมาตรฐานที่ใช้ในการประเมิน นั่นก็หมายถึงการบรรลุวัตถุประสงค์โครงการอย่างไม่มีข้อกังขาและระบบนิเวศหลังการฟื้นฟูมีแนวโน้มที่จะฟื้นตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอาจไม่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติมจากผู้เกี่ยวข้องเลย

โครงการฟื้นฟูที่ทำได้ตามวัตถุประสงค์แสดงถึงแนวโน้มการบรรลุเป้าหมาย แต่การคาดการณ์นี้อาจไม่ถูกต้องเสมอไป เนื่องจากวัตถุประสงค์และมาตรฐานการประเมินอาจถูกกำหนดไว้อย่างไม่เหมาะสมหรือความแปรปรวนด้านสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถทำนายได้อาจมีอิทธิพลทำให้วิถีการฟื้นฟูเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้เป้าหมายมักเป็นแนวคิดที่มักไม่สามารถวัดเชิงประจักษ์ได้อย่างชัดเจน การประเมินว่าโครงการบรรลุเป้าหมายหรือไม่อาจต้องอาศัยการตัดสินใจและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

SER (2004) อธิบายสรุปกลยุทธ์ 3 แบบ ที่มักถูกใช้สำหรับการประเมินโครงการฟื้นฟู คือ

1) การเปรียบเทียบโดยตรง (direct comparison) จะมีการวัดตัวแปรที่กำหนดทั้งในพื้นที่อ้างอิงและพื้นที่ฟื้นฟู ถ้าคำอธิบายจุดอ้างอิงกำหนดไว้อย่างละเอียด อาจเปรียบเทียบตัวแปรมากถึง 20 หรือ 30 ตัวแปรรวมทั้งสภาพทางชีวภาพและทางกายภาพ ผลที่ได้อาจนำไปสู่การตีความที่คลุมเครือเนื่องจากบางตัวแปรมีความใกล้เคียงกันมาก คำถามที่ตามมาคือตัวแปรใดที่สำคัญกว่า และต้องมีค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกันมากแค่ไหนระหว่างพื้นที่อ้างอิงและพื้นที่ฟื้นฟูจึงจะถือว่าบรรลุเป้าหมายการฟื้นฟู การเลือกชุดคุณลักษณะที่สามารถอธิบายระบบนิเวศหนึ่งได้อย่างกระชับและสมบูรณ์อาจเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด

2) การวิเคราะห์คุณลักษณะ (attribute analysis) จะเน้นคุณลักษณะของระบบนิเวศหลังการฟื้นฟูที่อธิบายรายละเอียดในหัวข้อ 6.1.2 กลยุทธ์นี้จะเน้นการพิจารณาข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงกึ่งปริมาณที่ได้จากการติดตามผลในช่วงเวลาที่กำหนดและจากรายงาน มีประโยชน์ต่อการตัดสินระดับความสำเร็จของแต่ละเป้าหมาย

3) การวิเคราะห์วิถี (trajectory analysis) เป็นกลยุทธ์หนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ มีการพัฒนาเกี่ยวกับการแปรผลชุดข้อมูลเชิงเปรียบเทียบจำนวนมาก ในกลยุทธ์นี้ข้อมูลที่เก็บจากพื้นที่ฟื้นฟูในแต่ละช่วง จะถูกนำมาสร้างเป็นแนวโน้มของวิถีที่กำลังเกิดขึ้น ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวจะนำไปสู่สภาพอ้างอิง เป็นหลักฐานว่าการฟื้นฟูกำลังดำเนินไปตามวิถีที่ต้องการ

การประเมินทั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์เชิงวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และทางสังคมอื่นๆ ที่อาจต้องใช้เทคนิคการประเมินผลทางสังคมศาสตร์ร่วมด้วย การประเมินเป้าหมายทางเศรษฐกิจสังคมเป็นสิ่งสำคัญต่อมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและท้ายที่สุดสำหรับผู้กำหนดนโยบายที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับการอนุญาตและการสนับสนุนงบประมาณให้กับโครงการฟื้นฟู

6.1.2 คุณลักษณะของระบบนิเวศหลังการฟื้นฟู

ระบบนิเวศที่ได้รับการฟื้นฟูจะถือว่าเกิดการฟื้นตัวก็ต่อเมื่อระบบมีทรัพยากรทางชีวภาพและทางกายภาพอย่างเพียงพอสำหรับดำเนินกระบวนการพัฒนาทางนิเวศวิทยาโดยปราศจากการช่วยเหลือจากภายนอก โครงสร้างและหน้าที่ของระบบสามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืน แสดงถึงความสามารถในการฟื้นตัวจากการรบกวนและความเครียดทางสิ่งแวดล้อมเพื่อเข้าสู่สภาพปกติ ระบบสามารถทำงานร่วมกับระบบนิเวศใกล้เคียงในแง่ของการแลกเปลี่ยนทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และปฏิสัมพันธ์ทางวัฒนธรรม SER (2004) ได้อธิบายคุณลักษณะของระบบนิเวศหลังการฟื้นฟู 9 ประการ ที่จะช่วยตัดสินว่าการฟื้นฟูได้บรรลุเป้าหมายอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามความสมบูรณ์ของคุณลักษณะเหล่านี้ไม่ได้แสดงถึงลักษณะการฟื้นฟูแต่เป็นการแสดงถึงการพัฒนาของระบบนิเวศว่าอยู่ในวิถีซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายหรือสภาพอ้างอิงที่ต้องการ คุณลักษณะบางอย่างอาจสามารถวัดได้ทันที แต่บางคุณลักษณะอาจต้องใช้การประเมินทางอ้อม ทั้งนี้รวมถึงการทำงานส่วนใหญ่ของระบบนิเวศไม่สามารถตรวจวัดได้โดยปราศจากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักจะเกินขอบเขตความสามารถและงบประมาณของโครงการฟื้นฟูจำนวนมาก คุณลักษณะ 9 ประการ ได้แก่

1. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบได้ในระบบนิเวศอ้างอิง นั่นแสดงถึงลักษณะของชุมชีพที่เหมาะสม
2. ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่มาก่อน ให้มีระดับความหลากหลายสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในบางระบบนิเวศอาจยอมให้มีพืชต่างถิ่นบางกลุ่ม
3. พบกลุ่มสิ่งมีชีวิตทำหน้าที่สำคัญในการพัฒนาและ/หรือการสร้างเสถียรภาพในระบบนิเวศหลังฟื้นฟูอย่างต่อเนื่อง หากไม่พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง แสดงว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มนั้นมีศักยภาพในการกลับเข้ามาเองในระบบ
4. สภาพแวดล้อมทางกายภาพของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูเอื้อต่อการสืบพันธุ์ของประชากรสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาและ/หรือการสร้างเสถียรภาพของระบบอย่างต่อเนื่องตามวิถีที่ต้องการ
5. การพัฒนาลำดับขั้นทางนิเวศวิทยาของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูเกิดขึ้นตามปกติ โดยไม่ปรากฏสัญญาณความบกพร่องในการทำงาน

6	ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูถูกผนวกเป็นส่วนหนึ่งของภูมิทัศน์ขนาดใหญ่กว่าได้อย่างเหมาะสม มีการไหลเวียนและการแลกเปลี่ยนองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพกับองค์ประกอบส่วนอื่นภายในภูทิทัศน์
7	มีการจำกัดหรือลดปัจจัยคุกคามจากภูมิทัศน์โดยรอบ ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความสมบูรณ์ของระบบนิเวศหลังฟื้นฟู
8	ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูมีความสามารถในการฟื้นตัวอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทนทานต่อความเครียดที่เกิดขึ้นบางช่วงเวลา เพื่อรักษาไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของระบบ
9	ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูสามารถพึ่งตนเองได้ในระดับเดียวกับระบบนิเวศอ้างอิง มีศักยภาพในการดำรงอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมปัจจุบันอย่างเหมาะสม

อย่างไรก็ตามในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานเชิงนิเวศอาจมีความแตกต่างบ้างเนื่องจากอยู่ในกระบวนการของการพัฒนาวิถีในระบบนิเวศ และอาจมีความแปรผันของการตอบสนองขึ้นอยู่กับความเครียดที่เกิดขึ้นในบางช่วงเวลา การรบกวนที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวอาจให้ผลกระทบรุนแรงกว่า องค์ประกอบของชนิดและคุณลักษณะอื่นของระบบนิเวศหลังฟื้นฟูอาจเกิดวิวัฒนาการควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเช่นเดียวกับระบบนิเวศอื่นในธรรมชาติ

คุณลักษณะบางอย่างที่ถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายของโครงการฟื้นฟู หรือคุณลักษณะอื่นที่มีความสัมพันธ์กันควรถูกรวมไว้กับรายการข้างต้น ตัวอย่างเช่น เป้าหมายหนึ่งของโครงการฟื้นฟูอาจเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหรือบริการบางอย่างสำหรับประโยชน์เชิงสังคม ในแง่นี้ระบบนิเวศหลังฟื้นฟูทำหน้าที่เป็นทุนทางธรรมชาติสำหรับสะสมผลิตภัณฑ์และบริการดังกล่าว เป้าหมายอีกอย่างอาจเป็นการฟื้นฟูเพื่อสร้างถิ่นที่อยู่ให้กับสิ่งมีชีวิตชนิดหายาก หรือเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมให้กับสิ่งมีชีวิตบางชนิด เป้าหมายอื่นที่เป็นไปได้ของการฟื้นฟูอาจรวมถึงการสร้างพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ หรือเพื่อรองรับกิจกรรมที่มีความสำคัญทางสังคม เช่น การสร้างความเข้มแข็งของชุมชนผ่านการมีส่วนร่วมในโครงการฟื้นฟู เป็นต้น

6.1.3 การติดตามผลเพื่อปรับปรุงความสามารถของไม้ยืนต้นที่ใช้ฟื้นฟู

โครงการฟื้นฟูป่าสามารถถูกเปลี่ยนเป็นโปรแกรมงานวิจัยที่มีการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการวางแผนและให้ความสำคัญกับจำนวนแปลงที่เหมาะสม อาจเรียกระบบนี้ว่าระบบแปลงทดลองภาคสนาม (field trial plot system หรือ FTPS) หมายถึง กลุ่มของแปลงทดลองขนาดเล็ก (ประมาณ ¼ เฮกตาร์) ที่มีการปลูกพืชเพื่อทดสอบปัจจัยบางอย่าง จำเป็นต้องมีแปลงควบคุมที่ไม่มีการใส่ปัจจัยที่ต้องการทดสอบ และแปลงที่ไม่มีการปลูกพืชเลยเพื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่มีกิจกรรมการฟื้นฟู ในแต่ละปีแปลงทดลองใหม่สามารถถูกรวมเข้าในระบบ ชุดทดลองใดที่ให้ผลดีในปีก่อนหน้าจะถูกนำไปปฏิบัติซ้ำต่อไป ในขณะที่ชนิดและชุดทดลองที่ให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจจะถูกตัดออกไป เมื่อเวลาเปลี่ยนไประบบแปลงทดลองภาคสนามจะค่อยๆ เปลี่ยนไปตามผลจากการเก็บข้อมูล ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรอดชีวิตของกล้าไม้ (FORRU 2008) แสดงในภาพ 6.1 วัตถุประสงค์ของระบบแปลงทดลองภาคสนาม ได้แก่

1) สร้างข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่จะกลายเป็นตัวอย่างที่ดี (best practices) สำหรับการฟื้นฟูป่าที่มีประสิทธิภาพ

2) ทดสอบความสามารถในการนำตัวอย่างที่ดีไปปฏิบัติ

3) เป็นตัวอย่างพื้นที่สาธิตสำหรับการศึกษาและการฝึกอบรบเกี่ยวกับวิธีฟื้นฟูป่า

ตัวอย่างคำถามที่สามารถสร้างงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- พืชชนิดใดสามารถเจริญเติบโตและรอดตายดีที่สุด
- ความหนาแน่นของกล้าไม้ที่เหมาะสมคือเท่าไหร่
- อะไรคือวิธีการทางวนวัฒนวิทยาดีที่สุดที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะของกล้าไม้
- การออกแบบแปลงปลูกอย่างไรให้เหมาะสมที่สุด เช่น พืชกี่ชนิดต่อแปลง องค์ประกอบชนิดในแปลงปลูก
- ภายหลังการฟื้นฟู ความหลากหลายทางชีวภาพสามารถฟื้นตัวกลับมาเร็วที่สุดแค่ไหน

ภาพ 6.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ในแปลงฟื้นฟู (ปรับปรุงจาก เดีย พนิตนาถ แชนนอน และคณะ, 2566)

6.2 การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วม

การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมคือระบบที่เปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากหลายระดับเข้ามาร่วมออกแบบ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับกระบวนการและความสำเร็จของกิจกรรมที่จำเป็นต้องมีการจัดการ ในการศึกษาจำนวนมากการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมจะเกี่ยวข้องกับคนท้องถิ่นในหลายบริบทของการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน การเรียนรู้และการตัดสินใจร่วมกัน เพื่อส่งเสริมการจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีเป้าหมายหลากหลายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้รวมถึงการจัดการผลิตภัณฑ์จากป่า การจัดการสัตว์ป่า การควบคุมการลักลอบค้าของป่า การตัดไม้ การควบคุมป้องกันไฟป่า และกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (Evans and Guariguata, 2016)

ความจำเป็นของการติดตามผลที่มีประสิทธิภาพจะช่วยส่งเสริมความสำเร็จของโครงการฟื้นฟู (SER, 2004) อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีหน่วยงานขนาดใหญ่ระดับโลกที่กำลังดำเนินการงานด้านการฟื้นฟู แต่ความสำคัญที่ให้กับกระบวนการติดตามผลมีไม่มากนัก การพูดคุยระดับโลกเพิ่งเริ่มให้ความสำคัญกับการติดตามผลในแง่ของการทำงานแบบองค์รวม มีการบูรณาการความรู้และความเกี่ยวข้องกับหลายภาคส่วน ณ ปัจจุบัน มีการให้ความสำคัญกับการวางแผนพื้นที่ที่เป็นเป้าหมายของการฟื้นฟู เช่น การใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลเป็นองค์ประกอบสำคัญของยุทธศาสตร์การติดตามผล ทั้งนี้การวัดจำนวนของพื้นที่ที่ปกคลุมโดยไม้ยืนต้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของภาพการฟื้นฟูทั้งหมด เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถอธิบายตัวขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้การสำรวจระยะไกลไม่สามารถบอกถึงรายละเอียดว่าในป่าประกอบไปด้วยอะไร โครงการฟื้นฟูได้รับการสนับสนุนจากคนท้องถิ่นหรือไม่ และปัญหาใดจำเป็นต้องได้รับความสนใจเพื่อป้องกันการก้าวไปสู่ความล้มเหลว การสำรวจระยะไกลสามารถแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพในหลายช่วงเวลา การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมสามารถให้ข้อมูลที่สำคัญที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจว่าการฟื้นฟูที่ดำเนินอยู่เกิดขึ้นตามวิถีที่ควรจะเป็น (Evans and Guariguata, 2016)

การเรียนรู้และการปรับตัวเป็นสิ่งสำคัญ ความพยายามในการฟื้นฟูมักจะพบกับความท้าทายที่มีความเฉพาะกับพื้นที่ เป็นความไม่แน่นอนและการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้น การเรียนรู้และการปรับตัวไปพร้อมกับการลงมือทำเป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จ เป้าหมายของการฟื้นฟูอาจมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการดำเนินงาน การติดตามผลจะให้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการจัดการที่มีความยืดหยุ่นและช่วยสร้างกลไกสำหรับการเรียนรู้ของสังคมผ่านกระบวนการวิเคราะห์ผลที่มีความรอบคอบร่วมกัน (Evans et al. 2014)

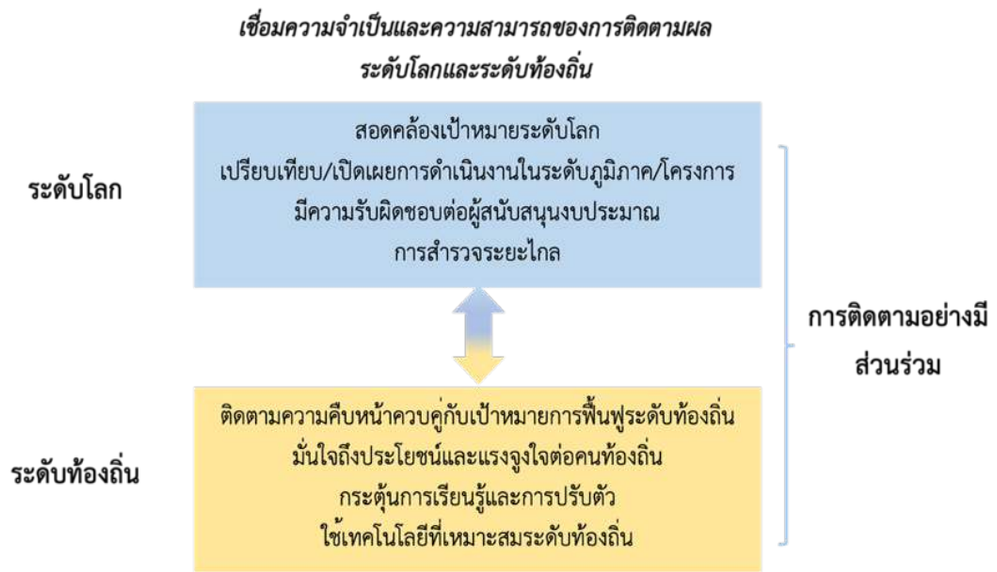
6.2.1 หลักการและข้อพิจารณา

การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับหลายระดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนในชุมชนในประเด็นของการออกแบบ การเก็บ และการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกระดับเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมเปิดโอกาสในการเชื่อมโยงเป้าหมายที่กำหนดไว้ผ่านเครือข่ายการเรียนรู้และการแลกเปลี่ยนข้อมูล ภาพ 6.2 แสดงถึงความจำเป็น ความต้องการ และความสามารถในระดับท้องถิ่นและระดับโลกที่จะสามารถเชื่อมโยงกันได้ผ่านเครือข่ายของการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมในบริบทของการฟื้นฟูป่า

6.2.2 บทเรียนจากการลงมือปฏิบัติ

การติดตามอย่างมีส่วนร่วมสามารถนำไปสู่การตัดสินใจที่รวดเร็ว (Danielsen et al. 2010) ส่งเสริมการเรียนรู้และการแบ่งปัน รวมถึงการเสริมสร้างขีดความสามารถและความมั่นใจ การเปิดโอกาสให้คนในชุมชนเข้ามาร่วมในการติดตามผลส่งเสริมการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการและการตอบสนองในระดับท้องถิ่นและเพิ่มความเร็วในการตอบสนองต่อประเด็นหรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

Danielsen et al. (2010) ได้ทบทวนกรณีศึกษาจำนวน 104 งาน จากทั่วโลกเพื่อประเมินการมีส่วนร่วมในการบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอิทธิพลต่อความเร็วและขนาดของการตัดสินใจและการลงมือปฏิบัติ ทีมวิจัยพบว่าการติดตามผลโดยนักวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อการตัดสินใจในภูมิภาค ประเทศ และอนุสัญญาระหว่างประเทศ และใช้เวลาประมาณ 3-9 ปี ในการถูกนำไปใช้ ในระดับหมู่บ้าน การติดตามผลที่มีคนในชุมชนเข้ามาเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรมีประสิทธิภาพสูงกว่าต่อการตัดสินใจและใช้เวลามากสุดประมาณ 1 ปี ในการถูกนำไปใช้ ในทางตรงข้ามการติดตามผลโดยนักวิทยาศาสตร์ส่งผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงระดับหมู่บ้านซึ่งเป็นระดับที่การตัดสินใจด้านการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติเกิดขึ้น



ภาพ 6.2 ศักยภาพของระบบการติดตามอย่างมีส่วนร่วม
(ปรับปรุงจาก Evans and Guariguata, 2016)

การมีส่วนร่วมในการติดตามผลจากชุมชนสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ทางสังคม สร้างความเชื่อใจ เพิ่มความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง สนับสนุนความพึงพอใจในการติดตามผล และเชื่อมโยงผู้คนเข้ากับภูมิทัศน์ งานของ Fernandez- Gimenez et al. (2008) ได้ศึกษาบทบาทของการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมในองค์กรที่ทำงานด้านป่าไม้กับชุมชนในประเทศสหรัฐอเมริกา มีการมองหาหลักฐานการเรียนรู้ด้านสังคมเป็นผลลัพธ์ สมาชิกชุมชนเข้ามาเกี่ยวข้องในกิจกรรมการติดตามผลหลากหลายรูปแบบ ทั้งการประเมินด้านนิเวศ การทำบัญชีรายชื่อสิ่งมีชีวิต การติดตามตามกฎหมาย และการติดตามตามแนวทางการจัดการที่มีประสิทธิภาพ นักวิจัยพบหลักฐานของการเรียนรู้ทางสังคมในกรณีศึกษาเหล่านี้เมื่อมีการทบทวนตัวเอง การประชุมสาธารณะเพื่อหารือเกี่ยวกับบทเรียนที่ได้รับ และการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อการเรียนรู้

นอกจากนี้ ทีมวิจัยพบหลักฐานของความไว้เนื้อเชื่อใจ ความสัมพันธ์ที่แนบแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสมาชิกของชุมชนมีส่วนร่วมในการออกแบบและวางแผนการติดตามผลโครงการ ปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทำให้ผู้เกี่ยวข้องเข้าใจกันในฐานะบุคคลและก้าวข้ามความเข้าใจผิดและความคาดหวังระหว่างกัน การมีโอกาสได้ทำงานร่วมกันทำให้แต่ละคนสร้างความไว้เนื้อเชื่อใจ ความสม่ำเสมอ และความนับถือในความคิดของผู้อื่น การติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมสร้างความเชื่อใจระหว่างกลุ่มชุมชน กลุ่มสิ่งแวดล้อม และภาครัฐ กล่าวโดยสรุปแล้วการมีส่วนร่วมของชุมชนในการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายโดยรวม ทั้งนี้การส่งเสริมการเรียนรู้ทางสังคมที่จะนำไปสู่การตัดสินใจต้องการการจัดตั้งกลไกการกำกับดูแลที่ยืดหยุ่น สามารถปรับให้เหมาะสมได้ตามสถานการณ์

งานของ Oosten et al. (2014) ในประเทศอินโดนีเซียสรุปไว้ว่ากลไกของภาครัฐต้องสนับสนุนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในภูมิทัศน์ท้องถิ่นในการวางแผนและการออกแบบโครงการฟื้นฟู และเชื่อมโยงแผนงานที่ออกแบบในระดับชุมชนเข้ากับแผนระดับจังหวัด ที่สำคัญที่สุดคือการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ไม่สามารถอาศัยแผนของผู้เชี่ยวชาญเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นกับการจัดการแบบค่อยเป็นค่อยไป การผนวกรวมความคิดเห็นของชุมชน และการทำงานร่วมกันระหว่างภาครัฐภาคเอกชนในระดับภูมิทัศน์ ทีมวิจัยได้เน้นย้ำถึงความจำเป็นของการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรม งานประชุม และอินเตอร์เน็ตในการเชื่อมโยงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระดับโลกเข้าด้วยกัน การเรียนรู้ทางสังคมเป็นส่วนสำคัญของการฟื้นฟูระดับภูมิทัศน์ และวิธีที่ผู้คนเรียนรู้และเชื่อมโยงถึงกันเป็นหน้าที่ของโครงสร้างธรรมาภิบาลระดับภูมิทัศน์

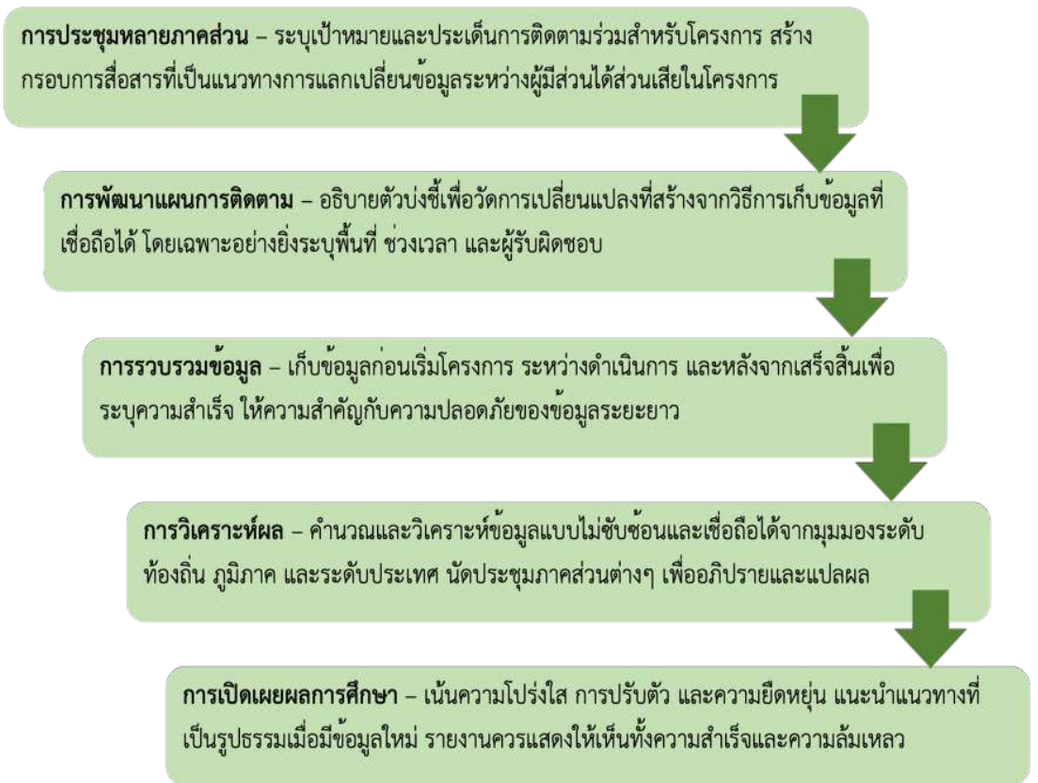
อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าแนวทางการติดตามแบบมีส่วนร่วมทุกแบบจะส่งเสริมการเรียนรู้และการตัดสินใจได้อย่างเท่าเทียม การศึกษาของ Villaseñor et al. (2016) ที่มีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากทั่วโลกได้อธิบายแนวทางที่มีประสิทธิภาพ มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจด้านการจัดการและการอนุรักษ์ ทีมวิจัยสรุปว่าข้อมูลจากการติดตามที่มีการเก็บแบบมีส่วนร่วมมีแนวโน้มการถูกนำไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจ เนื่องจากการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมเน้นกระบวนการประเมินมากกว่าผลจากการประเมิน และการเสริมอำนาจระดับท้องถิ่นที่ดีนำไปสู่การใช้ประโยชน์ข้อมูลจากการติดตามมากกว่า ข้อมูลที่ได้จากการติดตามผลจะมีแนวโน้มการถูกนำไปใช้หากชุมชนสามารถใช้ข้อมูลกับกิจกรรมปกติที่กำลังดำเนินอยู่

6.3 องค์ประกอบสำคัญสำหรับการออกแบบระบบการติดตามอย่างมีส่วนร่วม

6.3.1 การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และความคาดหวัง

ในขั้นแรกของโครงการฟื้นฟูป่าการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนมีความสำคัญอย่างมาก อะไรคือความสำเร็จของการฟื้นฟูต้องเป็นภาพที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเห็นพ้องต้องกัน และควรมีเป้าหมายที่เข้าใจได้ง่าย สำหรับโครงการส่วนมากขั้นตอนนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการต่อรอง การพูดคุย และการทำงานร่วมกัน การกำหนดเป้าหมายของโครงการฟื้นฟูใดๆ ควรเป็นการตอบคำถามของสังคมและการกำหนดคุณค่าทางสังคมร่วมกัน (Holl and Cairns 2002) จากการศึกษาของ Maginnis et al. (2015) พบว่าการฟื้นฟูป่ามักจะมีเป้าหมายที่หลากหลาย ตั้งแต่การปรับปรุงผลิตภัณฑ์และบริการจากระบบนิเวศ การเพิ่มผลกระทบทางสังคมเชิงบวก ไปจนถึงเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ ตัวอย่างที่ปรากฏทั่วไปอาจเป็นไปเพื่อการสร้างถิ่นอาศัย การเพิ่มพื้นที่ป่าและปริมาณน้ำ การสร้างงาน การควบคุมไฟป่า การพังทลายของหน้าดิน และการเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร เป็นที่ชัดเจนว่าแต่ละเป้าหมายอาจมีตัวบ่งชี้มากกว่าหนึ่งด้านที่ช่วยระบุการบรรลุเป้าหมายของโครงการ

ขั้นตอนต่อไปคือการแปลเป้าหมายที่อาจคลุมเครือให้เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความเป็นไปได้และสามารถวัดได้ถึงทิศทางที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ ความสำเร็จคือคุณค่าที่สังคมกำหนด (Stanturf et al. 2014) อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการฟื้นฟูป่าอาจเป็นความพยายามระยะยาว มาตรวัดความสำเร็จจึงอาจแตกต่างไปตามระยะของการดำเนินงาน ดังนั้นการทบทวนเป้าหมายและวัตถุประสงค์อาจเป็นความจำเป็นสำหรับบางโครงการฟื้นฟู ขึ้นอยู่กับแนวคิดเรื่องความสำเร็จที่กำหนดไว้ ตัวอย่างขั้นตอนเป็นลำดับขั้นของกระบวนการติดตามอย่างมีส่วนร่วมได้ถูกอธิบายไว้ในภาพ 6.3 (Moote et al. 2010)



ภาพ 6.3 ภาพรวมกระบวนการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วม (ปรับปรุงจาก Moote et al., 2010)

6.3.2 การตั้งคำถามและการกำหนดตัวบ่งชี้

การระบุตัวบ่งชี้สำหรับการติดตามโครงการฟื้นฟูควรเป็นผลจากการระดมความคิดเห็นอย่างมีส่วนร่วมจากหลากหลายสาขาความเชี่ยวชาญ เมื่อลงมือปฏิบัติอย่างมีหลักการโดยใช้เวลาและความอดทนอย่างเต็มที่ การระบุตัวบ่งชี้สามารถเป็นกระบวนการที่มีคุณค่ามากในการสร้างความไว้วางใจระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและมีความสำคัญต่อผลสำเร็จของโครงการอย่างมาก

การศึกษาของ Le et al. (2012) ในประเทศเขตร้อนรายงานถึงโครงการปลูกป่าจำนวนมากที่ประสบความล้มเหลวและเรือนเพาะชำที่ถูกทิ้งร้าง เนื่องจากตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงแรงขับความสำเร็จของการปลูกป่าได้ถูกมองข้ามไปในขั้นตอนของการประเมินโครงการ สิ่งจำเป็นคือกรอบการติดตามผลที่บูรณาการทั้งตัวบ่งชี้และแรงขับของความสำเร็จ ทีมวิจัยพบว่าตัวบ่งชี้ที่ถูกใช้ในเขตร้อนและในระดับนานาชาติที่สัมพันธ์กับแรงขับหลักในด้านชีวกายภาพ สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจสังคมส่งผลต่อความสำเร็จของการฟื้นฟู ต่อมา Le et al. (2014) ได้ศึกษาแนวคิดดังกล่าวเพิ่มเติมโดยสำรวจโครงการฟื้นฟูจำนวน 43 โครงการในประเทศฟิลิปปินส์ จากแนวโน้มแรงขับของความสำเร็จจำนวน 98 ประเด็น พบตัวบ่งชี้ความสำเร็จที่วัดได้ 12 ด้าน เช่น วิธีปลูก แหล่งงบประมาณ แผนการรณรงค์การศึกษาและการสร้างความตระหนัก การพึ่งพิงป่าของคนท้องถิ่น แรงจูงใจต่อการปลูกป่า วัตถุประสงค์ของโครงการ กลไกป้องกันป่า สภาพโครงสร้างพื้นฐานของถนน เป็นต้น การศึกษานี้พบว่าปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการรอดชีวิตของไม้ยืนต้นที่ปลูกคือการจัดการปศุสัตว์ในพื้นที่ (มีผลกระทบ 20 เท่า) การควบคุมวัชพืช (มีผลกระทบ 18 เท่า) และสภาพถนนที่ดี (มีผลกระทบ 12 เท่า) สภาพถนนที่ไม่ดีเป็นอุปสรรคต่อการปลูกพืชและการดูแลแปลง

ผู้ที่นำหลักการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมไปปฏิบัติพบว่าแทนที่จะกำหนดตัวชี้วัดตั้งแต่แรก การเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากระดับชุมชนได้ถามคำถามเกี่ยวกับข้อมูลที่จำเป็นต้องมี เพื่อการตัดสินใจสนับสนุนวัตถุประสงค์การฟื้นฟูมีประโยชน์มากกว่า (Demeo et al. 2015) ตัวอย่างคำถามด้านล่างเป็นแนวทางสำหรับการระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการติดตามผล

- ประเด็นที่จะติดตามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของโครงการหรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามสอดคล้องกับเป้าหมายที่เฉพาะและเห็นร่วมกันหรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามส่งเสริมการเรียนรู้ (การจัดการแบบยืดหยุ่นหรือแบบปรับได้) หรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามส่งเสริมกระบวนการตัดสินใจหรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามกล่าวถึงสิ่งใหม่หรือไม่ หากไม่ ผลที่จะได้มามีอยู่เดิมแล้วหรือเปล่า
- ประเด็นที่จะติดตามเหมาะกับขนาดพื้นที่หรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามคุ้มค่าและนำไปปฏิบัติได้จริงหรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามเน้นผลลัพธ์หรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามเป็นตัวแทนที่เหมาะสมสำหรับประเด็นทางสังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยาหรือไม่
- ประเด็นที่จะติดตามได้รับความเห็นชอบร่วมกันหรือไม่ (เช่น ทุกคนได้เข้าร่วมกระบวนการ วางแผน ได้เสนอความคิดเห็น และมุ่งมั่นที่จะเห็นผลจากการติดตาม)

การศึกษาของ Demeo et al. (2015) ได้อธิบายกระบวนการพัฒนาคำถามที่ทำร่วมกับกลุ่มคนทำงานในภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา เริ่มจากคำถามเริ่มต้นจำนวน 65 คำถาม และสรุปเหลือเพียง 9 คำถามสำคัญ แต่ละคำถามเชื่อมโยงกับเป้าหมายการฟื้นฟูและตัวบ่งชี้ที่เฉพาะ ทีมวิจัยเน้นย้ำว่ากระบวนการพัฒนาคำถามควรส่งเสริมบรรยากาศของการเรียนรู้ร่วมกันและการปรับเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องมากกว่าการโต้เถียงหรือตำหนิกันและกัน ทำให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องรู้สึกถึงการเป็นเจ้าของทั้งความสำเร็จและความล้มเหลวที่เกิดขึ้น กระบวนการเหล่านี้ใช้เวลาและอาจต้องทำซ้ำหลายครั้ง การลงทุนทางเวลาในช่วงแรกของการพัฒนาคำถามและแนวทางการติดตามเป็นตัวกำหนดโครงการฟื้นฟูสู่ความสำเร็จราบรื่น และมีการติดตามผลที่มีคุณภาพด้วยความขัดแย้งที่น้อยที่สุดระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ระยะเวลาในการพัฒนากระบวนการจนไปถึงการกำหนดตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมอาจใช้เวลากว่า 1 ปี

ระบบติดตามอย่างมีส่วนร่วมสำหรับการฟื้นฟูป่าอาจประกอบด้วยชุดตัวบ่งชี้ระดับโลกหรือระดับประเทศ โครงการฟื้นฟูแต่ละโครงการสามารถเลือกตัวบ่งชี้เพิ่มเติมที่จำเป็นให้สอดคล้องกับกรณีเฉพาะของแต่ละพื้นที่ ตาราง 6.2 แสดงตัวบ่งชี้ที่สามารถนำไปใช้ในการติดตามผลที่มีส่วนร่วมจากหลายระดับ หลังจากกำหนดตัวบ่งชี้แล้ว ผู้เชี่ยวชาญบางคนแนะนำให้กำหนดเป้าย่อยตามกรอบเวลาเพื่อให้บรรลุแต่ละวัตถุประสงค์ เป้าหมายย่อยเหล่านี้จะช่วยประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินงาน นอกจากนี้การกำหนดจุดเปลี่ยนสำคัญในแต่ละระยะอาจมีประโยชน์ หากข้อมูลที่เก็บรวบรวมแสดงถึงจุดเปลี่ยนสำคัญ แสดงว่าควรปรับการดำเนินการบางอย่างให้เหมาะสมต่อไป (Holl and Cairns, 2002)

ตาราง 6.2 ตัวอย่างตัวบ่งชี้ที่มีใช้ในการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมในโครงการฟื้นฟูขนาดใหญ่ (Evans and Guariguata, 2016)

	ตัวอย่างจากประเทศสหรัฐอเมริกา	ตัวอย่างจากประเทศบราซิล
ตัวบ่งชี้ระดับชาติ	– ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ – ความเสี่ยงของการเกิดไฟและต้นทุน – สภาพทางนิเวศวิทยา – ความร่วมมือ – ทุนที่ยั่งยืน (หมายเหตุ: ข้างต้นคือกลุ่มของตัวบ่งชี้ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยตัวบ่งชี้ย่อย)	ตัวบ่งชี้ทางนิเวศวิทยา: เรือนยอดปกคลุม ความหนาแน่นและความหลากชนิดของสังคมพืชที่ฟื้นตัว ตัวบ่งชี้ทางเศรษฐศาสตร์สังคม: จำนวนการจ้างงานและรายได้ต่อวัน การกระจายของงาน (ชาย/หญิง) การลงทุนในการฟื้นฟู (ต้นทุนรวมและการกระจายต้นทุน – วัตถุดิบ ภาษี กำไรจากบริษัทฟื้นฟู ค่าแรง ฯลฯ) และประโยชน์ทางเศรษฐกิจ (การจ่ายค่าตอบแทนระบบนิเวศ การใช้ประโยชน์เนื้อไม้ การท่องเที่ยว การลดภาษี)

6.3.3 กรอบการติดตามผล

ระบบการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมที่สามารถใช้ในหลายพื้นที่และปรับขนาดได้มีบทบาทที่ชัดเจนในความพยายามติดตามความก้าวหน้าสำหรับการฟื้นฟูป่า แสดงความรับผิดชอบ และสร้างกรอบการเรียนรู้และการปรับตัว ผู้ปฏิบัติเข้าใจมากขึ้นว่าสิ่งจำเป็นที่ต้องติดตามไม่ใช่แค่ไม้ยืนต้นที่ปลูก แต่รวมถึงแรงขับสู่ความสำเร็จทั้งหลาย ความเป็นกังวลร่วมของท้องถิ่น และการเปลี่ยนแปลงของป่า อย่างไรก็ตามยังขาดความรู้บางด้าน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนของการติดตาม ในแง่ของการสร้างสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจและการส่งเสริมการมีส่วนร่วมจากท้องถิ่น นอกจากนี้สิ่งที่จำเป็นต้องมีการทดสอบต่อไปคือวิธีการเก็บข้อมูลที่นำไปสู่แนวการติดตามการฟื้นฟูป่าสำหรับการตัดสินใจระดับท้องถิ่นและระดับโลก ปัจจุบันยังไม่พบหลักฐานประจักษ์ของระบบการติดตามอย่างมีส่วนร่วมหลายระดับที่มีการเชื่อมข้อมูลและการเรียนรู้ระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระดับโลกเข้ากับระดับท้องถิ่น

การวางแผนการฟื้นฟูป่ากำลังอยู่ในความสนใจระดับโลก ตอนนี้เป็นช่วงเวลาเหมาะสมที่จะเริ่มพัฒนาและทดสอบแนวทางการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมจากหลายระดับ ภาพ 6.4 แสดงแนวทางการติดตามผลที่มีความยืดหยุ่น เน้นการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลจากท้องถิ่นในกระบวนการติดตามเพื่ออธิบายความสำเร็จจากระดับชุมชน

ภาพ 6.4 แนวทางของระบบการติดตามผลอย่างมีส่วนร่วมจากหลายระดับ
(ปรับปรุงจาก Evans and Guariguata, 2016)

6.4 ตัวอย่างเครื่องมือ

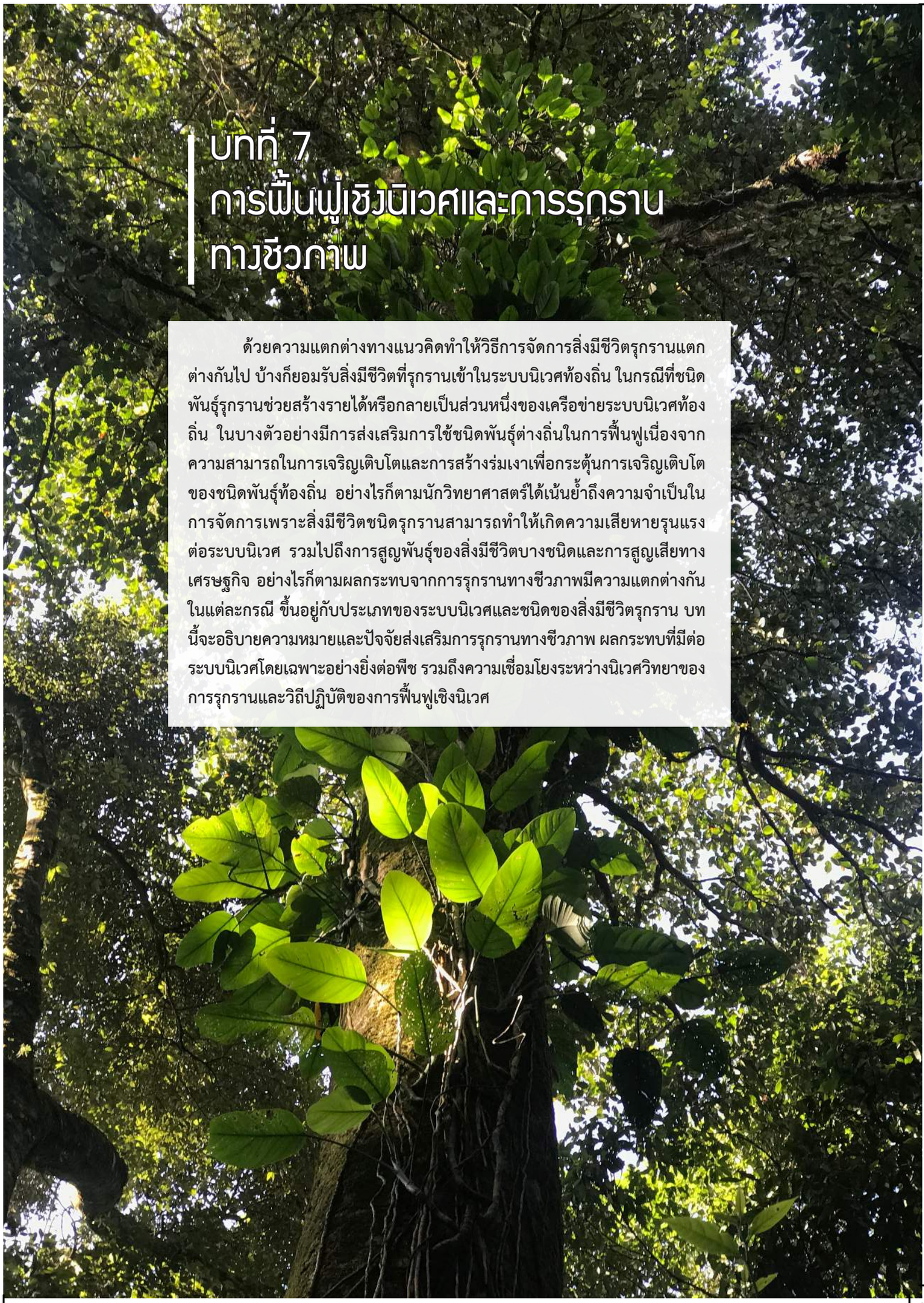
แม้การติดตามและการประเมินของการฟื้นฟูในวงกว้างยังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนา แต่บางเครื่องมือพร้อมแล้วสำหรับการนำไปใช้ ตาราง 6.3 นำเสนอแนวทางสำหรับการติดตามผลที่เน้นคุณลักษณะทางนิเวศ อธิบายคุณลักษณะสำคัญในระดับต่างๆ ของหน่วยทางนิเวศวิทยาที่มีการถูกนำเสนอและทดสอบโดยนักวิจัยจำนวนมาก การใช้ภาพถ่าย การทำแผนที่ การออกแบบการทดลองและสถิติ และการบันทึกภาคสนาม เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการทำความเข้าใจกระบวนการฟื้นฟู แม้ว่าจะไม่ค่อยมีการพัฒนาเกณฑ์และตัวบ่งชี้มากนักสำหรับโครงการฟื้นฟู แต่การศึกษาด้านการจัดการป่าอย่างยั่งยืนมีมาอย่างยาวนาน ซึ่งเกณฑ์และตัวบ่งชี้ของประสบการณ์ด้านนี้สามารถนำมาปรับใช้ได้โดยง่ายกับโครงการฟื้นฟู โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อใช้วัดแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของป่าเมื่อเวลาผ่านไป

ตาราง 6.3 รายการบางส่วนของคุณลักษณะสำคัญทางนิเวศ จำแนกโดยระดับของหน่วยการศึกษาและความสัมพันธ์ต่อองค์ประกอบของระบบ (ปรับปรุงจาก Mansourian et al., 2005)

ระดับของลำดับชั้น	องค์ประกอบของระบบ			
	ความหลากหลาย	ทิศทางและการทำงาน	ปัจจัยทางโครงสร้าง	ปัจจัยความไม่แน่นอน
ประชากร	ความหลากหลายทางจีโนไทป์และฟีโนไทป์	การเคลื่อนที่ของยีน: การผสมเกสร การสร้างเมล็ด สสารและพลังงาน: อาหารและพลังงานที่มี การทำงาน: ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแต่ละสิ่งมีชีวิต	โครงสร้างอายุ สัดส่วนระหว่างเพศ ความสูง ความสามารถในการผลิต	ผลกระทบจากมนุษย์: การใช้ประโยชน์ในอดีตและปัจจุบัน สิ่งแวดล้อม: การศึกษาการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต การกระจายตัวและความมากมายของสิ่งมีชนิดที่สัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม ระยะห่างจากแหล่งเมล็ด

ระดับของลำดับชั้น	องค์ประกอบของระบบ			
	ความหลากหลาย	ทิศทางและการทำงาน	ปัจจัยทางโครงสร้าง	ปัจจัยความไม่แน่นอน
ชุมชีพ	ความหลากหลายของชนิดและกลุ่มตามหน้าที่ระหว่างพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตชนิดหลักในระบบนิเวศ	การเคลื่อนที่ของยีน: การผสมข้าม สสารและพลังงาน: ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ความสามารถการแลกเปลี่ยนประจุ ดัชนีการหมุนเวียน การทำงาน: ความสามารถในการผลิต ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มประชากร	ความหลากชนิดของไม้ยืนต้น ความหลากหลายของรูปแบบชีวิต พื้นที่ปกคลุมโดยพืช ความแตกต่างในแนวตั้ง อายุ มวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดิน ความสามารถในการผลิต	ผลกระทบจากมนุษย์: การใช้ประโยชน์ในอดีตและปัจจุบัน สิ่งแวดล้อม: ความต้องการทางนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิต
ระบบนิเวศ	ความหลากหลายของที่อยู่อาศัยสิ่งมีชีวิตและกลุ่มตามหน้าที่ ชุมชีพหลักในระบบนิเวศ	การเคลื่อนที่ของยีน: ช่องทางการกระจายเมล็ดและการผสมเกสร การสะสมเมล็ดการล่า สสารและพลังงาน: ดัชนีการหมุนเวียนในดิน การทำงาน: ความสามารถในการผลิตทดแทน กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน การกระจายของเมล็ด การควบคุมประชากรของสิ่งมีชีวิตผู้ให้อาศัย	พื้นที่ครอบคลุมทั้งหมด สภาพผิวดิน มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ จำนวนของไม้ยืนต้นที่ตาย	ผลกระทบจากมนุษย์: การใช้ประโยชน์ในอดีตและปัจจุบัน สิ่งแวดล้อม: ประเภทของพื้นที่
ภูมิทัศน์	ความหลากหลายของระบบนิเวศ และกลุ่มตามหน้าที่ ระบบนิเวศหลักในภูมิทัศน์	การเคลื่อนที่ของยีน: รูปแบบของการกระจายตัว สสารและพลังงาน: ดัชนีการหมุนเวียน การไหลเข้าออกระหว่างระบบนิเวศ การทำงาน: รูปแบบการรบกวน ความเชื่อมโยง	ธรณีสัณฐานและองค์ประกอบ รอยต่อระหว่างระบบนิเวศทางเชื่อม สิ่งมีชีวิตที่ข้ามไปมาระหว่างรอยต่อระบบนิเวศ	ผลกระทบจากมนุษย์: การใช้ประโยชน์ในอดีตและปัจจุบัน สิ่งแวดล้อม: การแบ่งเขตระบบนิเวศ

หมายเหตุ: รายการคุณลักษณะที่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินความสำเร็จของการฟื้นฟูจำเป็นต้องควบคู่ไปกับคุณลักษณะทางเศรษฐศาสตร์สังคมที่สามารถบ่งชี้ความสำเร็จด้านเศรษฐศาสตร์สังคมของโปรแกรมการฟื้นฟู



บทที่ 7
การฟื้นฟูเชิงนิเวศและการรุกราน ทางชีวภาพ

ด้วยความแตกต่างทางแนวคิดทำให้วิธีการจัดการสิ่งมีชีวิตรุกรานแตกต่างกันไป บ้างก็ยอมรับสิ่งมีชีวิตที่รุกรานเข้าในระบบนิเวศท้องถิ่น ในกรณีที่ชนิดพันธุ์รุกรานช่วยสร้างรายได้หรือกลายเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายระบบนิเวศท้องถิ่น ในบางตัวอย่างมีการส่งเสริมการใช้ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในการฟื้นฟูเนื่องจากความสามารถในการเจริญเติบโตและการสร้างร่มเงาเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของชนิดพันธุ์ท้องถิ่น อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ได้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการจัดการเพราะสิ่งมีชีวิตชนิดรุกรานสามารถทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงต่อระบบนิเวศ รวมไปถึงการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิดและการสูญเสียทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตามผลกระทบจากการรุกรานทางชีวภาพมีความแตกต่างกันในแต่ละกรณี ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบนิเวศและชนิดของสิ่งมีชีวิตรุกราน บทนี้จะอธิบายความหมายและปัจจัยส่งเสริมการรุกรานทางชีวภาพ ผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อพืช รวมถึงความเชื่อมโยงระหว่างนิเวศวิทยาของการรุกรานและวิถีปฏิบัติของการฟื้นฟูเชิงนิเวศ

7.1 ความหมายและปัจจัยส่งเสริมการรุกราน

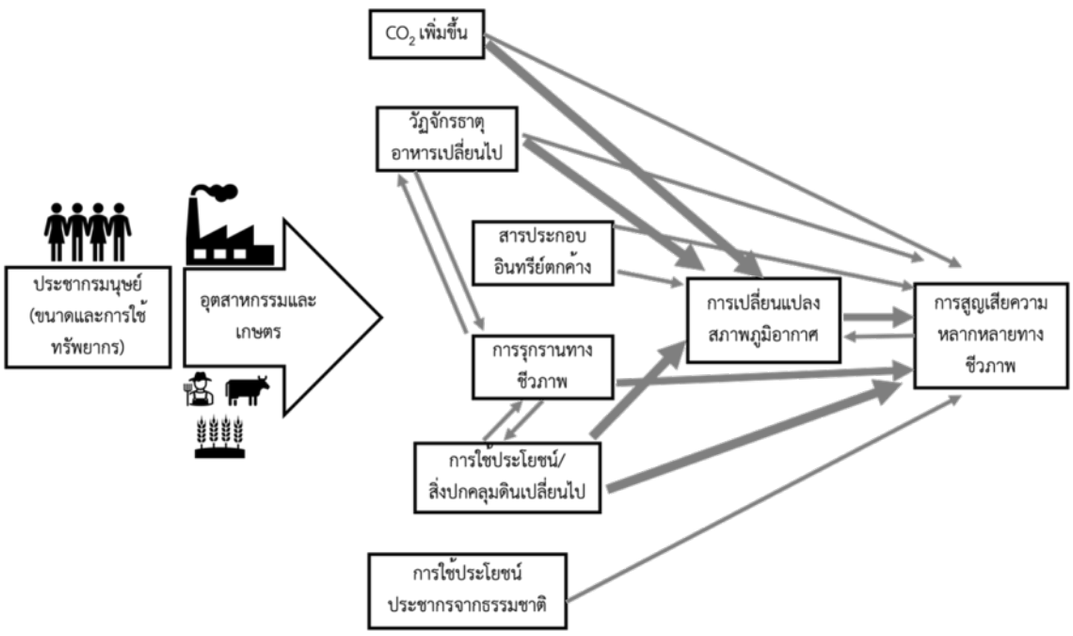
ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานส่งผลกระทบในหลายระดับขั้นทางนิเวศวิทยา (ecological hierarchy) ได้แก่ ระดับสิ่งมีชีวิตย่อย ประชากร ชุมชีพ ระบบนิเวศ ภูมิทัศน์ และระดับชีวมณฑล คำจำกัดความของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานแตกต่างกันไปตามที่มา เช่น กรมวิชาการเกษตรของสหรัฐอเมริกา อธิบายว่า ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน หมายถึง 1) สิ่งมีชีวิตชนิดที่ไม่ใช่ชนิดท้องถิ่นของระบบนิเวศที่เป็นเป้าหมาย และ 2) การมีอยู่ของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้มักเป็นสาเหตุความเสียหายของสิ่งแวดล้อมหรือสุขภาพของมนุษย์ ส่วน Richardson and Rejmánek (2011) อธิบายว่า ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน หมายถึง สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นที่สามารถมีชีวิตอยู่เป็นระยะเวลาหลายรุ่น ผลิตลูกรุ่นถัดไปที่สืบพันธุ์ได้ และมักจะผลิตเป็นจำนวนมาก มีศักยภาพกระจายตัวได้ค่อนข้างไกลจากตำแหน่งเดิมที่ถูกนำเข้ามา เมื่อพิจารณาความหมายจากระบบคลังข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย (Thailand Biodiversity Information Facility หรือ TH-BIF) ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน หมายถึง ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เข้ามาแล้วสามารถตั้งถิ่นฐานและมีการแพร่กระจายได้ธรรมชาติ เป็นชนิดพันธุ์เด่นในสิ่งแวดล้อมใหม่ (dominant species) และเป็นชนิดพันธุ์ที่อาจทำให้ชนิดพันธุ์พื้นเมืองสูญพันธุ์ รวมไปถึงส่งผลคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพและก่อให้เกิดความสูญเสียทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสุขอนามัย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2564) คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพืชต่างถิ่นรุกรานได้ถูกอธิบายในตาราง 7.1

ตาราง 7.1 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับพืชต่างถิ่นรุกราน (ปรับปรุงจาก Richardson et al., 2000)

พืชต่างถิ่น (alien plants)	พืชที่ถูกนำเข้าไปในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งทั้งโดยความตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ จากกิจกรรมของมนุษย์ อาจถูกเรียกในชื่ออื่น เช่น exotic plants หรือ non-native plants หรือ nonindigenous plants ก็ได้
พืชต่างถิ่นแบบไม่ถาวร (casual alien plants)	พืชต่างถิ่นที่สามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้เป็นครั้งคราวในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง แต่ไม่สามารถผลิตรุ่นลูกมาแทนประชากรทั้งหมดได้ จำเป็นต้องมีการนำพืชเข้ามาในพื้นที่อย่างต่อเนื่องเพื่อคงระดับประชากรของพืชชนิดนี้ไว้
พืชต่างถิ่นที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (naturalized plants)	พืชต่างถิ่นที่สืบพันธุ์ได้อย่างสม่ำเสมอและรักษาระดับขนาดประชากรเอาไว้ได้ตลอดหลายรุ่นโดยไม่ต้องอาศัยกิจกรรมมนุษย์ (หรือการเข้ามาแทรกแซงจากมนุษย์) พืชกลุ่มนี้มักผลิตรุ่นลูกอย่างเป็นอิสระ อยู่ไม่ไกลจากต้นแม่ และไม่จำเป็นต้องรุกรานระบบนิเวศใกล้เคียง
พืชรุกราน (invasive plants)	พืชต่างถิ่นที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ที่ผลิตรุ่นลูก เป็นจำนวนมาก สามารถกระจายตัวได้ไกลจากต้นแม่ (อาจไปได้ถึง >100 เมตร ภายในเวลา <50 ปี สำหรับชนิดที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ดและ >6 เมตร ภายในเวลา <3 ปี สำหรับชนิดที่ขยายพันธุ์โดยราก แง่ง ไหล หรือลำต้น) มีศักยภาพในการกระจายตัวในพื้นที่กว้าง
วัชพืช (weeds)	พืช (ไม่จำเป็นต้องเป็นพืชต่างถิ่น) เจริญอยู่ในพื้นที่ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ มักมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมหรือเศรษฐศาสตร์ที่ชัดเจน (อาจถูกเรียกว่า ศัตรูพืช ชนิดอันตราย พืชปัญหา) “วัชพืชทางสิ่งแวดล้อม” เป็นชนิดพืชต่างถิ่นที่รุกรานพืชพันธุ์ธรรมชาติ มักส่งผลกระทบทางลบต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตท้องถิ่น และ/หรือการทำงานของระบบนิเวศ
พืชรุกรานที่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม (transformers)	กลุ่มย่อยของพืชรุกรานซึ่งเปลี่ยนคุณลักษณะ สภาพ รูปแบบหรือธรรมชาติของระบบนิเวศในพื้นที่ขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศนั้น

ผลกระทบทางลบจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานอาจเกิดขึ้นได้ในหลายมิติ เช่น

- **ด้านเศรษฐศาสตร์** ในประเทศสหรัฐอเมริกา ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานทำให้เกิดความเสียหายมูลค่ากว่า 120 พันล้านเหรียญต่อปี
- **ด้านสุขภาพ** นำมาซึ่งเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรค เช่น โรคติดเชื้อไวรัสเวสต์ไนล์ (West Nile virus) โรคใบไหม้ในต้นก่อ (chestnut blight) โรคต้นเอล์มดัตช์ (Dutch elm disease) และโรคราสนิม (ohia rust) ในพืชวงศ์ชมพู่ (Myrtaceae) เป็นต้น เป็นผลจากการเดินทางและการค้าข้ามประเทศ
- **ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ** ชนิดต่างถิ่นรุกรานเป็นสาเหตุอันดับสองของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ในประเทศสหรัฐอเมริกา มากกว่าร้อยละ 50 ของสิ่งมีชีวิตที่ถูกคุกคามหรือประชากรลดจำนวนลงเนื่องจากการแข่งขันหรือการถูกล่าโดยสิ่งมีชีวิตชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดพันธุ์ต่างถิ่นและปัจจัยอื่น แสดงในภาพ 7.1
- **ด้านระบบนิเวศ** ชนิดต่างถิ่นรุกรานสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการรบกวน วัฏจักรธาตุอาหาร วัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และอื่นๆ



ภาพ 7.1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงขับต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (ปรับปรุงจาก Vitousek et al., 1997)

พืชต่างถิ่นจำนวนหนึ่งเท่านั้นที่กลายเป็นชนิดรุกราน เนื่องจากไม่สามารถเกิดวิวัฒนาการในระบบใหม่ภายหลังการเข้ามา อาจด้วยสาเหตุของการขาดตัวผสมเกสร ตัวกระจายเมล็ด หรือสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาใหม่ไม่สามารถทนหรือปรับตัวได้กับรูปแบบการรบกวนในพื้นที่ รวมไปจนถึงสัตว์กินพืช และผู้ล่า ฯลฯ ชนิดต่างถิ่นรุกรานที่ประสบความสำเร็จมักจะเป็นผู้แข่งขันที่เหนือชั้น หรือมีความสามารถในการปรับตัวทางพันธุกรรมที่รวดเร็วในระยะเวลาสั้น

กล่าวโดยทั่วไปปัญหาชนิดต่างถิ่นรุกรานควรได้รับความสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบนิเวศเกาะ ในอดีตมีความสนใจอย่างมากเกี่ยวกับผลกระทบของชนิดต่างถิ่นรุกรานต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ปัจจุบันความสนใจได้เปลี่ยนทิศทางมาเป็นผลกระทบที่มีต่อกระบวนการทางนิเวศวิทยา แม้ว่าการฟื้นฟูทางนิเวศวิทยาเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในหลายพื้นที่ แต่การกำจัดชนิดต่างถิ่นรุกรานเกือบจะเป็นไปไม่ได้ในหลายกรณี และเรายังคงขาดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในแง่ผลกระทบทางนิเวศวิทยาของชนิดต่างถิ่นรุกรานต่อการทำงานของระบบนิเวศ

7.2 ผลกระทบจากพืชต่างถิ่นรุกรานต่อระบบนิเวศ

การเข้ามาตั้งตัวของพืชชนิดใหม่มักเปลี่ยนโครงสร้างและการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ นิเวศวิทยาการฟื้นฟูมักเน้นผลที่เกิดขึ้นภายหลังจากการรุกรานต่อประชากรหรือสังคมสิ่งมีชีวิต (เช่น การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตหรือการเปลี่ยนแปลงความหลากชนิด) เพื่อวางกรอบคิดพื้นฐานสำหรับการฟื้นฟูระบบนิเวศที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น อาจพิจารณาผลที่เกิดขึ้นเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ 1) กระบวนการและกลไกที่ทำให้เกิดผลกระทบจากผู้รุกราน (เช่น การแข่งขันหรืออัลลีโลพาธี) และ 2) ผลจากการรุกรานต่อระบบนิเวศท้องถิ่น (เช่น การลดลงของ7.2 ผลกระทบจากพืชต่างถิ่นรุกรานต่อระบบนิเวศและพื้นฐานด้านการฟื้นฟู คือ การรบกวน ไม่ว่าจะเป็นจากธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ เนื่องจากเอื้อต่อการเข้ามาตั้งตัวของชนิดต่างถิ่น และอาจกระตุ้นกระบวนการล่มสลายของระบบนิเวศในที่สุด ตัวอย่างพืชรุกรานที่พบทั่วไปในประเทศไทย เช่น ปืนนกไส้ เป็นต้น (ภาพ 7.2)

ภาพ 7.2 ดอกของปืนนกไส้ (Biden pilosa L.)

กระบวนการและกลไกการเข้ามาตั้งตัวของพืชต่างถิ่นรุกรานมีหลายขั้นตอนที่ซับซ้อน ทั้งนี้รวมถึงการหายไปของพืชชนิดที่มีอยู่เดิม การยับยั้งการตั้งตัวของพืชท้องถิ่น การเปลี่ยนทรัพยากรทางเคมีและกายภาพ (เช่น การมีอยู่ของน้ำและธาตุอาหาร) และกระบวนการของระบบนิเวศดั้งเดิม (เช่น การเปลี่ยนแปลงของการเกิดไฟและหมุนเวียนธาตุอาหาร) สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นที่ประสบความสำเร็จสามารถใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศเดิมในการส่งเสริมการเข้ามาตั้งตัวของตนเอง (เช่น ตัวผสมเกสรและตัวกระจายเมล็ดในท้องถิ่น)

ภายหลังจากการเข้ามารุกรานของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น การตอบสนองของระบบนิเวศอาจพิจารณาในระดับของประชากรหรือสังคมสิ่งมีชีวิต ในระดับประชากร การรุกรานสามารถส่งผลทันทีต่อความสามารถและลักษณะที่แสดงออกของพืชแต่ละชนิด ในแง่ของการเจริญเติบโตหรือการสืบพันธุ์ที่ลดลง หรือการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของพืชชนิดท้องถิ่น หรืออาจส่งผลผ่านกระบวนการผสมข้ามสายพันธุ์ (hybridization) และ/หรือการผสมข้ามกลับ (introgression) การผสมข้ามระหว่างพืชต่างถิ่นและพืชท้องถิ่นสามารถเป็นสาเหตุให้พืชท้องถิ่นสูญเสียความสมบูรณ์และนำไปสู่การสูญพันธุ์ในที่สุด นอกจากนี้การรุกรานสามารถส่งผลทางอ้อมในระดับพันธุกรรมโดยการรบกวนรูปแบบการคัดเลือกตามธรรมชาติภายในประชากรท้องถิ่น สิ่งมีชีวิตชนิดท้องถิ่นที่อยู่ท่ามกลางสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นมาเป็นเวลานานอาจมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ปรับเปลี่ยนไปจากเดิม (เช่น พืชท้องถิ่นพัฒนากลไกต้านทานสารเคมีที่สร้างขึ้นโดยพืชต่างถิ่น)

ในระดับสังคมพืช ผลกระทบในระดับนี้อาจพิจารณาได้ 3 ขั้น ขั้นแรก (เช่น มวลชีวภาพ การตรึงไนโตรเจน การกระจายตัวและการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสิ่งมีชีวิต) ขั้นที่สอง (เช่น กระบวนการย่อยสลาย การเปลี่ยนแปลงพลวัตรของเมล็ดในดิน) หรือขั้นที่สาม (เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสัตว์) ทั้งนี้ผลกระทบเบื้องต้นที่มีการรายงานจำนวนมาก ได้แก่ การลดลงของความหลากชนิดหรือความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ผลกระทบนี้ก็มีความเฉพาะขึ้นกับสิ่งมีชีวิตชนิดที่สนใจและประเภทของระบบนิเวศที่ถูกรุกราน สุดท้ายเป็นผลกระทบต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืช-สัตว์ และพืช-จุลินทรีย์ พืชต่างถิ่นชนิดรุกรานสามารถมีอิทธิพลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต เช่น การผสมเกสรและการกระจายเมล็ดในหลายแง่มุม มีรายงานการลดความถี่ของตัวผสมเกสรในการเข้าหาพืชท้องถิ่นว่าเป็นข้อได้เปรียบทางการแข่งขันของพืชต่างถิ่น นอกจากนี้พืชต่างถิ่นสามารถส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในดินทางอ้อมโดยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการในดิน เช่น กระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) เป็นต้น

7.3 แนวทางการจัดการชนิดต่างถิ่นรุกราน

มีหลายทฤษฎีทางนิเวศวิทยาที่สามารถส่งเสริมแนวทางการจัดการชนิดต่างถิ่นรุกราน เช่น

1) ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (successional theory) ช่วยให้การจัดการชนิดต่างถิ่นรุกรานประสบความสำเร็จ พิจารณาการเข้ามาและคงอยู่ของชนิดต่างถิ่นรุกรานว่าส่งผลอย่างไรต่อองค์ประกอบของชนิดท้องถิ่น เป็นการส่งเสริมแบบเอื้อประโยชน์หรือเป็นการยับยั้ง (เมื่อพิจารณาในระยะยาวหรือระยะสั้น)

2) ทฤษฎีความสามารถในการแข่งขัน (competitive theory) ในพื้นที่ขนาดเล็ก ความสามารถในการแข่งขันกำหนดโครงสร้างของชนิดพืชในชุมชีพ พืชท้องถิ่นจำนวนมากมีผลกระทบต่อปริมาณทรัพยากรที่มีจำกัดสำหรับพืชรุกราน อย่างไรก็ตามพืชรุกรานส่วนมากมีความสามารถในการแข่งขันสูง ชนิดต่างถิ่นรุกรานส่วนมากต้องการการรบกวนเพื่อให้ตัวเองสามารถเข้ามาตั้งตัวได้

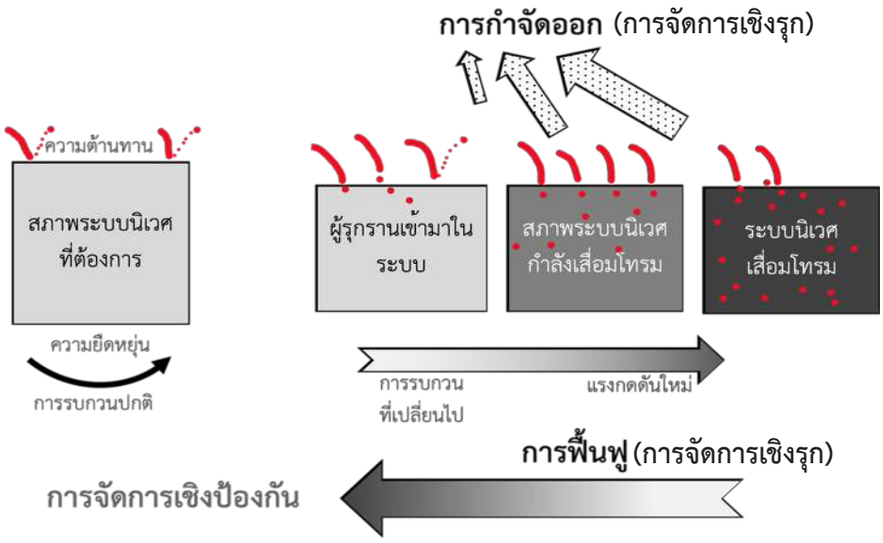
3) สมมุติฐานทรัพยากรผันผวน (fluctuating resources hypothesis) ความสามารถในการเข้ามารุกรานเป็นผลจากการมีอยู่ของทรัพยากร ซึ่งสามารถเพิ่มขึ้นตามการรบกวน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการสะสมไนโตรเจน เป็นต้น

การเลือกแนวทางการจัดการชนิดต่างถิ่นรุกรานขึ้นอยู่กับสถานะความเสื่อมโทรมของระบบและสาเหตุของการเกิดความเสื่อมโทรม การจัดการเชิงรุก (active management) ใช้กับระบบนิเวศสถานะเสื่อมโทรม และการจัดการเชิงป้องกัน (preventive management) ใช้กับระบบนิเวศสถานะค่อนข้างสมบูรณ์ แนวทางการจัดการชนิดต่างถิ่นรุกรานแสดงในภาพ 7.3

7.3.1 การจัดการเชิงป้องกันและการจัดการเชิงรุก

การจัดการเชิงป้องกันใช้กับระบบที่สามารถให้บริการทางระบบนิเวศที่มีคุณค่าและมีโครงสร้าง/กระบวนการทางนิเวศวิทยาที่สมบูรณ์ (ภาพ 7.3) การจัดการแนวนี้จะช่วยรักษาระดับหรือเพิ่มความต้านทาน (resistance) และความสามารถในการฟื้นตัว (resilience) ของระบบ เป็นการรักษาคุณลักษณะที่ส่งเสริมการมีอยู่และการฟื้นตัวของกลุ่มสิ่งมีชีวิตท้องถิ่น จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการควบคุมมากกว่าความต้านทานและความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ

ส่วนการจัดการเชิงรุกมักเกิดขึ้นภายหลังการเข้ามายึดครองพื้นที่ของชนิดต่างถิ่นรุกราน (ภาพ 7.3) แล้วมีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะและกระบวนการของระบบนิเวศ การควบคุมจากบนลงล่าง (top-down control) เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายหรือการกำจัดชนิดรุกราน โดยใช้แรงงาน สารเคมี หรือการควบคุมทางชีวภาพโดยสิ่งมีชีวิตอื่น การควบคุมจากล่างขึ้นบน (bottom-up control) เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูคุณลักษณะและกระบวนการของระบบนิเวศที่ส่งเสริมความมีเสถียรภาพ (และความยั่งยืน) โดยการเปลี่ยนรูปแบบการรบกวน การเปลี่ยนสภาพดินให้เหมาะกับสิ่งมีชีวิตชนิดที่ต้องการ รวมถึงการเพิ่มเมล็ดของพืชชนิดที่ต้องการ



ภาพ 7.3 แนวทางการจัดการระบบนิเวศที่ถูกรุกราน
(ปรับปรุงจาก D'Antonio and Chambers, 2006)

7.3.2 การฟื้นฟูหลังจากการรุกรานของพืชต่างถิ่น

ภายหลังการรุกรานจากพืชต่างถิ่น จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีการฟื้นฟูขึ้นอยู่กับระดับความเสื่อมโทรมและมักเชื่อมโยงกับระยะเวลาที่มีการรุกราน ถ้าระบบนิเวศดั้งเดิมมีเพียงการเปลี่ยนแปลงเบื้องต้นทางชีวภาพ การกำจัดสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นออกก็อาจเพียงพอที่จะกระตุ้นการฟื้นตัวของระบบได้ ถ้าการทำงานของระบบถูกทำให้เปลี่ยนไป การฟื้นฟูเชิงรุกภายหลังจากการกำจัดชนิดต่างถิ่นอาจเป็นเรื่องจำเป็น ตัวอย่างเช่น ธาตุอาหารในดินที่เปลี่ยนไปจากการรุกรานของพืชต่างถิ่นอาจยังคงส่งผลหลังจากที่พืชถูกกำจัดออกไปแล้ว การคงอยู่ของภาวะดังกล่าวอาจชะลอการฟื้นตัวของสังคมพืชท้องถิ่นเป็นระยะเวลานาน ตัวอย่างการศึกษาในระบบนิเวศชายฝั่งประเทศโปรตุเกส ภายหลังจากการกำจัดพืช *Acacia* ซึ่งเป็นพืชต่างถิ่นจากประเทศออสเตรเลียออกไปจากพื้นที่ เป็นเวลาหลายปีมากก่อนที่สภาพดินจะเปลี่ยนกลับไปเป็นเหมือนเดิม ระดับธาตุอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นเอื้อให้พืชรุกรานชนิดเดียวกันแพร่กระจายและเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งแน่นอนว่าสภาพดังกล่าวขัดขวางการตั้งตัวของพืชท้องถิ่น ในกรณีนี้การฟื้นฟูเชิงรุกโดยการเอาเศษซากของพืชต่างถิ่นที่เต็มไปด้วยธาตุไนโตรเจนออกไปจากพื้นที่จะสามารถส่งเสริมการฟื้นตัวของระบบนิเวศ

ถ้าผู้รุกรานได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของความเชื่อมโยงภายในระบบนิเวศท้องถิ่น ความพยายามในการฟื้นฟูอาจให้ผลที่ไม่สามารถคาดเดา แทนที่การกำจัดพืชต่างถิ่นจะช่วยบรรเทาปัญหาแต่อาจกลับทำให้เกิดความรุนแรงขึ้น ตัวอย่างเช่น พืชต่างถิ่น *Tamarix* spp. เป็นที่อยู่ของนกที่ถูกคุกคาม (southwestern willow flycatcher) ในระบบนิเวศริมน้ำ ในพื้นที่แห้งแล้งทางตะวันตกของสหรัฐอเมริกา ดังนั้นการเอาพืชต่างถิ่นออกไปจากพื้นที่อาจนำไปสู่การลดลงของจำนวนประชากรนก เป็นต้น (Ewel and Putz, 2004)

7.4 การใช้หลักการเกี่ยวกับจุดวิกฤติในการฟื้นฟูเชิงนิเวศ

การรุกรานจากสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นสามารถส่งผลรุนแรงในระดับประชากร ระดับชุมชีพ และระดับระบบนิเวศ มักจะทำให้เกิดการปรับสถานะของระบบขึ้นกับประเภทและความรุนแรงของผลกระทบ การจัดการสิ่งมีชีวิตรุกรานอาจประกอบด้วยการฟื้นฟูเชิงรุก ในกรณีเลวร้ายที่สุดของการรุกรานที่เปลี่ยนสถานะของระบบนิเวศคือสิ่งมีชีวิตชนิดรุกรานสามารถสร้างผลกระทบแง่บวกต่อตัวเอง (positive feedback) ส่งผลต่อความสามารถในการฟื้นตัวของระบบนิเวศและส่งเสริมอัตราการรุกรานที่เพิ่มมากขึ้น

7.4.1 ความสามารถในการฟื้นตัวของระบบและการรุกรานทางชีวภาพ

การสูญเสียความสามารถในการฟื้นตัวของระบบนิเวศ (resilience) ที่เกิดจากการรุกรานทางชีวภาพสามารถถูกกระตุ้นโดยปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ในการรุกรานระบบนิเวศหนึ่งๆ สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นทำให้ระบบเกิดการสูญเสียความสามารถในการฟื้นตัวโดยเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและโครงสร้างของสังคมสิ่งมีชีวิต นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ สถานการณ์ที่มักเกิดขึ้นคือ สิ่งมีชีวิตชนิดรุกรานเปลี่ยนสภาพทางโครงสร้างและการทำหน้าที่จากด้านลบเป็นด้านบวกต่อตัวเอง เช่น ความสามารถในการแก่งแย่งของสิ่งมีชีวิตชนิดรุกราน ทำให้มีอัตราการสร้างมวลชีวภาพที่สูง การสร้างรูปแบบการหมุนเวียนธาตุอาหารที่เหมาะกับตัวเอง หรือการยับยั้งการเจริญเติบโตของชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ผลในแง่บวกต่อสิ่งมีชีวิตชนิดรุกรานอาจเกิดจากการปรับเปลี่ยนกระบวนการของจุลินทรีย์หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการรบกวนจากไฟ หลักการเกี่ยวกับจุดวิกฤติ (thresholds) อาจเป็นประโยชน์ต่อการบอกระดับความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ การข้ามผ่านจุดวิกฤติเป็นผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบภายในระบบนิเวศ อย่างไรก็ตามการบ่งชี้ตำแหน่งที่แน่นอนของจุดวิกฤติเป็นเรื่องยาก

7.4.2 การใช้หลักการเกี่ยวกับจุดวิกฤติประเมินระดับความเสื่อมโทรม

จุดที่การควบคุม (regulating) ซึ่งช่วยรักษาความสามารถในการฟื้นตัวของระบบเปลี่ยนไปเป็นการสนับสนุน (supporting) การเปลี่ยนแปลงที่นำไปสู่การสูญเสียความสามารถในการฟื้นตัวของระบบ จุดนั้นเรียกว่า จุดวิกฤติ (threshold) เมื่อการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเกินจุดวิกฤติ การฟื้นฟูเชิงนิเวศอาจเป็นเรื่องยาก แม้ว่าไม่ยากถึงขั้นเป็นไปไม่ได้ แต่ก็ควรมีการตั้งเป้าหมายให้อยู่บนฐานของความจริง จุดวิกฤติสามารถถูกกำหนดโดยการระบุปัจจัยรบกวนหลัก (เช่น การรบกวนโดยสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น) และ/หรือตัวแปรตอบสนองหลัก (เช่น การตอบสนองของพืชท้องถิ่นจากการรุกรานจากสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น) ผลจากทั้งปัจจัยรบกวนและตัวแปรตอบสนองสามารถแสดงออกมา ณ ระดับประชากร ชุมชีพ หรือระดับระบบนิเวศ

เมื่อพิจารณาในแต่ละระดับสามารถแยกจุดวิกฤติทางโครงสร้างและการทำงาน จุดวิกฤติทางโครงสร้างของระบบถูกอธิบายโดยการเปลี่ยนรูปแบบการเจริญเติบโตและองค์ประกอบชนิด ในขณะที่จุดวิกฤติทางการทำงานของระบบสามารถเกิดขึ้นผ่านการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศทั้งทางชีวภาพหรือกายภาพ (ตาราง 7.2) เมื่อปัจจัยรบกวนหลักและปัจจัยตอบสนองหลักสามารถถูกระบุแล้ว ขั้นถัดไปคือกำหนดสถานะของตัวแปรเหล่านี้เมื่อเวลาผ่านไป (เช่น อธิบายวิถีของความเสื่อมโทรม) สิ่งสำคัญคือการแยกแยะให้ชัดเจนระหว่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทันทีหลังการเข้ามาตั้งตัวของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น (เช่น ปริมาณเศษซากหรือการใช้น้ำ) และการตอบสนองของระบบนิเวศท้องถิ่นต่อกระบวนการเหล่านั้น ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไประยะเวลาหนึ่ง

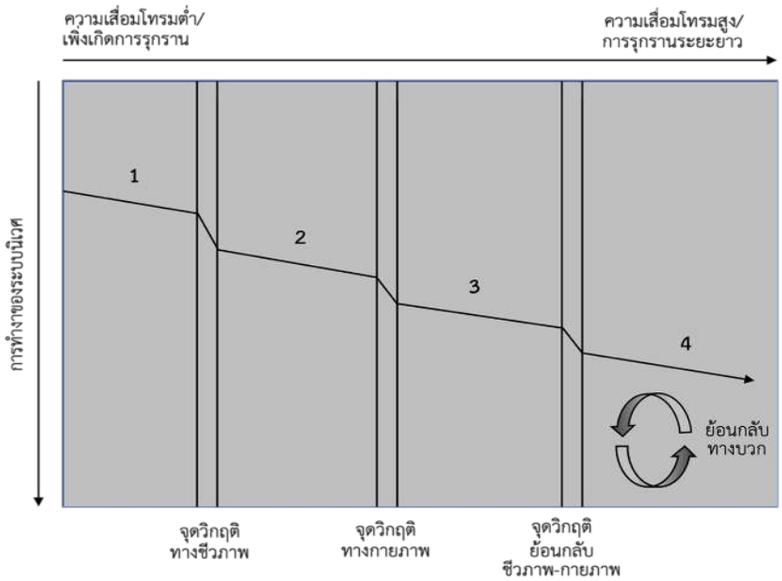
ตาราง 7.2 เมทริกซ์แสดงจุดวิกฤติทางโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ (ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson 2012)

	โครงสร้าง	การทำงาน
ปัจจัยกายภาพ	ธาตุอาหารในดินที่เปลี่ยนไป ระดับน้ำที่เปลี่ยนไป	ความถี่/ความรุนแรงของการเกิดไฟเพิ่มขึ้น อัตราการหมุนเวียนธาตุอาหารที่เปลี่ยนไป
ปัจจัยชีวภาพ	มวลชีวภาพของสิ่งมีชีวิตรุกรานเพิ่มขึ้น การผลิตเมล็ดของสิ่งมีชีวิตรุกรานที่สูง ความโดดเด่นของต้นกล้าพืชต่างถิ่น โครงสร้างชุมชีพที่เปลี่ยนไป อัตราการตายของเมล็ดพืชท้องถิ่นที่สูง เมล็ดพืชท้องถิ่นในดินลดลง ความหลากชนิดของพืชท้องถิ่นลดลง กลุ่มพืชท้องถิ่นที่แบ่งตามการทำงานลดลง	การครอบครองพื้นที่ของชนิดท้องถิ่นลดลง การเจริญเติบโตของชนิดต่างถิ่นเพิ่มขึ้น การแก่งแย่งทรัพยากร เช่น แสงและน้ำเพิ่มขึ้น การปล่อยสารเคมียับยั้งการเจริญของพืชท้องถิ่น ระบบจุลินทรีย์ถูกทำให้เปลี่ยนแปลงไป

หมายถึง การรบกวนหลัก

หมายถึง การตอบสนองหลัก

การรุกรานโดยพืชอาจถูกใช้เป็นเครื่องมือกำหนดระดับความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ภาพ 7.4 แสดง โมเดลแสดงการรุกรานที่ส่งผลต่อความเสื่อมโทรมก่อให้เกิดการข้ามจุดวิกฤต 3 ตำแหน่ง จุดวิกฤตแรกถูกข้ามเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิสัมพันธ์ชีวภาพทางโครงสร้างภายในสังคมสิ่งมีชีวิตที่ถูกรุกราน (เช่น องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและโครงสร้างระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป เมล็ดในดินลดลง) จากนั้นเกิดการข้ามจุดวิกฤติที่สองภายหลังจากการรุกรานเป็นเวลานาน จุดวิกฤติที่สองเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพยากต่อการเปลี่ยนกลับและอาจมีผลจากปฏิสัมพันธ์ทางชีวภาพที่รุนแรงขึ้น (เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร เป็นต้น) ณ จุดนี้ คุณลักษณะที่วัดได้ส่วนใหญ่ของระบบนิเวศอาจเหมือนเดิม แต่องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตได้เปลี่ยนแปลงไป ในระยะสุดท้ายของการรุกราน อาจเกิดการข้ามจุดวิกฤติที่สาม คือ จุดวิกฤติย้อนกลับทางชีวภาพ-กายภาพ ระยะนี้การเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบทางโครงสร้างทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบการทำงานที่กระตุ้นผลย้อนกลับทางบวกต่อสิ่งมีชีวิตชนิดรุกราน (เช่น สิ่งมีชีวิตชนิดรุกรานปรับระบบนิเวศให้เหมาะกับตัวเอง แต่ส่งผลเสียต่อชนิดท้องถิ่น สามารถเพิ่มอัตราการรุกราน)



ภาพ 7.4 โมเดลอธิบายแนวคิดจุดวิกฤติที่บ่งชี้จุดแบ่งสถานะของระบบนิเวศ
(ปรับปรุงจาก Van Andel and Aronson, 2012)

7.5 สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นกับการฟื้นฟูเชิงนิเวศ

สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นไม่ได้เลวร้ายทั้งหมด บางชนิดอาจหายไปตามธรรมชาติเมื่อเวลาผ่านไป ในกรณีนี้ไม่จำเป็นต้องมีการจัดการ สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นบางชนิดช่วยส่งเสริมการกลับเข้ามาของสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นชนิดที่ต้องการ หรือเรียกว่าผู้รุกรานที่เอื้อประโยชน์ บางชนิดอาจสร้างประโยชน์ได้มากกว่าพืชท้องถิ่นในแง่ความสามารถในการให้บริการและการสร้างผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเสื่อมโทรมที่พืชท้องถิ่นไม่สามารถแข่งขันและกลับเข้ามาในพื้นที่ได้ ทำให้เกิดคำถามสำคัญ คือ ควรมีการใช้ชนิดต่างถิ่นในการฟื้นฟูเชิงนิเวศหรือไม่ และเพราะอะไร มีงานวิจัยของ Ewel and Putz (2004) ที่เน้นย้ำถึงประโยชน์ของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นในการฟื้นฟูระบบนิเวศในด้านต่างๆ เช่น

การเป็นพืชพี่เลี้ยง (nurse plants) ช่วยให้ร่มเงาปกป้องกล้าไม้ท้องถิ่นจากรังสีความร้อน หรือพุ่มอันหนาแน่นช่วยป้องกันพืชท้องถิ่นจากสัตว์กินพืช

การส่งเสริมการเข้ามาของเมล็ด (seed recruitment) ในพื้นที่เปิดโล่งไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มต่างถิ่นช่วยสร้างจุดเกาะพักให้กับนกและค้างคาวซึ่งทำหน้าที่ในการกระจายเมล็ด ส่งเสริมกลไกการฟื้นตัวตามธรรมชาติ

การเพิ่มเชื้อเพลิง (provisional of fuel) ในบางระบบนิเวศที่จำเป็นต้องมีการรบกวนไฟ พืชต่างถิ่นช่วยเพิ่มเชื้อเพลิงให้ระบบนิเวศ การกำจัดหญ้าและไม้พุ่มที่เป็นชนิดต่างถิ่นมีค่าใช้จ่ายสูง และอาจเป็นการเปิดโอกาสให้พืชใบกว้างยึดครองพื้นที่ส่วนใหญ่ซึ่งเกิดการเผาไหม้ได้ไม่ดี

การช่วยรักษาพื้นที่ (secure the site) พืชชนิดต่างถิ่นที่เจริญอย่างหนาแน่นเต็มพื้นที่สามารถลดการรุกรานจากพืชชนิดอื่น หรือจากการเข้ามายึดครองของพืชท้องถิ่นที่จะชะลอการฟื้นฟูเชิงนิเวศโดยการแย่งใช้ทรัพยากร หรือการสร้างความยากลำบากโดยการสร้างหนามหรือสารพิษที่จะส่งผลทำให้จัดการได้ยากมากขึ้น

การปรับลำดับขั้นการกิน (trophic relationships) สิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นที่เป็นผู้ล่ากินสิ่งมีชีวิตชนิดต่างถิ่นตัวอื่น ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ จะสามารถช่วยควบคุมประชากรและป้องกันผลกระทบที่รุนแรงในห่วงโซ่อาหาร

การปรับองค์ประกอบชนิด (guide composition) สัตว์กินพืชชนิดต่างถิ่นที่เลือกกินพืชต่างถิ่นสามารถกำหนดวิถีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ให้มุ่งหน้าเข้าสู่รูปแบบที่ต้องการ เอื้อต่อการเข้ามาตั้งตัวของพืชท้องถิ่นต่อไป

การเพิ่มทรัพยากรแทนที่ (provision of surrogate resources) สิ่งมีชีวิตต่างถิ่นอาจทำหน้าที่ทดแทนสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นที่สูญพันธุ์ไป ช่วยทำให้การฟื้นฟูทางนิเวศวิทยาในบางพื้นที่มีความเป็นไปได้

การบำบัดด้วยพืช (phytoremediation) พืชต่างถิ่นบางชนิดสามารถถูกนำไปใช้บำบัดดินและน้ำที่มีของเสียเป็นพิษหรือมีสารอาหารมากเกินไป จากนั้นนำพืชไปกำจัดในพื้นที่ที่ปลอดภัยต่อไป

การให้บริการด้านเคมีธรณีชีววิทยา (biogeochemical services) การเปลี่ยนไนโตรเจนในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เป็นกระบวนการทางชีววิทยาที่ทำให้เกิดขึ้นได้โดยจุลินทรีย์ ซึ่งบางกลุ่มอาศัยในรากพืช การนำพืชต่างถิ่นที่สามารถเปลี่ยนไนโตรเจนให้อยู่ในรูปที่ตัวเองใช้ประโยชน์ได้จะช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในพื้นที่

ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศในหลายพื้นที่ของโลกยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในทศวรรษที่กำลังมาถึง แม้เราจะสามารถฟื้นฟูระบบนิเวศที่มีความเสื่อมโทรมมาก แต่ผลที่ได้อาจไม่เป็นไปตามคาดหรืออาจทำให้ระบบพัฒนาไปเป็นระบบนิเวศใหม่ (emerging ecosystems) แม้ว่าระบบภายหลังการฟื้นฟูจะมีบางคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกับสภาพธรรมชาติ แต่ก็มีความแตกต่างอย่างมากจากสภาพดั้งเดิมในอดีต ความร่วมมืออย่างใกล้ชิดระหว่างผู้จัดการพื้นที่และนักวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายของการและเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟู สำหรับระบบที่เสื่อมโทรมการตั้งเป้าหมายที่เหมาะสมเป็นงานที่ต้องอาศัยการวางแผนอย่างรอบคอบ จำเป็นต้องให้ความใส่ใจกับปัจจัยกำหนดความสามารถในการฟื้นตัวและการระบุจุดวิกฤตสำคัญที่ชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติสามารถวัดระดับความเสื่อมโทรมและเลือกวิถีการจัดการที่เป็นไปได้

ในอนาคตความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบรอบด้านจากการรุกรานโดยสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นและความเข้าใจว่าความรู้เหล่านี้สามารถนำไปวางแผนสำหรับการฟื้นฟูอย่างไรจำเป็นต้องได้รับความสำคัญ ความสามารถในการปรับใช้โมเดลจุดวิกฤตในระบบนิเวศที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการตอบคำถามหลักสำคัญ เช่น คุณลักษณะใดของระบบนิเวศ และ/หรือการทำหน้าที่ใดจะเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุดของความสามารถในการฟื้นตัวของระบบเป้าหมาย อะไรคือความเชื่อมโยงระหว่างความสามารถในการฟื้นตัวและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ และเราจะบอกได้อย่างไรว่าระบบนิเวศหนึ่งๆ ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกินจุดวิกฤติและเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะที่ไม่เหมือนเดิมอีกต่อไปแล้ว

บทที่ 8
การฟื้นฟูป่าและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของสภาพอากาศ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับมหาสมุทร พื้นผิวโลก และแผ่นน้ำแข็ง เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหลายทศวรรษหรือนานกว่านั้น ท่ามกลางการนำเสนอของสื่อและการโต้เถียงทางการเมืองเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปทางวิทยาศาสตร์ถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศว่าเกิดในอัตราที่เร็วขึ้นเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและอยู่ในระดับที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในประวัติศาสตร์มนุษย์ แม้ว่าหลักฐานของปรากฏการณ์ดังกล่าวจะชัดเจนมากขึ้น แต่การจัดการและการตอบสนองยังไม่มีการลงมือปฏิบัติอย่างจริงจังมากนัก เนื้อหาบทนี้จะอธิบายถึงบทบาทของป่าไม้และการฟื้นฟูต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสัมพันธ์ในทางกลับกัน เน้นความเชื่อมโยงระหว่างหลักการและการปฏิบัติด้านการปรับตัวและการบรรเทาการเปลี่ยนแปลง รวมถึงเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการฟื้นฟูเชิงนิเวศท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงระดับโลก

8.1 บทบาทของป่าในวัฏจักรคาร์บอนของโลก

ในฐานะส่วนหนึ่งของวัฏจักรคาร์บอน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เคลื่อนที่ไปมาระหว่างพืชพันธุ์บนบก กับมหาสมุทร และชั้นบรรยากาศ การส่งผ่านคาร์บอนส่วนนี้เกิดขึ้นเร็วกว่าเมื่อเทียบกับกระบวนการที่คาร์บอนเคลื่อนที่ระหว่างชั้นหิน ดิน มหาสมุทร ชั้นบรรยากาศ และถูกฝังกลบไว้ใต้ดินหรือในมหาสมุทรที่ลึกมาก วัฏจักรคาร์บอนของโลกอยู่ในสถานะสมดุลเมื่อปริมาณของคาร์บอนที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศเท่ากับปริมาณที่มหาสมุทรและผืนดินสามารถกักเก็บไว้ได้ กิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลรบกวนสมดุลวัฏจักรคาร์บอนโดยการเพิ่มคาร์บอนเข้าไปในระบบมากกว่าที่พืชและมหาสมุทรสามารถดูดซับไว้ได้ ก่อให้เกิดการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เรากำลังเผชิญอยู่

ในระยะยาวป่าไม้ดูดซับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศได้มากกว่าที่ปล่อยออกไปตามธรรมชาติ แม้ว่าป่าอายุมากก็ทำหน้าที่ของการเป็นแหล่งเก็บคาร์บอนที่ดี เมื่อปราศจากหรือมีการรบกวนของมนุษย์เล็กน้อย ระบบนิเวศป่าทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ที่มีเสถียรภาพ มีการศึกษารายงานว่าคาร์บอนถูกเก็บในป่าของโลก (ประมาณ 861 กิกะตันคาร์บอน (Gt C) หรือ 3,160 กิกะตันคาร์บอนไดออกไซด์ (Gt CO_2)) มากกว่าที่อยู่ในรูปเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีการขุดออกมาใช้ (ประมาณ 750 Gt C หรือ 2,750 Gt CO_2) คาร์บอนในป่าส่วนใหญ่ถูกเก็บในต้นไม้ (มวลชีวภาพบนดิน) ราก (มวลชีวภาพใต้ดิน) และในอนุภาคดิน

อัตราการดูดซับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศขึ้นกับอายุและความสามารถในการผลิตของป่า เท่าๆ กันกับองค์ประกอบของชนิดพืชและสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามกิจกรรมของมนุษย์สามารถเปลี่ยนพื้นที่ป่าให้กลายเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนได้ ต้นไม้ที่ถูกเผาหรือเกิดกระบวนการย่อยสลายตามธรรมชาติปล่อยคาร์บอนส่วนหนึ่งสู่ชั้นบรรยากาศ และการเกิดไฟไหม้ยังทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่น เช่น มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เมื่อมีการถางป่า หรือทำให้ป่าเสื่อมโทรม หรือเผาป่า ไม่ว่าจะเป็นผลจากการจัดการที่ดินเพื่อประโยชน์อย่างอื่น หรือเนื่องจากการรบกวนป่าโดยธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเหล่านี้ล้วนถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ ตลอดช่วง 50 ปีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การทำลายป่า ความเสื่อมโทรมของป่าและการขยายตัวของพื้นที่เกษตรล้วนมีส่วนต่อความเข้มข้นที่มากขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ (แม้ว่าจะมีความรุนแรงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล)

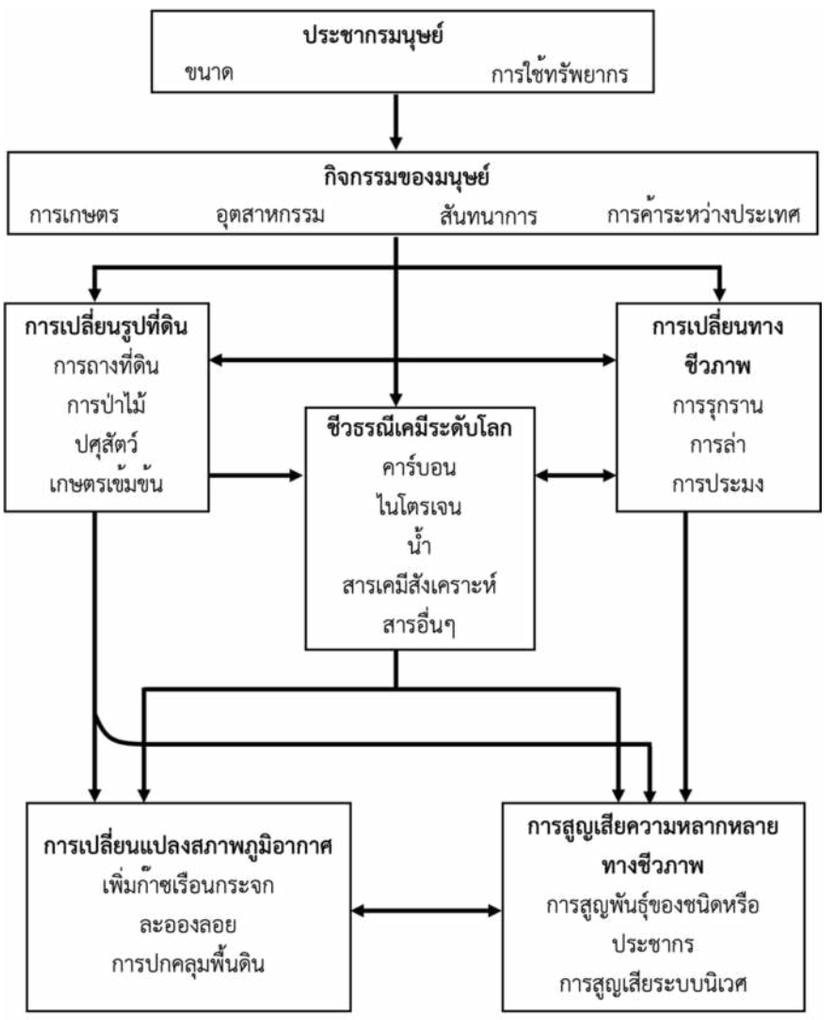
ในระยะยาวปริมาณของคาร์บอนที่ป่าไม้ปลดปล่อยและกักเก็บได้ขึ้นกับปัจจัยสำคัญไม่กี่อย่าง ตัวบ่งชี้อัตราการปลดปล่อยคือประเภทและความรุนแรงของการรบกวน ส่งผลต่อปริมาณของคาร์บอนที่เก็บไว้ได้และปล่อยออกไปสู่ชั้นบรรยากาศเมื่อป่าถูกทำลาย โดยทั่วไปแล้วต่อหน่วยพื้นที่เท่ากันป่าที่สมบูรณ์อายุมากเก็บคาร์บอนได้มากกว่าป่าอายุน้อยหรือป่าที่กำลังฟื้นตัว อัตราการปล่อยคาร์บอนสูงสุดเมื่อป่าถูกทำลายอย่างสมบูรณ์และถาวร (ภาพ 8.1) อย่างไรก็ตามการรบกวนและการปลดปล่อยคาร์บอนที่เกี่ยวข้องเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง การรบกวนที่มีความรุนแรงต่ำ เช่น ไฟไหม้ผิวดิน สามารถปลดปล่อยปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้เพียงเล็กน้อยและอาจมีประโยชน์ต่อการทำงานของระบบนิเวศ ในขณะที่การรบกวนที่รุนแรงมาก เช่น การทำไม้หรือการขยายตัวของพื้นที่เกษตร สามารถทำให้คาร์บอนทั้งหมดที่เก็บไว้ในต้นไม้และดินถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ

ภาพ 8.1 การกักเก็บและการปลดปล่อยคาร์บอนในภาคส่วนป่าไม้
(ปรับปรุงจาก World Resources Institute, 2021)

ขณะที่การทำลายป่าและการรบกวนอื่นๆ ส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อยคาร์บอนที่รวดเร็ว ป่าไม้ยังคงทำหน้าที่ดูดซับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศอย่างต่อเนื่องเมื่อต้นไม้มีการเจริญเติบโต โดยทั่วไปแล้วป่าอายุน้อยกว่าที่กำลังฟื้นตัวจากการรบกวนสามารถดูดซับคาร์บอนได้เร็วกว่าป่าสมบูรณ์ ป่าที่อยู่ในพื้นที่ละติจูดต่ำกว่า (เช่น ป่าเขตร้อนหรือกึ่งเขตร้อน) หรือป่าในพื้นที่ชื้นสูงสามารถกักเก็บคาร์บอนได้เร็วกว่าเมื่อเทียบกับป่าที่อยู่ในพื้นที่ละติจูดสูงกว่า (ป่าอบอุ่นหรือป่าสน) หรือป่าในบริเวณที่มีความชื้นต่ำ การรบกวนที่นำไปสู่กระบวนการฟื้นตัวของป่าจะทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างรวดเร็วและตามมาด้วยกระบวนการกักเก็บที่เกิดขึ้นใหม่ ผืนป่าที่ถูกทำลายอย่างถาวรหรือป่าเสื่อมโทรมที่มีแรงกดดันรบกวนอย่างต่อเนื่อง ไม่เพียงแค่คาร์บอนที่เก็บไว้ถูกปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศเท่านั้นแต่กระบวนการกักเก็บในอนาคตจะเกิดขึ้นไม่ได้เนื่องจากป่าที่เป็นกลไกเสมือนเครื่องสูบคาร์บอนได้หยุดทำงานไป

8.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ยุคแอนโทรโพซีน (Anthropocene) เป็นยุคที่มนุษย์ครอบครองโลกและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศทั้งทางบก ทางทะเล และระบบน้ำจืด ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 เป็นต้นมาอิทธิพลจากพฤติกรรมของมนุษย์ส่งผลต่อโลกอย่างมากถึงขั้นสามารถจัดเป็นยุคทางธรณีวิทยาอีกยุคหนึ่ง (Rafferty 2020) สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงเกิดจากการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างมาก ทำให้ความต้องการมีคุณภาพชีวิตที่ดีเพิ่มขึ้น รวมถึงการบริโภคทรัพยากรเพิ่มขึ้นด้วย ในระหว่างปี ค.ศ. 2005-2006 จำนวนประชากรโลกเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 203,800 คนต่อวัน ส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อระบบนิเวศของโลก ผลกระทบดังกล่าวแสดงในภาพ 8.2



ภาพ 8.2 ผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการเพิ่มขึ้นของประชากร

(ปรับปรุงจาก Vitousek et al., 1997)

เราจะทราบได้อย่างไรว่าสภาพภูมิอากาศกำลังเปลี่ยนแปลง และนี่คือผลจากกิจกรรมของมนุษย์ หลักฐานทางบรรพชีวิน เช่น แกนน้ำแข็งขั้วโลก ได้บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกกับอุณหภูมิ ในปัจจุบันความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นสูงมากของก๊าซเรือนกระจกเทียบไม่ได้กับช่วงเวลาเมื่อ 800,000 ปีที่แล้ว และมีความผันผวนอย่างมากในช่วงเวลาที่ผ่านมา

แม้ว่าสภาพภูมิอากาศของโลกได้รับอิทธิพลจากความผันผวนตามธรรมชาติ ทั้งวัฏจักรที่เกิดขึ้นในรอบหลายพันปี เช่น การเกิดยุคน้ำแข็งสลับกับช่วงอบอุ่นระหว่างยุคน้ำแข็ง วัฏจักรมิลานโควิชช์ (Milankovitch cycles) เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นความเบี่ยงเบนของวิถีวงโคจรของโลกจากวงกลมสู่วงรี (100,000 ปี) การเปลี่ยนระดับความเอียงของแกนโลก (41,000 ปี) การเปลี่ยนช่วงเวลาของปีที่มีจุดใกล้จากดวงอาทิตย์มากที่สุด (23,000 ปี) หรือวัฏจักรที่เกิดขึ้นในรอบทศวรรษหรือพันปี เช่น วัฏจักรเอนโซ่ (ENSO) เป็นการเรียกรวมของปรากฏการณ์เอลนิโญ่ (El Nino) กับความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างปรากฏการณ์ในมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศ การศึกษาทางวิทยาศาสตร์จำนวนมากบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศว่าเป็นผลกระทบส่วนใหญ่จากกิจกรรมของมนุษย์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะไม่สม่ำเสมอเท่าเทียมกันในทุกพื้นที่ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ความถี่ในการเกิดขึ้นและความรุนแรงของการรบกวนตามธรรมชาติก็ถูกคาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน

8.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภูมิทัศน์ป่าไม้

ป่าไม้เป็นระบบนิเวศสำคัญและเป็นแหล่งของผลิตภัณฑ์และบริการจากระบบนิเวศที่หลากหลายให้กับผู้คนทั่วโลกในรูปของอาหาร เชื้อเพลิง ยารักษาโรค การจ้างงานและรายได้ ผลิตภัณฑ์จากป่าถูกใช้ประโยชน์สำหรับวัตถุประสงค์หลายอย่างโดยชุมชนท้องถิ่นเช่นเดียวกับการใช้ประโยชน์ในระดับประเทศและระดับโลก ป่าไม้ส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศป่าส่งผลต่อสังคมมนุษย์ในหลายแง่มุม ในทางตรงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อมนุษย์และความหลากหลายทางชีวภาพและทางอ้อมมีอิทธิพลต่อภูมิทัศน์ป่าไม้ เมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับผลกระทบ ชุมชนท้องถิ่นก็ได้รับผลกระทบไปด้วย เช่นเดียวกันกับระบบนิเวศอื่นๆ ทั่วโลก ป่าไม้ไม่ใช่ระบบนิเวศเดียวที่ได้รับผลกระทบจากการรบกวนที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่ได้รับผลกระทบจากแรงขับอื่นด้วย เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม มลพิษ และการใช้ประโยชน์เกินพอดี

รูปแบบของพืชพันธุ์ระดับโลกขึ้นกับอิทธิพลทางสภาพภูมิอากาศและกิจกรรมของมนุษย์ แสดงออกมาในรูปของการกระจายตัว โครงสร้างและการทำงานเชิงนิเวศที่แตกต่างกัน ข้อเท็จจริงนี้ได้รับการพิสูจน์จากการศึกษาจำนวนมากที่บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ของรูปแบบทางภูมิอากาศกับสังคมพืชเฉพาะหรือประเภทตามการทำหน้าที่ของพืช ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถส่งผลอย่างมากต่อลักษณะทางสัณฐานของป่า (องค์ประกอบของชนิด ความสามารถในการผลิต และความหลากหลายทางชีวภาพ)

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) รายงานการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการผลิตของป่าไม้ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนจะส่งผลทางอ้อมผ่านความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนในระบบนิเวศป่า แม้ว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในเขตอบอุ่นและเขตป่าสนจะส่งผลทางบวก แต่การลดลงของปริมาณน้ำฝนและอัตราการย่อยสลายอาจหักล้างกับผลดีดังกล่าว นอกจากนี้แล้ว การเพิ่มขึ้นของกำลังการผลิตในบางบริเวณของเขตร้อนจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในเขตแห้งแล้งจะนำไปสู่ความเครียดในพืช และส่งผลต่อกำลังการผลิตที่ลดลง

เป็นที่ชัดเจนว่าการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตของป่ามีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบนิเวศในธรรมชาติและมนุษย์ ในด้านของการผลิตเนื้อไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้นำไปสู่การสูญเสียรายได้จากป่าชุมชนและอุตสาหกรรมการทำไม้ ความหลากหลายทางชีวภาพในป่าจะได้รับผลกระทบเช่นกันจากการขยับขอบเขตป่าเข้าสู่ขั้วโลก ทำให้เกิดการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดที่มีความเปราะบาง นอกจากนี้มีการทำนายเหตุการณ์รุนแรงที่จะส่งผลผลกระทบอย่างมากต่อพืชและสัตว์ป่า ความถี่ของการเกิดไฟป่าเนื่องจากปรากฏการณ์ความแห้งแล้ง การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและรูปแบบการไหลบ่าของน้ำจะทำให้ปริมาณน้ำในหลายบริเวณของป่าต้นน้ำลดลง ส่งผลต่อความสามารถสำหรับการเป็นแหล่งทรัพยากรและแหล่งให้บริการจากระบบนิเวศ มีการคาดการณ์เกี่ยวกับอุบัติการณ์การระบาดของศัตรูพืชที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับตัวเพื่อป้องกันตนเองของพืชผู้ให้อาศัยที่เปลี่ยนไปตามภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงในปริมาณของปรสิตและผู้ล่า องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติยกตัวอย่างถึงวัฏจักรชีวิตหรือถิ่นที่อยู่ของเชื้อโรคที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก (เช่น กรณีด้วงสนเขาในทวีปอเมริกาเหนือ และกรณีหนอนผีเสื้อในป่าสนและก่อ)

ความเชื่อมโยงข้างต้นเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการดำเนินกลยุทธ์และแนวทางต่างๆ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัวของระบบนิเวศป่า พร้อมไปกับการลดความเปราะบางของสังคมมนุษย์ที่ขึ้นอยู่กับความสามารถดังกล่าวของระบบนิเวศ การจัดการป่าที่มีความยืดหยุ่นเป็นแนวทางสำคัญที่ควรได้รับการพิจารณาเนื่องจากมีอิทธิพลต่อการลดความเปราะบางของป่าและประชากรมนุษย์ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน

8.4 การบรรเทาผลกระทบและการปรับตัวในภูมิทัศน์ป่าไม้

รายงานการประเมินฉบับที่ 4 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาล ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change) เน้นถึงข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความพยายามในการบรรเทาผลกระทบว่าจำเป็นต้องควบคุมอัตราและขนาดของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงใดๆ จะมีต้นทุนทางสังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐศาสตร์ที่สูงมาก แม้จะมีความพยายามอย่างมากในระดับโลกต่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงก็ยังคงเกิดขึ้นและจะเกิดต่อเนื่องต่อไป การปรับตัวจึงกลายเป็นยุทธศาสตร์จำเป็นอีกอันสำหรับทั้งสังคมมนุษย์และระบบนิเวศ การลงมือปฏิบัติเพื่อให้แน่ใจว่าทั้งระบบมนุษย์และธรรมชาติมีการปรับตัวอย่างเหมาะสมกับความแปรผันทางภูมิอากาศที่เกิดขึ้นแล้ว

การบรรเทาและการปรับตัวมีความแตกต่างกันในวัตถุประสงค์ ในขณะที่การบรรเทามุ่งไปที่สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การปรับตัวเน้นย้ำถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ทั้งสองแนวทางมีความแตกต่างของมิติทางพื้นที่และเวลา การปรับตัวมักมีประโยชน์ระดับท้องถิ่นแต่การบรรเทาเป็นความพยายามระดับโลก ทั้งสองแนวทางเกิดผลในช่วงเวลาที่ต่างกัน แนวทางเกี่ยวกับการบรรเทาหวังผลระยะยาวและการปรับตัวหวังผลระยะสั้น นอกจากนี้มุมมองด้านเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับความสำคัญของทั้งสองแนวทางมีความแตกต่างกัน

การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change mitigation) คือการลงมือทำกิจกรรมใด ๆ ที่ช่วยลดผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยลดการปลดปล่อยคาร์บอนและช่วยกักเก็บคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศ การฟื้นฟูป่าช่วยกักเก็บคาร์บอนผ่านกระบวนการเจริญเติบโตของป่าและไม้ยืนต้น กิจกรรมที่สามารถช่วยให้เกิดกระบวนการข้างต้น เช่น การสร้างป่า (forestation) การปลูกป่า (reforestation) และการฟื้นฟูป่า (forest restoration) การเพิ่มไม้ยืนต้นในระบบเกษตร ในภูมิทัศน์ชนบทและในเมือง การเพิ่มพื้นที่กักเก็บคาร์บอน และความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนผ่านวิธีการจัดการป่าอย่างยั่งยืน

การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change adaptation) คือแนวทางการเพิ่มความสามารถของระบบนิเวศ ไปพร้อม ๆ ความสามารถของชุมชนที่ขึ้นอยู่กับระบบนิเวศเหล่านั้นให้มีความทนทาน และมีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เชื่อมโยงกับภาวะโลกร้อน กิจกรรมที่สามารถส่งเสริมแนวทางการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น

การควบคุมภูมิอากาศ (climate regulation) การฟื้นฟูพืชพันธุ์ในภูมิทัศน์ที่แห้งแล้ง เมื่อพิจารณาระดับภูมิทัศน์ การระเหยของน้ำในพื้นที่ปกคลุมด้วยไม้ยืนต้น (รวมถึงผืนป่าและความเชื่อมโยงระหว่างหย่อมป่า) สามารถส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนระดับภูมิภาค เมื่อพิจารณาระดับพื้นที่ ร่มเงาของต้นไม้สามารถช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นทั้งส่วนของดินและน้ำภายใต้เรือนยอด

การลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ (disaster risk reduction) ความสามารถในการต้านทานและความยืดหยุ่นต่อภัยพิบัติ ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีอิทธิพลลดต่อความถี่และความรุนแรงของการรบกวน ป่าไม้ทำหน้าที่ป้องกันจากพายุ น้ำท่วม (และดินถล่ม) ลมพัดแรง และภัยแล้ง การออกแบบโครงการฟื้นฟูให้ระบบสามารถทนต่อเหตุการณ์รุนแรงทางสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องสำคัญมาก

ระบบเกษตรที่เหมาะกับภูมิอากาศ (climate-smart agriculture) ความยืดหยุ่นของระบบเกษตร การฟื้นฟูรอบพื้นที่เกษตร และ/หรือการประยุกต์ใช้หลักการวนเกษตร (agroforestry) หรือระบบป่าไม้-ปศุสัตว์ (silvopastoral system) สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบเกษตรท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การฟื้นฟูที่เอื้อต่อการอพยพของสิ่งมีชีวิต (restoration for species migration) เส้นทางที่รองรับการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเป็นส่วนจำเป็นอย่างมากเมื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเคลื่อนย้ายและการหาถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสม

ความพยายามในปัจจุบันเน้นย้ำถึงความจำเป็นของการทำงานร่วมกันระหว่างแนวทางด้านการบรรเทาและการปรับตัวเพื่อให้มั่นใจถึงคำตอบที่บูรณาการและเป็นองค์รวมต่อปัญหาใหญ่ด้านสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของระบบนิเวศป่า เช่น ผลประโยชน์ร่วมของการบรรเทาต่อการปรับตัว และผลประโยชน์ร่วมของการปรับตัวต่อการบรรเทา ระดับการทำงานร่วมกันระหว่างแนวทางการบรรเทาและการปรับตัวได้ถูกเสนอไว้ในรายงานการประเมินฉบับที่ 4 ของ IPCC แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ กิจกรรมด้านการปรับตัวที่ส่งผลต่อการบรรเทา กิจกรรมด้านการบรรเทาที่ส่งผลต่อการปรับตัว การตัดสินใจที่รวมเอาข้อดีข้อเสียหรือการทำงานร่วมกันระหว่างการปรับตัวและการบรรเทา และกระบวนการที่ส่งผลต่อทั้งการปรับตัวและการบรรเทา

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติส่งเสริมการจัดการป่าอย่างยั่งยืน (Sustainable Forest Management: SFM) ในฐานะวิธีปฏิบัติที่สอดคล้องกับการบรรเทาและการปรับตัวซึ่งสามารถมีประโยชน์ต่อการค้นหาความเป็นไปได้ในการทำงานร่วมกันของทั้งสองแนวทาง การจัดการป่าอย่างยั่งยืนเป็นกรอบโดยรวมทำให้แน่ใจการส่งเสริมกันของมาตรการบรรเทาและปรับตัวและก่อให้เกิดความสมดุลร่วมกับวัตถุประสงค์อื่นของการจัดการป่า นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงคุณค่าของป่าด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อมร่วมด้วย

8.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการปรับตัว-การบรรเทาต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การปรับตัว-การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กันในหลายระดับ ได้แก่ ระดับกิจกรรม ระดับการตัดสินใจ และระดับกระบวนการ สามารถพิจารณาได้ใน 2 ทิศทาง ได้แก่

1) การบรรเทาสามารถนำไปสู่การปรับตัวได้ (Mitigation can contribute to adaptation)

แม้ว่าการพัฒนา การส่งเสริมบทบาทของการอนุรักษ์ การปลูกป่า การจัดการป่าอย่างยั่งยืน และการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในป่าโดยใช้แรงจูงใจทางการเงินจะเป็นความพยายามในการบรรเทาแต่ก็มีความเชื่อมโยงอย่างมากกับการปรับตัว อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องพิจารณาชนิดพืชที่จะถูกนำไปใช้ในการการฟื้นฟูให้เหมาะสม และแนวทางการจัดการที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป

การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขึ้นอยู่กับป่าโดยตรง ในขณะที่ยุทธวิธีในการปรับตัวจะขึ้นกับระบบนิเวศ (Ecosystem-Based Adaptation: EbA) การลดการปล่อยคาร์บอนจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า (REDD+) หรือเรดด์พลัส สร้างโอกาสให้กับการสนับสนุนให้เกิดผลลัพธ์ของทั้งด้านการบรรเทาและการปรับตัว และช่วยลดความเปราะบางของชุมชนท้องถิ่น โครงการ REDD+ จะมีประสิทธิภาพและยั่งยืนถ้าผสมผสานมาตรการการปรับตัวสำหรับทั้งต่อชุมชนและระบบนิเวศ การบรรเทาจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายทางสภาพภูมิอากาศ การบูรณาการร่วมกันของสองแนวทางจะทำให้โครงการเป็นที่ยอมรับระหว่างชุมชนท้องถิ่นเนื่องจากเน้นความต้องการของชุมชนและจำเป็นต้องประเมินนโยบายทั้งระดับประเทศและนานาชาติที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการ

2) การปรับตัวสามารถนำไปสู่การบรรเทา (Adaptation can contribute to mitigation)

มาตรการที่เกี่ยวกับการปรับตัวของป่าช่วยให้มั่นใจว่าบริการของระบบนิเวศและการกักเก็บคาร์บอนจะดำเนินต่อและ/หรือเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความพยายามในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อย่างที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้ว่า โครงการที่เชื่อมโยงกับการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ เป็นตัวอย่างอันชัดเจนที่สามารถมีส่วนเพิ่มหรือรักษาระดับการกักเก็บคาร์บอน ตัวอย่างเช่น โครงการที่เกี่ยวกับการปลูกป่าชายเลนในพื้นที่ชายฝั่งมีส่วนในการเพิ่มการปรับตัวของผู้คนโดยการปกป้องพื้นที่ชายฝั่ง และจะมีส่วนต่อการบรรเทาโดยช่วยในการกักเก็บคาร์บอน กลไกอื่นเช่นการจัดการป่าอย่างยั่งยืน วนเกษตร และป่าชุมชนสามารถมีส่วนช่วยในการบรรเทาโดยการเพิ่มคาร์บอนที่เก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพและในดิน

การปรับตัวจำเป็นต้องอาศัยการบรรเทา อย่างแรกคือการปรับตัวทุกแบบเพียงอย่างเดียวไม่พอต่อการรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และจำเป็นต้องมีการบรรเทาเพื่อลดความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้น อย่างที่สองโครงการที่เกี่ยวกับการปรับตัวที่พัฒนาโดยความรอบคอบและมีความยั่งยืนที่ผนวกแนวทางการบรรเทาสามารถได้รับประโยชน์จากการเงินทุนคาร์บอนและการสร้างความสามารถจากเครื่องมือระดับนานาชาติ เช่น REDD+ เป็นต้น อย่างไรก็ตามต้องมีความระมัดระวังเมื่อพิจารณาการนำแนวทางใดไปใช้ มีการถกเถียงเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของโครงการ REDD+ ที่จำกัดการเข้าถึงและสิทธิ์ของชุมชนในการใช้ทรัพยากรจากป่า มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการคำนึงถึงการดำรงชีวิตของคนท้องถิ่น การเข้าถึงและสิทธิ์ของชุมชน ธรรมาภิบาลและการมีส่วนร่วม ให้เป็นองค์ประกอบสำคัญของการวางแผนโครงการที่เน้นการบูรณาการ

8.4.2 ทางเลือกในการบรรเทา-การปรับตัวแบบบูรณาการในภูมิทัศน์ป่าไม้

1) การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape restoration: FLR) และการลดการปล่อยคาร์บอนจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า (REDD+)

ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเสื่อมโทรมของป่าสามารถก่อให้เกิดประเด็นปัญหารวมถึงการปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศ การลดทางเลือกสำหรับการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นและการเปลี่ยนแปลง แนวทาง FLR มีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มความยืดหยุ่นของภูมิทัศน์ป่าและส่งเสริมสังคมสิ่งมีชีวิตในป่า แนวทาง FLR นำไปสู่การตัดสินใจระดับพื้นที่ของโครงการที่คำนึงถึงวัตถุประสงค์และผลกระทบในระดับภูมิทัศน์ด้วย เน้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการต่างๆ ที่ให้ความสำคัญและให้อำนาจการตัดสินใจกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกระดับ เป็นกรอบคิดที่มุ่งจัดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้คน ทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

FLR เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับการบูรณาการแนวคิดระหว่างการบรรเทาและการปรับตัว ผ่านการส่งเสริมกิจกรรมที่เกี่ยวกับ REDD+ ในป่า ควบคู่ไปกับการจัดการผลิตภัณฑ์และบริการจากระบบนิเวศอย่างยั่งยืนทั่วทั้งภูมิทัศน์ และด้วยการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันและความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด คุณสมบัติหลักของ FLR คือการครอบคลุมหลักการและแนวทางสำคัญที่เชื่อมโยงข้ามภาคส่วนและสาขาวิชาส่งผลให้เกิดแนวทางแบบองค์รวม ทำให้เกิดประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมและสังคมนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความต้านทานและความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการสร้างแหล่งมวลชีวภาพและพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพผ่านกระบวนการดูดซับคาร์บอน และรับมือการเปลี่ยนแปลงด้วยความรอบคอบ

FLR ที่ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับความโปร่งใสและความรับผิดชอบที่มากขึ้น พร้อมทั้งการกำกับดูแลที่ดีขึ้น ประสบการณ์ที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า FLR สามารถส่งเสริมการจัดการป่าไม้ที่ช่วยทำให้การดำรงชีวิตของผู้คนดีขึ้นและส่งเสริมการจัดการป่าที่ยั่งยืน ควบคู่ไปกับการริเริ่มที่ให้ความสำคัญกับการบังคับใช้กฎหมายป่าไม้และธรรมาภิบาล การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้สร้างฐานที่มีประสิทธิภาพในการนำกิจกรรมที่เกี่ยวกับ REDD+ ไปปฏิบัติใช้ ซึ่งช่วยให้บรรลุเป้าหมายของทั้งการบรรเทาและการปรับตัวไปด้วยกัน

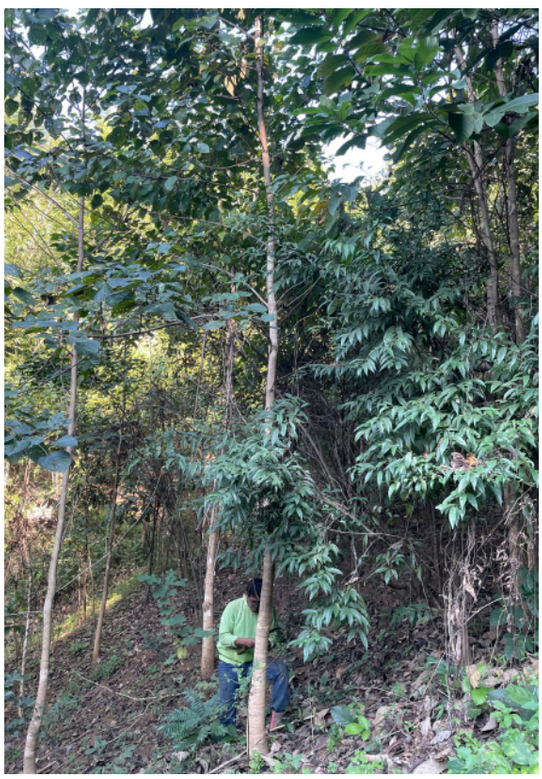
2) การปรับตัวบนฐานระบบนิเวศ (Ecosystem-based Adaptation: EbA)

เป็นที่ชัดเจนว่าระบบนิเวศที่ทำงานได้ดีและสุขภาพแข็งแรงมีความยืดหยุ่นต่อผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสามารถช่วยลดความเปราะบางของผู้คนจากผลกระทบที่เกิดขึ้น EbA เป็นแนวทางที่ใช้ความหลากหลายทางชีวภาพและบริการจากระบบนิเวศเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การปรับตัวแบบองค์รวมในการช่วยประชากรมนุษย์ในการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity: CBD) ได้บูรณาการเอาความหลากหลายทางชีวภาพและบริการจากระบบนิเวศเข้าสู่กลยุทธ์การปรับตัวโดยรวม ซึ่งมีความคุ้มค่าของต้นทุนและสร้างผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างสังคม เศรษฐศาสตร์และวัฒนธรรมและมีส่วนในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ มีส่วนในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงโดยลดการปลดปล่อยคาร์บอนจากความเสื่อมโทรมและช่วยเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคป่าไม้ องค์กรหลายแห่งที่ทำงานเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและการอนุรักษ์ใช้แนวทางนี้ในการช่วยชุมชนปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศโดยบูรณาการ EbA เข้าสู่ยุทธศาสตร์ระดับประเทศและภูมิภาครวมถึงแผนงานระดับประเทศ คำศัพท์ที่ใช้อาจมีความแตกต่างกันไปตามหน่วยงาน แต่ประเด็นสำคัญคือระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพต้องถูกผนวกรวมเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การปรับตัว

EbA เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อเน้นความเชื่อมโยงระหว่างการบรรเทาและการปรับตัวในภูมิทัศน์ของป่าไม้ เนื่องจากมุ่งลดความเปราะบางของมนุษย์ เพิ่มความมั่นคงการให้บริการของระบบนิเวศโดยการจัดการและอนุรักษ์ระบบนิเวศป่าที่มีประสิทธิภาพ นำไปสู่ความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและรักษาประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากป่า การใช้เครื่องมือด้านการบรรเทาการเปลี่ยนแปลง เช่น กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) และ REDD+ (เช่น การสร้างป่า การปลูกป่า การอนุรักษ์ การปกป้อง และการจัดการป่าอย่างยั่งยืน) ร่วมกับการปรับใช้ยุทธศาสตร์ด้านการปรับตัวสามารถให้บริการจากระบบนิเวศที่ช่วยชุมชนปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยลดความเปราะบางและเพิ่มความยืดหยุ่น

EbA คือแนวทางที่เอาคนเป็นศูนย์กลางและนำไปร่วมปฏิบัติในมาตรการปรับตัวของ REDD+ เพื่อทำให้แน่ใจถึงสิทธิและการเข้าถึงทรัพยากรป่าไม้ว่าไม่ได้จำกัดหรือเพิ่มการพึ่งพาอาศัยจากแหล่งทุนภายนอก สิทธิ์ตามกฎหมายในการเข้าถึง การจัดการ และการแบ่งปันผลประโยชน์จากป่าฟื้นฟูและป่าอนุรักษ์เป็นกุญแจสำคัญสู่ความยั่งยืนระยะยาว อย่างที่ได้กล่าวมาประโยชน์ที่ไม่ใช่ตัวเงินของโครงการบรรเทาการเปลี่ยนแปลง เช่น สิทธิ์ในการครอบครองที่ดินจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาในโครงการ REDD+ เพื่อเพิ่มความสามารถในการปรับตัวและความยืดหยุ่น การอภิปรายเกี่ยวกับ REDD+ จำเป็นต้องคำนึงถึงความมั่นคงทางอาหารในบริบทของโครงการที่เกี่ยวกับป่า เช่น ความสามารถในการให้ผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้

3) วนเกษตร (Agroforestry)



ผลกระทบอย่างหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือการลดลงของผลิตผลด้านการเกษตร มีตัวอย่างการศึกษาที่ทำนายว่าผลผลิตการเกษตรในตอนใต้ของทวีปแอฟริกาจะลดลงร้อยละ 20-30 ภายใน 1-2 ทศวรรษข้างหน้า หรือภายใน ค.ศ. 2030 นอกจากนี้การศึกษาของ IPCC ย้ำว่าผลจากกิจกรรมทางการเกษตร การทำลายป่า และการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินร่วมกันมีส่วนปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึงร้อยละ 31

วนเกษตรเป็นชื่อเรียกรวมของระบบจัดการที่ดินและเทคโนโลยีเมื่อมีการปลูกพืชที่มีอายุหลายปี (ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ปาล์ม ไผ่ ฯลฯ) ในหน่วยการจัดการที่ดินเดียวกันกับพืชเกษตร และ/หรือสัตว์เลี้ยง อาจอยู่ในรูปของการจัดการเชิงพื้นที่หรือเชิงเวลาก็ได้ ในระบบวนเกษตรมีปฏิสัมพันธ์ทั้งด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐศาสตร์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ วนเกษตรเป็นส่วนสำคัญที่มีศักยภาพเมื่อต้องการเชื่อมโยงระหว่างมาตรการบรรเทาและการปรับตัว วนเกษตรผสมผสานแนวทางทางเทคนิคและทางวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์จากการใช้องค์ประกอบของไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุกกับพืชเกษตร บนพื้นฐานของการปรับปรุงพืชเกษตรและการจัดการพื้นที่เลี้ยงสัตว์ โดยเน้นการปลูกไม้ยืนต้นเสริมในพื้นที่ ด้วยความมุ่งหวังต่อการจัดการผลิตภัณฑ์และบริการจากป่า วนเกษตรจัดเป็นตัวเลือกหนึ่งในแนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้

กลุ่มที่ปรึกษาด้านงานวิจัยทางการเกษตรระหว่างประเทศ (Consultative Group for International Agricultural Research: CGIAR) ได้สำรวจกว่า 700 ครัวเรือนในแอฟริกาตะวันออกและพบว่าอย่างน้อยเกษตรกรร้อยละ 50 ได้ปลูกต้นไม้ในพื้นที่ของตนเองเพื่อช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการพังทลายของดิน และช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำและความสมบูรณ์ของดิน นอกจากนี้ยังถือเป็นการเพิ่มผลผลิตสำหรับการบริโภคจากผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว กิจกรรมวนเกษตรมีรูปแบบที่หลากหลายและประสบความสำเร็จในการผสมผสานการผลิตพืชอาหารหลายชนิด การผลิตเชื้อเพลิงสำหรับทำอาหารและให้ความร้อน วัสดุก่อสร้าง การให้บริการจากระบบนิเวศ และความสามารถในการพึ่งตนเองท่ามกลางภัยพิบัติต่างๆ

ต้นไม้มีส่วนช่วยในการปรับตัวเนื่องจากความสามารถในการรักษาอินทรียวัตถุและความสมบูรณ์ของดิน ให้ผลผลิตที่สม่ำเสมอ เพิ่มทางเลือกในการดำรงชีวิต และช่วยให้บริการจากระบบนิเวศในภูมิทัศน์ นอกจากนี้ต้นไม้ยังสร้างมวลชีวภาพและเก็บกักคาร์บอนในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดิน ความเชื่อมโยงระหว่างการบรรเทาและการปรับตัวมีความชัดเจนในบริบทของ FLR เมื่อพิจารณาพื้นที่ทั้งภูมิทัศน์ ไม่ใช่มองแค่พื้นที่เพาะปลูกหรือป่าไม้เพียงอย่างเดียว การอนุรักษ์และการจัดการต้นไม้ในพื้นที่เพาะปลูกและภูมิทัศน์โดยรอบไม่เพียงปรับปรุงความเชื่อมโยงแต่ช่วยอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ให้ผลิตภัณฑ์และบริการจากระบบนิเวศพร้อมกับเก็บคาร์บอนไว้ด้วย

4) ป่าชุมชน (community-based forestry)

ป่าชุมชนเป็นสาขาหนึ่งของวนศาสตร์ที่เน้นบทบาทสำคัญของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการป่าและการตัดสินใจในการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลือจากรัฐบาล เนื่องจากการมีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายด้านทำให้ป่าชุมชนเป็นศาสตร์ด้านการบริหารงานป่าไม้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวนเกษตรซึ่งเป็นศาสตร์ด้านเทคนิค FAO อธิบายป่าชุมชนว่าเป็นกิจกรรมใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับคนในท้องถิ่นอย่างใกล้ชิดในการทำกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับทรัพยากรป่าไม้

เพราะป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้ให้กับชุมชนท้องถิ่น จึงเป็นเรื่องจำเป็นที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการบรรเทา การปรับตัว รวมถึงชุมชนที่ต้องพึ่งพาอาศัยป่าไม้ ในบริบทของ FLR ภูมิทัศน์ป่าไม้สามารถมองพื้นที่ในลักษณะของกระเบื้องโมเสคซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบต่างๆ เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน การครอบครองที่ดิน รูปแบบการระบายน้ำและการตั้งถิ่นฐานที่อยู่อาศัย ป่าชุมชนสามารถส่งเสริมความเชื่อมโยงระหว่างการบรรเทาและการปรับตัว เนื่องจากให้ความสำคัญกับการจัดการป่าอย่างยั่งยืน การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการดำรงชีวิตของคนท้องถิ่น เป็นทางเลือกระดับพื้นที่ของแนวทาง FLR ที่ไม่เพียงแต่รวมการปรับตัวเท่านั้นแต่ยังมีทางเลือกด้านการบรรเทา เช่น REDD+ ด้วย

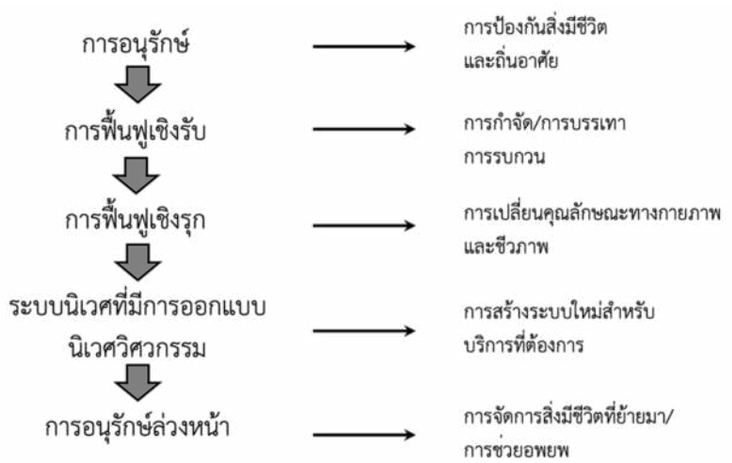
งานตีพิมพ์จากศูนย์วนศาสตร์ชุมชนเพื่อคนกับป่า (Regional Community Forestry Training Center หรือรู้จักภายใต้ชื่อปัจจุบัน Center for People and Forests: RECOFT) นำเสนอกรณีศึกษาจากประเทศกัมพูชา อินโดนีเซีย เนปาล ไทย และเวียดนาม ที่เน้นความสำคัญของโครงการป่าชุมชนที่มีเป้าหมายทั้งด้านการบรรเทาและการปรับตัว การศึกษาแสดงให้เห็นถึงข้อดีข้อเสียและศักยภาพสำคัญสำหรับการผสมผสานทั้งสองแนวทางในโครงการป่าชุมชนที่มีการจัดการอย่างยั่งยืน

8.5 การฟื้นฟูเชิงนิเวศและการเปลี่ยนแปลงระดับโลก

8.5.1 ระบบนิเวศที่ไม่เหมือนเดิม

การเปลี่ยนแปลงและพลวัตเป็นคุณลักษณะสำคัญของระบบนิเวศส่วนใหญ่ จากมุมมองแบบไม่เคลื่อนไหวมองระบบนิเวศในฐานะของสิ่งที่อยู่ในสมดุลซึ่งคงอยู่เหมือนเดิมหรือมีรูปแบบการฟื้นตัวที่สามารถทำนายได้หลังจากถูกรบกวน ปัจจุบันนิเวศวิทยามองว่าระบบนิเวศเป็นพลวัตการเปลี่ยนแปลงทั้งเชิงพื้นที่และเชิงเวลา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและองค์ประกอบในระดับภูมิทัศน์และทวีป การรบกวนที่มีขนาดและความเข้มข้นแตกต่างกันจะส่งผลให้ระบบนิเวศมีทิศทางการฟื้นตัวที่แตกต่างกัน บางครั้งกลไกการตอบสนองที่ซับซ้อนทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะที่ไม่เหมือนเดิม

การรบกวนจากมนุษย์มักเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตเนื่องจากการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นและการรุกรานของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแบบใหม่โดยมีอิทธิพลจากสิ่งที่มีอยู่เดิม ระบบนิเวศที่ไม่เหมือนเดิมนี้มักถูกกำหนดโดยการรวมกันของกลุ่มสิ่งมีชีวิตและ/หรือสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เปลี่ยนไป แม้ว่าแนวคิดข้างต้นจะมีการพูดถึงอย่างกว้างขวางแต่มีการศึกษาอย่างจริงจังน้อยมาก รวมถึงมีการนำไปปรับใช้กับการจัดการและการฟื้นฟูเมื่อไม่นานมานี้เอง พลวัตที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนอาจโดดเด่นมากในระบบนิเวศใหม่ แต่ในบางกรณีอาจเป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในบางทิศทางผ่านกระบวนการส่งเสริมการฟื้นตัวตามธรรมชาติหรือการจัดการเชิงรุก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบางพื้นที่ที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตใหม่รวมเอาสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นไว้ด้วย ประเด็นนี้อาจถูกพิจารณาได้ในการกำหนดเป้าหมายของการอนุรักษ์ แม้ว่าระบบนิเวศใหม่มุ่งที่จะให้บริการจากระบบนิเวศ การเพิ่มระดับของการแทรกแซงกระบวนการทางธรรมชาติดูเหมือนจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในปัจจุบัน (ภาพ 8.3)



ภาพ 8.3 การเพิ่มระดับการแทรกแซง จากการอนุรักษ์แบบดั้งเดิมไปสู่การฟื้นฟูเชิงรุก

(ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson, 2012)

8.5.2 ระบบนิเวศที่สามารถรับมือกับอนาคต

คุณลักษณะสำคัญของระบบนิเวศอย่างหนึ่งที่จะช่วยสร้างความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัวของระบบคือความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งความหลากหลายภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวและระหว่างสิ่งมีชีวิตหลายชนิด งานด้านการอนุรักษ์และการฟื้นฟูจำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่สำหรับการพัฒนาทางวิวัฒนาการ

งานฟื้นฟูจำนวนมากคำนึงถึงการใช้พืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพราะเชื่อว่าจะให้ผลที่ดีกว่าเนื่องจากกลุ่มประชากรสิ่งมีชีวิตท้องถิ่นน่าจะปรับตัวได้ดีกว่าภายใต้สภาพแวดล้อมท้องถิ่น เป็นถิ่นที่อยู่ที่ดีสำหรับสิ่งมีชีวิต รักษาความสมบูรณ์ทางพันธุกรรมของพื้นที่ และป้องกันโอกาสในการผสมของยีนพูลจากภายนอก แต่การใช้เฉพาะพืชที่หาได้ภายในท้องถิ่นอย่างเข้มข้นอาจเป็นการนำโครงการฟื้นฟูไปสู่จุดจบด้านพันธุกรรม ไม่เอื้อต่อความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงหากสถานการณ์ด้านสภาพภูมิอากาศเกิดขึ้นอย่างที่ได้ถูกทำนายไว้

การฟื้นฟูระบบนิเวศเป็นเครื่องมือที่ถูกใช้มากขึ้นเรื่อยๆ ในการดำรงอยู่ของสังคมมนุษย์ โดยที่จำเป็นต้องตอบสนองและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่มีอิทธิพลจากมนุษย์ในบริบทของสภาพภูมิอากาศทั้งระดับภูมิภาคและระดับโลก การฟื้นฟูระบบนิเวศท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันอาจไม่สามารถตั้งอยู่บนพื้นฐานของการอ้างอิงจากอดีตเพียงอย่างเดียว ความสนใจน่าจะต้องอยู่ที่การปกป้องสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างทุนธรรมชาติด้วยความพยายามในการส่งเสริมบริการระบบนิเวศในระดับท้องถิ่น ภูมิภาค ประเทศ และระดับโลก

<u>ประเด็นที่ควรมีการศึกษาได้แก่</u>

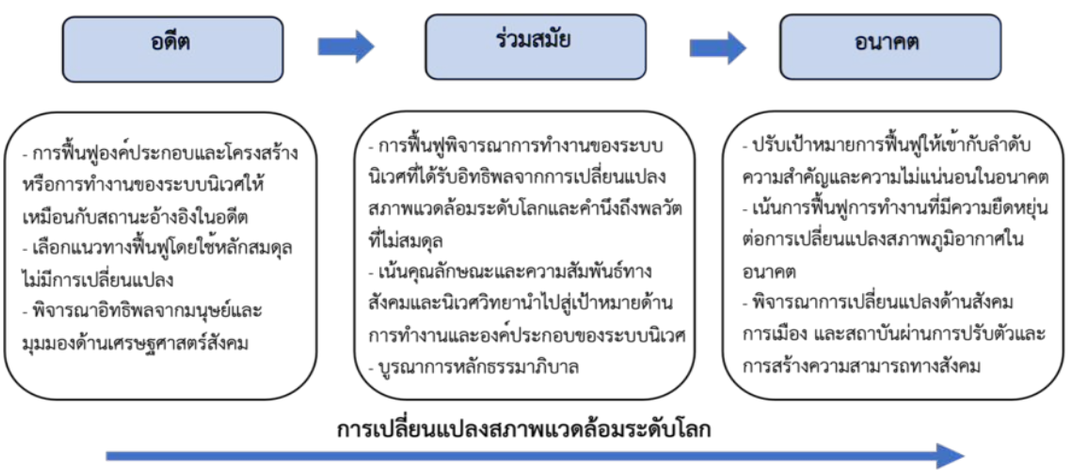
- การทำงานของระบบนิเวศ ทั้งในธรรมชาติและระบบฟื้นฟู
- ความสมดุลระหว่างการใช้ระบบนิเวศในอดีตเป็นสภาพอ้างอิงของการฟื้นฟูกับการสร้างระบบนิเวศใหม่ที่มีความยืดหยุ่นสูง
- ความเหมาะสมของการตั้งเป้าหมายสำหรับการฟื้นฟูว่าเมื่อไหร่ควรเป็นเป้าหมายการฟื้นฟูแบบดั้งเดิมและเมื่อไหร่ควรเป็นเป้าหมายแบบทันกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

บทที่ 9
การฟื้นฟูป่าและทางสู่ความยั่งยืน

การฟื้นฟูป่าที่ยั่งยืนต้องคำนึงถึงทั้งความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้คน วิธีการและชนิดของพืชที่ใช้ในการฟื้นฟูขึ้นอยู่กับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของโครงการฟื้นฟูซึ่งควรมาจากการกำหนดร่วมกันจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย นอกจากการพิจารณาอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงระดับโลกที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผู้ปฏิบัติด้านการฟื้นฟูจำเป็นต้องพิจารณาความท้าทายในมิติอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเศรษฐศาสตร์ สังคมและเป้าหมายร่วมของการฟื้นฟูทั้งในระดับโลกและระดับท้องถิ่น บทนี้จะอธิบายความท้าทายของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงระดับโลก เน้นความสำคัญขององค์ความรู้ข้ามสาขาและวิทยาศาสตร์แห่งความยั่งยืนนำไปสู่ความความสำเร็จตามเป้าหมายแห่งการพัฒนาที่ยั่งยืนครอบคลุมทั้งด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

9.1 ความท้าทายของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงระดับโลก

แนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ (forest landscape restoration: FLR) มุ่งฟื้นฟูความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและส่งเสริมความเป็นอยู่ของผู้คน เป็นความพยายามที่จะสร้างความสมดุลระหว่างผลลัพธ์ทางชีวกายภาพและเศรษฐศาสตร์สังคมเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืน 3 ด้าน คือ ด้านการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ด้านบริการจากระบบนิเวศ และด้านการดำรงชีวิตที่ดีของผู้คน การเปลี่ยนแปลงระดับโลกในหลายด้านมีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (ภาพ 9.1)



ภาพ 9.1 มุมมองของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมระดับโลก (ปรับปรุงจาก Noulèkoun et al., 2021)

แนวคิดการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้แบบเดิมเป็นการเน้นการฟื้นฟูองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและโครงสร้างที่จะนำไปสู่การทำงานของระบบนิเวศที่ต้องการ โดยมีมุมมองเกี่ยวกับความสมดุลในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงควบคู่ไปกับการให้ความสำคัญกับมิติของมนุษย์โดยคำนึงถึงการสร้างประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์สังคมสำหรับชุมชน ทั้งนี้การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้แบบใหม่ใช้คุณลักษณะและกรอบระบบนิเวศสังคม (socioecological system: SES) ร่วมกับธรรมาภิบาลเพื่อให้บรรลุเป้าการฟื้นฟูที่อยู่บนฐานของพลวัตที่ไม่สมดุลและการเปลี่ยนแปลงระดับโลกที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในยุคของการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศสังคมและความไม่แน่นอน การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ที่ยั่งยืนควรเพิ่มความสนใจไปที่การส่งเสริมให้เกิดการทำงานของระบบนิเวศที่มีความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยให้ความสำคัญกับความเข้าใจต่อกระบวนการทางนิเวศและพิจารณาบริบทที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์มากขึ้น ทั้งในแง่ของการปรับตัวทางสังคมและการสร้างขีดความสามารถของผู้คน ความท้าทายสำคัญของการนำแนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ไปปรับใช้ ได้แก่

9.1.1 ข้อมูลจากระบบนิเวศในอดีต

การศึกษาจำนวนมากเน้นถึงความจำเป็นของการพิจารณาสภาพระบบนิเวศในอดีตในฐานะของเป้าหมายหรือจุดอ้างอิงของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ ในกรณีที่สภาพป่าในปัจจุบันเป็นผลลัพธ์จากประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตและกระบวนการทางนิเวศวิทยาที่เกิดขึ้น ความรู้เกี่ยวกับอดีตมีประโยชน์ต่อการอธิบายเป้าหมายด้านองค์ประกอบและการทำงานของระบบ เป็นจุดสำหรับการบอกวิถีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต อย่างไรก็ตามความเป็นกังวลเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมระดับโลกต่อระบบนิเวศทำให้เกิดการโต้เถียงถึงประโยชน์ของการใช้ข้อมูลในอดีตเป็นจุดอ้างอิงเพราะเป็นที่ชัดเจนว่าสภาพแวดล้อมในอนาคตจะแตกต่างจากปัจจุบันและแนวโน้มอย่างมากที่จะแตกต่างไปจากอดีต

การรบกวนของมนุษย์ที่มีต่อระบบนิเวศปัจจุบันยังอาจทำให้กระบวนการฟื้นตัวไปสู่สถานะดั้งเดิมเกิดได้ช้าหรือไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับสภาพในอดีตสามารถทำหน้าที่เป็นข้อแนะนำสำหรับอธิบายพลวัตประชากรระยะยาวภายใต้สภาพภูมิอากาศในอดีตแต่ไม่ใช่แม่แบบในการกำหนดเป้าหมายของการฟื้นฟู แม้ว่าการสืบหาข้อมูลในอดีตจะง่ายกว่าการทำนายอนาคต ความมีอคติและความคลุมเครือ ความยากของการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสม และความยากลำบากในการหาข้อมูลเกี่ยวกับพลวัตป่าในระยะยาวทำให้การนำข้อมูลจากอดีตมาใช้กับการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ไม่ได้รับความสำคัญมากนัก

9.1.2 การลงมือปฏิบัติ

การเลือกพื้นที่ศึกษา - การกำหนดขอบเขตของภูมิทัศน์เป็นเรื่องไม่ง่ายเพราะครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ รวมพื้นที่ปกครองหลายแบบทั้งเขตเทศบาล จังหวัด และเขตภูมิภาค แม้ว่าการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้มุ่งเป้าในระดับภูมิทัศน์ แต่มีแนวโน้มของการทำกิจกรรมต่างๆ ในท้องถิ่นด้วยความหวังว่าการผสมผสานวิธีปฏิบัติระดับท้องถิ่นจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับภูมิทัศน์ ในทางปฏิบัติแล้วการเลือกพื้นที่ระดับย่อยถูกจำกัดโดยความไม่เป็นเนื้อเดียวกันทั้งด้านพื้นที่และเวลา ในแง่ของคุณลักษณะทางกายภาพ นิเวศวิทยา และทางสังคม การตัดสินใจว่าจะฟื้นฟูอะไรและที่ไหนยังคงเป็นประเด็นท้าทายสำคัญ ข้อจำกัดทางสังคมรวมถึงความไม่เห็นด้วยของเจ้าของพื้นที่ในการฟื้นฟูเนื่องจากความหนาแน่นของประชากรที่เพิ่มขึ้น ความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและการขาดความตระหนัก ล้วนมีอิทธิพลต่อการเลือกพื้นที่สำหรับการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้

แนวทางฟื้นฟู - ตัวกำหนดความสำเร็จสำคัญอย่างหนึ่งของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้คือการเลือกแนวทางการฟื้นฟูที่เหมาะสม (ตาราง 9.1) ความท้าทายเกิดจากการขาดความเข้าใจที่ชัดเจน (เช่น คำจำกัดความของป่า) ทำให้ไม่สามารถกำหนดเป้าหมายการฟื้นฟูที่ชัดเจน การเลือกแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุดขึ้นกับบริบทและข้อดีข้อเสียระหว่างปัจจัยทางนิเวศและความต้องการของมนุษย์ซึ่งส่งผลต่อการฟื้นตัวของป่า ปัจจัยเหล่านี้รวมทั้งความยืดหยุ่นของระบบนิเวศตามธรรมชาติ ประวัติการใช้ที่ดิน บริบทด้านภูมิทัศน์โดยรอบ และผลลัพธ์ที่ต้องการ (เช่น การฟื้นฟูให้กลับไปเหมือนเดิม หรือเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคต) สถานะความเสื่อมโทรม ข้อจำกัดทางการเงิน และกรอบเวลา (ตาราง 9.1) ตัวอย่างเช่น การฟื้นตัวตามธรรมชาติอาจเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมและคุ้มทุนในการเพิ่มและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตามอาจต้องใช้เวลาหลายปีกว่าที่กระบวนการทางธรรมชาติจะให้ผลทางบวก การปฏิบัติในปัจจุบันจึงเปลี่ยนมาใช้ตัวเลือกที่เข้มข้นมากขึ้น เช่น การฟื้นฟูเชิงรุกผ่านการปลูกพืชท้องถิ่นหรือพืชต่างถิ่นที่คัดเลือกมาด้วยความระมัดระวัง และการส่งเสริมกระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติ สามารถทำให้การฟื้นคืนของการทำงานของระบบนิเวศได้เร็วขึ้นและช่วยสร้างผลลัพธ์ทางบวกด้านเศรษฐศาสตร์และทางสังคม ต้นทุนสำหรับการฟื้นฟูเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเสื่อมโทรมเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการลงทุนโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการฟื้นฟูเชิงรุกทั่วโลก

การคัดเลือกชนิดพืช - การคัดเลือกชนิดพืชเป็นความท้าทายสำคัญเนื่องจากการคัดเลือกชนิดให้เหมาะกับพื้นที่ฟื้นฟูต้องคำนึงถึงสภาพปัจจุบันและอนาคต ความเสี่ยงของการรุกรานโดยชนิดพันธุ์ต่างถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เกี่ยวกับการประเมินเพื่อคัดเลือกชนิดสำหรับปลูกในพื้นที่เสื่อมโทรม การเลือกพืชที่ไม่เหมาะกับพื้นที่อาจนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมที่มากขึ้นกว่าเดิม (เช่น การลดลงของการปกคลุมและความหลากหลายของพืชท้องถิ่น และความแห้งแล้งที่เพิ่มขึ้น) การตัดสินใจเกี่ยวกับชนิดพืชที่จะปลูกขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของโครงการ อนาคตของพืชที่ปลูก และคุณภาพทางพันธุกรรม วัตถุประสงค์โครงการฟื้นฟูมักสามารถช่วยระบุคุณสมบัติอันเป็นที่ต้องการ (เช่น อัตราการเจริญเติบโต ความหนาแน่นเนื้อไม้) และประเภทของพืช (เช่น ไม้ท้องถิ่น หรือ ไม้ต่างถิ่น) ซึ่งจะเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกชนิดที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะพืชหรือชุดของคุณลักษณะกับความสำเร็จของการตั้งตัวของพืชยังมีไม่มากนัก การมีแหล่งเมล็ดที่มีคุณภาพและมีปริมาณมากพอเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของความสำเร็จของการปลูกป่าทุกวิธี

ตาราง 9.1 แนวทางการพิจารณาเพื่อคัดเลือกแนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ที่เหมาะสม (ปรับปรุงจาก Noulèkoun et al., 2021)

	แนวทางการฟื้นฟู		
	แบบรับ	**แบบรุก**	**แบบผสม**
ตัวอย่างยุทธศาสตร์	การฟื้นตัวตามธรรมชาติ	การสร้างป่า/การปลูกป่า	การส่งเสริมการฟื้นตัวตามธรรมชาติ
ระดับของการมีส่วนร่วมของมนุษย์ (แรงงาน)	ต่ำ	มาก	ปานกลาง มาก
ระดับความเสื่อมโทรมพื้นที่	ต่ำ	รุนแรง	ปานกลาง
เวลาที่จำเป็นก่อนเกิดผลลัพธ์ทางบวก	ช้ามาก	เร็ว	ช้า
ต้นทุน	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
บริบท	มีเมล็ดในดินและตัวกระจายเมล็ด พืชเหลืออยู่มาก มีหย่อมป่าใกล้เคียง	ไม่มีหรือมีเมล็ดในดินน้อยมาก พื้นที่โล่งปราศจากไม้ยืนต้น ไม่มีหย่อมพืชช่วยดึงดูดตัวกระจายเมล็ด	มีเมล็ดที่สามารถกระจายเข้าในพื้นที่น้อย ไม่มีแหล่งเมล็ด มีการรบกวน (เช่น ไฟ สัตว์กินพืช)
วิธีการ	ให้ธรรมชาติจัดการ	การหยอดเมล็ด การปลูกกล้าไม้และ/หรือไม้หนุ่ม (เช่น ไม้ท้องถิ่น หรือ ไม้ต่างถิ่นที่เหมาะสม)	การปลูกเสริมโดยใช้เมล็ดหรือต้นไม้
การจัดการทางวนวัฒนวิทยา	การเตรียมพื้นที่ (เช่น การคลุมดิน ทำเนินดิน ทำรอย)	การเตรียมพื้นที่ (เช่น การคลุมดิน ทำเนินดิน) การกำจัดพืชที่ไม่ต้องการ การตัดสางเรือนยอด การใส่ปุ๋ย/การปรับปรุงดิน ระบบน้ำ การตัดแต่งกิ่ง การป้องกันการรบกวน	การเตรียมพื้นที่ (เช่น การคลุมดิน ทำเนินดิน) การสร้างคอนให้นกเกาะ การกำจัดวัชพืชล้มลุก การป้องกันไฟและสัตว์เลี้ยง การตัดสางเรือนยอด การใส่ปุ๋ย/การปรับปรุงดิน

การจัดการทางวนวัฒนวิทยา - ความไม่รู้เกี่ยวกับการจัดการทางวนวัฒนวิทยาเพื่อเอาชนะข้อจำกัดทางชีวภาพและกายภาพของพื้นที่ฟูยังเป็นอีกอุปสรรคหนึ่งที่ท้าทาย ตัวอย่างเช่นการเตรียมพื้นที่ด้วยแรงงานหรือเครื่องจักรจำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อการฟื้นตัวตามธรรมชาติของพืชในพื้นที่ด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการรบกวนก่อนหน้า ในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือสัตว์กินพืชเป็นความท้าทายสำคัญของการฟื้นตัวตามธรรมชาติของป่า ในขณะที่พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมในเขตร้อนแห้งมีประเด็นธาตุอาหารในดินและน้ำเป็นอุปสรรคสำคัญ ดังนั้นการจัดการทางวนวัฒนวิทยามีความสำคัญต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเริ่มต้นโครงการ (ตาราง 9.1) มีการศึกษาการฟื้นฟูในพื้นที่ทำเกษตรเดิมที่เสื่อมโทรมในแอฟริกาตอนตะวันตกและเอเชียกลางที่แสดงว่าระบบน้ำและการบำรุงดินส่งเสริมการตั้งตัวของป่าและกระตุ้นการเจริญเติบโตช่วงแรกของไม้ที่ปลูก ในช่วงต่อมาของการฟื้นฟู การดูแล เช่น การตัดสางและการแต่งกิ่งอาจจำเป็นสำหรับการจัดการป่าปลูกอย่างยั่งยืน เป็นต้น ความสนใจที่มากขึ้นต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมเพิ่มความต้องการเทคนิคใหม่ๆ ของการจัดการเมล็ดและการผลิตกล้าไม้ การปลูกและการจัดการแปลง นอกจากนี้การขาดความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการทางวนวัฒนวิทยาและการขาดแรงจูงใจที่มีประสิทธิภาพเป็นอุปสรรคสำคัญของการใช้วนวัฒนวิทยาในการวางแผนการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้

9.1.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการรบกวนอื่นๆ

ต้นไม้ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการฟื้นฟู มีความเสี่ยงต่อการรบกวนจากธรรมชาติและจากมนุษย์เช่นเดียวกับภูมิทัศน์ป่าฟื้นฟู ความรุนแรงของสภาพอากาศ (เช่น ความแห้งแล้ง) และการรบกวนที่ไม่เคยเกิดขึ้นที่มีอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศ เช่น การระบาดของแมลงและโรค มีแนวโน้มที่จะทำให้กระบวนการทางนิเวศที่ส่งผลต่อการฟื้นตัวของโครงสร้างและการทำงานของป่าเปลี่ยนไป (เช่น การขยับขอบเขตการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต) แบบที่ไม่สามารถกลับมาเป็นเหมือนเดิม ซึ่งแน่นอนว่าส่งผลต่อความยั่งยืนของภูมิทัศน์ป่าฟื้นฟู (รายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ 8) การทำนายการเจริญเติบโตของป่าและการตอบสนองที่เฉพาะเจาะจงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถูกขัดขวางจากความซับซ้อนของระบบและการขาดความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพืช-ดิน-ภูมิอากาศ และความยากของการทำนายภูมิอากาศในอนาคตอย่างแม่นยำ

แม้ว่าการรบกวนจากไฟจะเป็นส่วนหนึ่งของพลวัตทางโครงสร้างป่าของบางระบบนิเวศ แต่การเพิ่มขึ้นของความถี่และ/หรือช่วงเวลาที่เกิดไฟซึ่งอาจเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์หรือการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากมนุษย์อาจส่งผลต่อองค์ประกอบทางโครงสร้างของป่าและความสามารถในการทำงานบางส่วนของระบบนิเวศ เพิ่มความลำบากต่อการฟื้นฟู ในท้ายที่สุดการเปลี่ยนแปลงด้านความแห้งแล้งและความรุนแรงของไฟป่า น้ำท่วม แมลงศัตรูพืชและโรคระบาด การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเพิ่มขึ้นของประชากรจะส่งผลต่อขอบเขตการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตและความสามารถของการปรับตัวในอนาคต

9.1.4 ธรรมาภิบาลและความท้าทายด้านเศรษฐศาสตร์สังคม

มีหลักฐานพิสูจน์ว่าความสำเร็จของการฟื้นฟูขึ้นอยู่กับการสนับสนุน การมีส่วนร่วม และการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกระดับ เช่นเดียวกันกับระบบธรรมาภิบาลที่มีอยู่ การขาดข้อตกลงร่วมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นความท้าทายสำคัญต่อการนำแนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ไปปรับใช้ให้ประสบความสำเร็จ ที่ผ่านมาแนวทางทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้มักถูกนำไปใช้ท่ามกลางสภาพแวดล้อมที่มีระบบธรรมาภิบาลอ่อนแอ มีประวัติความขัดแย้งของสิทธิ์และการถือครองที่ดิน การขาดความเชื่อมโยงระดับนโยบายและปัญหาการเลือกปฏิบัติเชิงโครงสร้างกับผู้หญิงและชุมชนดั้งเดิม

ในการริเริ่มนำแนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ไปปรับใช้ควรให้ความสำคัญกับกลุ่มทางสังคมอย่างเท่าเทียมกัน เปิดรับฟังความคิดเห็นเพื่อวางแผนป้องกันการขัดผลประโยชน์ระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายระดับ รวมถึงหน่วยรัฐบาลระดับประเทศที่ดูแลภูมิทัศน์เป้าหมายในหลายมิติ (เช่น การตัดสินใจ การกำหนดนโยบาย และการดำเนินงาน) รวมถึงภาคส่วนอื่นๆ (เช่น การท่องเที่ยวและอุตสาหกรรม) ในหลายระดับตั้งแต่ท้องถิ่นไปจนถึงระดับนานาชาติ ประเด็นความขัดแย้งที่ได้รับความสนใจในระดับท้องถิ่นอาจเป็นเรื่องของการถือครองที่ดินและการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องแต่อาจไม่สอดคล้องกับกฎหมายและข้อกำหนดด้านการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ระดับประเทศ

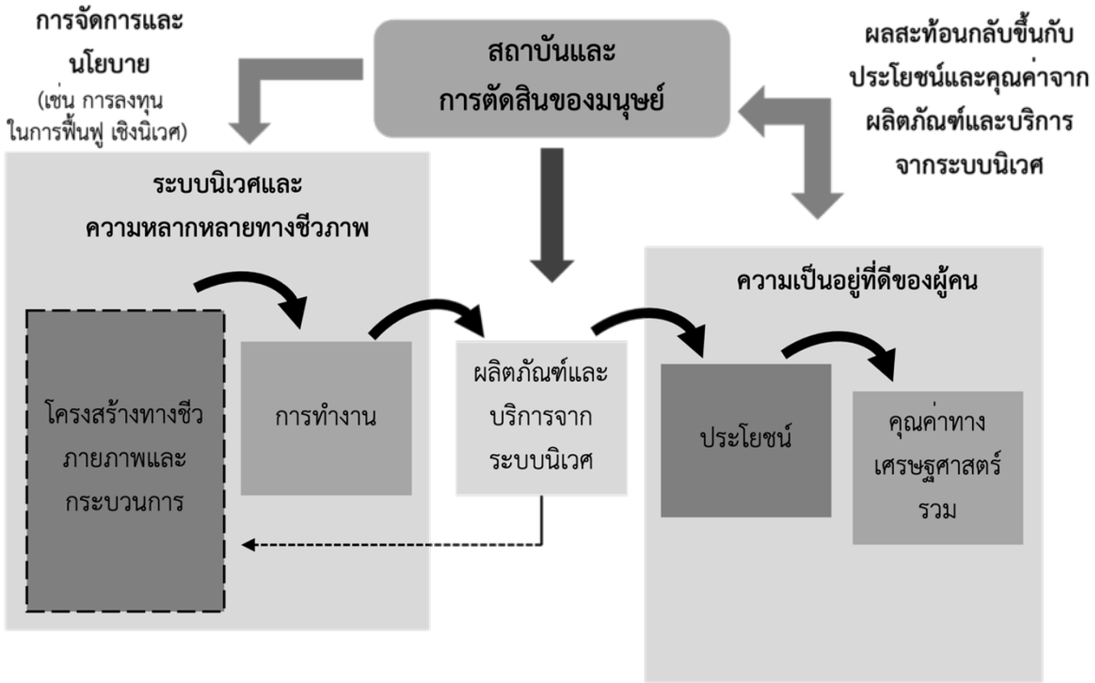
อีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้คือการเปลี่ยนแปลงของบริบททางสังคมและทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง แรงกดดันจากการเติบโตของประชากร โลกาภิวัตน์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงด้านนโยบาย ซึ่งบ่งชี้ถึงความจำเป็นของการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ที่ต้องปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ความท้าทายด้านอื่นๆ เช่น การวางแผนและการจัดลำดับความสำคัญที่ไม่เหมาะสม การขาดความชัดเจนของแนวคิด และแนวทางที่ชัดเจนสำหรับประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือ การสนับสนุนงบที่ไม่ต่อเนื่องและไม่เพียงพอ ความเสี่ยงต่อการเกิดช่องว่างความกระตือรือร้นเนื่องจากความคาดหวังที่ต่างกัน และช่องว่างของความรู้และการลงมือปฏิบัติอาจขัดขวางความสำเร็จระยะยาวของการนำแนวทางการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้ไปประยุกต์ใช้

9.2 แง่มุมด้านเศรษฐศาสตร์และการเมือง

เท่าที่มีการรายงานเกี่ยวกับต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากมนุษย์ งานของ Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB) นับว่ามีความหวังมากที่สุด เป็นการศึกษาในหลายประเทศที่เน้นต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของความเสื่อมโทรมระดับนิเวศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงต้นทุนของการไม่ลงมือปฏิบัติพร้อมทั้งเสนอคำตอบชัดเจนที่จะสามารถขับเคลื่อนสังคมโลกไปสู่ความยั่งยืน รายงานถูกแยกตามกลุ่มเป้าหมายในภาษาที่เข้าใจง่ายสื่อสารถึงความเสียหายมหาศาลจากความเสื่อมโทรมทางนิเวศวิทยาและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและความจำเป็นของการลงทุนในการฟื้นฟูระบบนิเวศเสื่อมโทรมและทำให้ภูมิทัศน์ที่ถูกแยกส่วนกลับมามีชีวิตเช่นเดิม

ในหลายประเทศ เช่น แอฟริกาใต้ เอกวาดอร์ คอสตาริกา ญี่ปุ่น และบราซิล บางรัฐในแคนาดาและสหรัฐอเมริกา เม็กซิโก การฟื้นฟูเชิงนิเวศถูกพิจารณาให้เป็นยุทธวิธีการพัฒนาอย่างยั่งยืนเช่นเดียวกับการอนุรักษ์ ผู้ปฏิบัติไม่จำเป็นต้องเลือกระหว่างการพัฒนาและการอนุรักษ์เมื่อต้นทุนและประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ถูกรวมอยู่ในการประเมินคุณค่าของการฟื้นฟู มีการสร้างแรงจูงใจโดยใช้กฎหมายเพื่อให้แนวคิดสามารถเกิดขึ้นได้จริง ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและผู้มีอำนาจในการตัดสินใจจำเป็นต้องมีความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับความสำคัญของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อสังคมมนุษย์ ซึ่งอาจถูกอธิบายเชิงเปรียบเทียบในฐานะทุนทางธรรมชาติหมุนเวียน (renewable natural capital) หรือโครงสร้างทางนิเวศวิทยา (ecological infrastructure) ภาพ 9.2 แสดงความแตกต่างระหว่างการทำงานของระบบนิเวศผลิตภัณฑ์และบริการจากระบบนิเวศ รวมถึงบทบาทสำคัญของผลิตภัณฑ์และบริการ ตัวอย่างเช่น บริการด้านน้ำสะอาดเชื่อมโยงกับการทำหน้าที่ของระบบนิเวศในกระบวนการทำให้น้ำสะอาด และอยู่บนฐานของโครงสร้างและกระบวนการของระบบนิเวศ เช่น พลวัตห่วงโซ่อาหารและการหมุนเวียนธาตุอาหาร

งานศึกษาของ TEEB อธิบายประโยชน์เชิงนิเวศ วัฒนธรรมสังคม และเศรษฐศาสตร์แยกจากคุณค่า คือสิ่งที่สามารถวัดได้ในแง่ที่ผู้คนได้รับจากผลิตภัณฑ์และบริการจากระบบนิเวศ ในขณะที่คุณค่าถูกประเมินโดยนักเศรษฐศาสตร์และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ตัวอย่างเช่น ประโยชน์จากการจับปลาในฐานะอาหารต่อผู้คน แต่สำหรับชาวประมงอาจเป็นคุณค่าในฐานะเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม หรือในฐานะรายได้จากตลาด แต่การให้คุณค่าของประโยชน์เหล่านี้อาจเป็นองค์ประกอบที่ขึ้นกับบุคคลที่เป็นคนประเมิน ทั้งนี้ทั้งคุณค่าของการใช้ประโยชน์และคุณค่าของการไม่ได้ใช้ประโยชน์ (use and non-use values) หรืออาจเรียกว่าคุณค่าของการใช้ประโยชน์ทางรุกและทางรับ (active and passive-use values) ล้วนมีทั้งที่สามารถระบุตัวเลขเทียบเท่าทางการเงินได้และที่ไม่สามารถทำได้ ทั้งหมดนี้รวมอยู่ในคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้งหมด (ภาพ 9.2) แนวทางการตีมูลค่าจากระบบนิเวศสามารถช่วยส่งเสริมการทำงานร่วมกันขององค์ความรู้ด้านนิเวศวิทยาการฟื้นฟูและเศรษฐศาสตร์ (TEEB, 2011)



ภาพ 9.2 โครงสร้างเชิงแนวคิดสำหรับการเชื่อมโยงระบบนิเวศและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์
(ปรับปรุงจาก van Andel and Aronson, 2012)

มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาความเชื่อมโยงของการฟื้นฟูบริการระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพในมุมมองของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นศูนย์กลางไปพร้อมกัน งานดังกล่าวบ่งชี้ถึงความจำเป็นของการลงทุนในภาคเอกชนและสาธารณะในการฟื้นฟูทั้งสองมุมมอง หลักการทางเศรษฐศาสตร์จะช่วยผลักดันให้การฟื้นฟูเข้าไปอยู่ในความสนใจของเศรษฐศาสตร์และการเมืองกระแสหลัก ตัวอย่างสำคัญที่กำลังมีการศึกษาพัฒนาในประเทศไทย เช่น การจ่ายค่าตอบแทนบริการระบบนิเวศ (payments for ecosystem services; PES) หลักการนี้ได้ถูกผนวกเข้าในกลไกการต่อรองที่กำลังดำเนินอยู่ในปัจจุบัน เช่น REDD+ เป็นความพยายามลดการปลดปล่อยก๊าซจากการตัดไม้ทำลายป่าและความเสื่อมโทรมผ่านกระบวนการจ่ายค่าตอบแทนบริการต่างๆ ให้กับโครงการอนุรักษ์และโครงการฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศกำลังพัฒนา ที่น่าจะก่อให้เกิดประโยชน์กับชุมชนท้องถิ่นที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การฟื้นฟูเชิงนิเวศควรจะมีการวางแผนในฐานะของการเป็นส่วนหนึ่งของการขับเคลื่อนระดับโลกนำไปสู่ความยั่งยืนในระดับภูมิทัศน์และทางชีวภาพ มีหลักฐานสนับสนุนมากขึ้นแสดงถึงความสมเหตุสมผลของการลงทุนในการฟื้นฟูทุนธรรมชาติหมุนเวียน ในแง่ของความคุ้มค่าของการลงทุนและผลตอบแทนเมื่อประโยชน์ที่จะได้รับจากการดูแลความหลากหลายทางชีวภาพและบริการจากระบบนิเวศได้ถูกนำไปพิจารณาร่วมด้วย ทั้งนี้กฎหมายและแรงจูงใจทางเศรษฐศาสตร์จะเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างแนวปฏิบัติสำหรับการสร้างความเข้าใจเชิงลึกต่อคุณค่าที่แท้จริงของทุนทางธรรมชาติและบริการจากระบบนิเวศที่ประเมินโดยหลักเศรษฐศาสตร์นิเวศ

จากมุมมองของผู้กำหนดนโยบาย การฟื้นฟูมีประโยชน์ด้านอื่นที่น่าสนใจ โปรแกรมการฟื้นฟูเชิงนิเวศสามารถช่วยสร้างโอกาสในการจ้างงานจำนวนมากหลากหลายรูปแบบ รวมถึงการส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีของคนในพื้นที่ห่างไกล นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากมนุษย์ด้วย การฟื้นฟูเชิงนิเวศกำลังเริ่มถูกนำเข้าไปผนวกกับนโยบายสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับประเทศและระดับโลก อย่างไรก็ตามสิ่งที่กำลังเกิดขึ้นอาจไม่ทันกับความเร็วของสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

ความคิดทางเศรษฐศาสตร์และนิเวศวิทยาสมัยใหม่ต้องรวมการเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในวัฒนธรรมเกี่ยวกับการเมืองและเศรษฐศาสตร์เข้าไปด้วย เพื่อทำให้เกิดกฎหมายและการสร้างแรงจูงใจทางเศรษฐกิจอย่างถูกต้องในเรื่องการฟื้นฟู เป็นที่ชัดเจนว่าการตลาดเพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถกระตุ้นความก้าวหน้าของงานด้านนี้ได้ ในอนาคตกระบวนการทางกฎหมายจำเป็นต้องทำให้มั่นใจถึงมาตรการในการบรรเทาและการจ่ายค่าทดแทนที่เกี่ยวกับการฟื้นฟู เป็นประเด็นสำคัญที่ผู้ลงทุนภาคเอกชนและสาธารณะจำเป็นจะต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะโครงการที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผู้ปฏิบัติด้านการฟื้นฟูมีพันธะกิจในการสื่อสารความจำเป็นเหล่านี้ต่อสาธารณชนและส่งเสริมการสื่อสารในทุกโอกาสที่เป็นไปได้ ท่ามกลางวิกฤติทางสิ่งแวดล้อมการมีส่วนร่วมทางการเมืองไม่ได้เป็นแค่ทางเลือกแต่เป็นความจำเป็น องค์ความรู้ข้ามสาขาวิชามีความจำเป็นอย่างมากต่อการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

9.3 องค์ความรู้ข้ามสาขาและวิทยาศาสตร์แห่งความยั่งยืน

การฟื้นฟูเชิงนิเวศจะก้าวไปสู่ความสำเร็จได้ต้องเกิดขึ้นด้วยความร่วมมือที่ประกอบด้วยผู้คนจากหลากหลายสาขา เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ผู้จัดการ ผู้เชี่ยวชาญแต่และด้านบุคคลทั่วไปทั้งในเมืองและในชนบทขึ้นกับบริบทที่เหมาะสมกับโครงการฟื้นฟู อุปสรรคสำคัญอย่างหนึ่งที่ขัดขวางการทำงานข้ามสาขาคือการสื่อสาร ในงานของ van Andel and Aronson (2012) ระบุสาเหตุไว้ 3 ด้าน ได้แก่

1) ไม่มีความโปร่งใสด้านจรรยาบรรณระหว่างนักวิจัย

2) ความอ่อนแอของการร่วมมือข้ามสาขา (เช่น ระหว่างนักนิเวศวิทยาและนักสังคมวิทยา)

3) ไม่มีการร่วมมือและการให้ข้อเสนอแนะระหว่างนักวิทยาศาสตร์และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งตามหน้าที่ที่ต่างกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกิดจากความอยากรู้อยากเห็น (autonomous, basic and curiosity-driven science หรือ ABC science) วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (applied science) วิทยาศาสตร์ตามบริบท (contextualized science) และวิทยาศาสตร์การเมือง (politicized science) ทั้งนี้ความไม่เข้าใจเกี่ยวกับบริบททางสังคมของโครงการวิจัยอาจทำให้เกิดการเข้าใจผิดด้านจรรยาบรรณที่ตกลงร่วมกัน นักวิจัยมีการค้นหาคำตอบโดยใช้เครื่องมือแตกต่างกัน และพัฒนาคุณค่าหลักต่างกัน ตรรกะหลักและจิตวิทยาที่ต่างกันเกี่ยวกับสิ่งที่ทำ (Merton, 1973)

องค์ความรู้ข้ามสาขาระหว่างเศรษฐศาสตร์และนิเวศวิทยาเป็นความหวังหนึ่งของการฟื้นฟูเชิงนิเวศ ทั้งเศรษฐศาสตร์และนิเวศวิทยามีลักษณะหลายอย่างที่คล้ายคลึงกัน รวมถึงวิธีการทดสอบที่มีแนวคิดเชิงปริมาณ และความสนใจในทรัพยากรที่ลดน้อยลง และแนวคิดแบบองค์รวมต่อการวิเคราะห์ต้นทุน-ประโยชน์ (cost-benefit analyses) นอกจากนี้วารสารชั้นนำ เช่น Journal of Applied Ecology ได้เปิดโอกาสสำหรับการสร้างองค์ความรู้ข้ามสาขาระหว่างนักนิเวศวิทยาและนักสังคมศาสตร์ ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์การฟื้นฟูได้ตระหนักมากขึ้นถึงความจำเป็นในการผนวกเอามิติของมนุษย์และสังคมเข้าไปในกระบวนการวางแผนการทำงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นของการสื่อสาร การถ่ายทอดสู่นโยบาย และการช่วยเหลือการจัดการทางสิ่งแวดล้อม

กระบวนทัศน์ใหม่เพื่อทำความเข้าใจลักษณะสำคัญของปฏิสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติและสังคมจะช่วยยกระดับวิทยาศาสตร์แห่งความยั่งยืน ในระดับที่เข้าใจง่ายวิทยาศาสตร์แห่งความยั่งยืนประกอบด้วยแขนงของวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนเป้าหมายสำหรับความยั่งยืน ทั้งนี้การพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development) หมายถึง การพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนในปัจจุบันโดยไม่ลดทอนความสามารถของคนในอนาคตที่จะตอบสนองความต้องการของตัวเอง การบูรณาการความรู้ข้ามสาขาในโครงการฟื้นฟูเชิงนิเวศขึ้นอยู่กับเป้าหมายและคำถามที่ต้องการคำตอบ แต่ในทุกกรณีการพิจารณาถึงความรู้ข้ามสาขาเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่ามกลางความท้าทายในปัจจุบันและความเป็นจริงที่ว่าไม่มีรูปแบบการฟื้นฟูใดที่เหมาะสมกับทุกบริบท

การแก้ไขปัญหาจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เครื่องมือที่มีอยู่ ในขณะเดียวกันต้องมีการประเมินเครื่องมือเหล่านี้ในแง่ของความสามารถในการประยุกต์ใช้กับปัญหา ขึ้นอยู่กับศาสตร์ความรู้ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และความเร่งด่วนของสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ด้วย แนวทางในการแก้ไขปัญหาอาจเป็นได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนของโลกท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงที่ยากต่อการทำนาย

9.4 เป้าหมายแห่งการพัฒนาที่ยั่งยืนและการฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้

เมื่อปี ค.ศ. 2015 สหประชาชาติได้ประกาศเป้าหมายแห่งการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) 17 ด้าน ที่จะนำไปสู่โลกที่ดีและยั่งยืนสำหรับทุกคนภายในปี ค.ศ. 2030 (ภาพ 9.3) SDGs เป็นส่วนขยายที่พัฒนามากจากเป้าหมายการพัฒนาสหัสวรรษ 8 ด้าน (Millennium Development Goals: MDGs) เป็นทิศทางที่มีการดำเนินการระดับโลกเพื่อลดความยากจนในช่วงปี ค.ศ. 2000-2015 นับเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ที่ความร่วมมือระดับนานาชาติสามารถมีส่วนกำหนดเป้าของการพัฒนาอย่างยั่งยืนระดับโลกที่มีความครอบคลุมทั้งวัตถุประสงค์ด้านสังคม (เชื่อมต่อจาก MDGs) และด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อเนื่องจากปฏิญญาริโอ ค.ศ. 1992 และการประชุม COP ภายหลัง) ความพิเศษและโดดเด่นของ SDGs คือการระบุเจตนาที่จะขจัดความยากจนในทุกรูปแบบในทุกภูมิภาคของโลก รายละเอียดสรุปของแต่ละเป้าหมายแสดงในตาราง 9.2

ภาพ 9.3 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (ที่มา https://www.globalgoals.org/resources)

SDGs เป็นการบูรณาการเป้าหมายสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่มุ่งหมายให้เกิดอนาคตที่ยั่งยืนมากขึ้นใน ค.ศ. 2030 วาระเหล่านี้กำหนดขึ้นเพื่อรับมือกับปัญหาของโลก เช่น ความยากจน ความไม่เท่าเทียม ภูมิอากาศ ความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อม และความยุติธรรม

- ความเจริญทางเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางสังคม และการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมสามารถเกิดขึ้นได้จำเป็นต้องมีการผลักดัน SDGs ในทุกวาระ ให้เกิดความเชื่อมโยงทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก
- ความพยายามร่วมจากหลายภาคส่วน (รัฐบาล บริษัท และภาคประชาสังคม) มีความจำเป็นเพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงสังคมระดับโลก SDGs สามารถดึงความสนใจร่วมและขับเคลื่อนหลายภาคส่วนไปด้วยกัน ความมุ่งหวังในการแก้ไขปัญหาระดับโลกจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากปราศจากการทำงานร่วมกันอย่างแท้จริง

ตาราง 9.2 เป้าหมายแห่งการพัฒนาอย่างยั่งยืน 17 ด้าน (ที่มา: www.sustainabledevelopment.un.org)

เนื้อหาแบบย่อ	เนื้อหาแบบย่อ
1. กำจัดความยากจนในทุกรูปแบบทุกที่	10. ลดความเหลื่อมล้ำภายในและระหว่างประเทศ
2. กำจัดความหิวโหย สร้างความมั่นคงทางอาหารและปรับปรุงสารอาหารและส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน	11. ทำให้เมืองและที่อยู่อาศัยมีความพร้อม ปลอดภัย สามารถรับการเปลี่ยนแปลงและยั่งยืน
3. ทำให้มั่นใจถึงการมีสุขภาพแข็งแรงและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีในทุกช่วงอายุ	12. ทำให้เกิดการบริโภคและรูปแบบการผลิตที่ยั่งยืน
4. ทำให้มั่นใจถึงการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียมและส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิตสำหรับทุกคน	13. ลงมือปฏิบัติเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบอย่างเร่งด่วน
5. ทำให้ผู้หญิงและเด็กหญิงทุกคนได้รับความเท่าเทียมทางเพศและมีอำนาจในการตัดสินใจ	14. อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเลและทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน
6. ทำให้มั่นใจถึงความสามารถในการใช้น้ำ การจัดการน้ำอย่างยั่งยืนและสุขอนามัยสำหรับทุกคน	15. ปกป้อง ฟื้นฟู และส่งเสริมการใช้ประโยชน์ระบบนิเวศทางบก การจัดการป่าอย่างยั่งยืน การต่อสู้กับการเปลี่ยนเป็นทะเลทราย การหยุดและการปรับปรุงความเสื่อมโทรมของที่ดิน และหยุดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
7. ทำให้ทุกคนเข้าถึงพลังงานที่สามารถมีได้ เชื่อถือได้ มีความยั่งยืนและทันสมัย	16. ส่งเสริมสังคมที่มีความหลากหลายและสันติภาพ ทุกคนเข้าถึงความยุติธรรม สร้างสถาบันที่มีประสิทธิภาพ ตรวจสอบได้ และสมบูรณ์ทุกระดับ
8. ส่งเสริมการมีอยู่ของการเติบโตด้านเศรษฐกิจที่ยั่งยืน การจ้างงานและการทำงานที่เหมาะสมสำหรับทุกคน	17. สร้างความเข้มแข็งให้กับวิธีการทำงานและความร่วมมือระดับโลกสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน
9. สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความยืดหยุ่น สนับสนุนอุตสาหกรรมที่หลากหลายและส่งเสริมนวัตกรรมใหม่ที่ยั่งยืน	

ปัจจุบันประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ป่าทั่วโลกได้ถูกทำลายไปและอีกกว่าร้อยละ 20 ได้ถูกทำให้อยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรม ความเป็นจริงดังกล่าวทำให้การทำลายป่าเป็นสาเหตุสำคัญอันดับสองของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มากกว่าภาคการขนส่งทั่วโลกทั้งหมด (คิดเป็นร้อยละ 24 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด) ความเสื่อมโทรมของภูมิทัศน์ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ส่งผลทางลบต่อความเป็นอยู่ของผู้คนอย่างน้อย 3.2 พันล้านคนทั่วโลก และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและบริการจากระบบนิเวศคิดเป็นตัวเลขสูงมากกว่าร้อยละ 10 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมทั่วโลกประจำปี ความเสื่อมโทรมของป่าและสภาพดินเพิ่มการแก่งแย่งทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลต่อการอพยพของผู้คนและนำไปสู่ความขัดแย้งที่เพิ่มขึ้น

ความสำเร็จของ SDGs จะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อมีการลงมือปฏิบัติอย่างเร่งด่วน และประสานความร่วมมือกันอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อหลีกเลี่ยงและลดความเสื่อมโทรมของดินและส่งเสริมกิจกรรมการฟื้นฟูนำไปสู่ผลกระทบทางบวกในทุกมิติของการพัฒนา ความเชื่อมโยงที่เป็นพลวัตระหว่างระบบนิเวศต่างๆ ภูมิอากาศและสังคมมนุษย์แสดงถึงความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นฟูภูมิทัศน์ก่อให้เกิดประโยชน์ทางบวกทวีคูณ การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้จะเพิ่มความมั่นคงทางอาหารและน้ำ การดูดซับคาร์บอน ส่งเสริมการปรับตัวและความสามารถในการรับมือการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ และลดความเสี่ยงที่เกิดจากความขัดแย้งของประเด็นทรัพยากรธรรมชาติและการอพยพย้ายถิ่น ผลตอบแทนทางสังคมของการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมในระดับโลกถูกประเมินไว้ที่ 5 ดอลลาร์สหรัฐต่อการลงทุน 1 ดอลลาร์สหรัฐ ข้อเท็จจริงดังกล่าวแสดงถึงโอกาสการลงทุนที่ดีสำหรับทั้งประเทศพัฒนาและกำลังพัฒนา

SDGs มองเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องรักษาไว้ซึ่งสิทธิและอนาคตของผู้คนทั่วโลกและเน้นย้ำถึงการมีระบบนิเวศที่แข็งแรงและมีเสถียรภาพเป็นส่วนสำคัญ การเปลี่ยนแปลงในด้านการฟื้นฟูความสามารถในการผลิตของพื้นที่เสื่อมโทรมต้องการความร่วมมือและการวางแผนระหว่างภาคส่วน ความสอดคล้องของนโยบายและความสอดคล้องกันของยุทธศาสตร์และแผนระดับชาติ การใช้กรอบความร่วมมือในการกำหนดนโยบายและเงื่อนไขการลงทุนภาคเอกชนรวมทั้งการสร้างรูปแบบการทำงานร่วม ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเรียกร้องให้มีการยกระดับการทำงานร่วมกันระหว่าง SDGs มุ่งเน้นพื้นที่ที่มีข้อดีข้อเสียสำคัญ ยุทธศาสตร์การฟื้นฟูสามารถสร้างสมดุลระหว่างความต้องการของผู้ใช้ประโยชน์ที่ดินและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่หลากหลายเมื่อวางแผนในระดับภูมิทัศน์ร่วมกันผ่านการประสานงานในหลายมิติ

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติทำให้หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องนำการพัฒนาอย่างยั่งยืนมาช่วยเสริมกลยุทธ์การอนุรักษ์แบบดั้งเดิม ทำให้การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เกิดประโยชน์สูงสุด การฟื้นฟูเชิงนิเวศเป็นส่วนสำคัญที่จะเปลี่ยนให้พื้นที่เสื่อมโทรมกลับมามีความสามารถในการผลิต และเพิ่มกำลังการผลิตของภูมิทัศน์ เพื่อเสริมสร้างกระบวนการทางนิเวศวิทยาตามธรรมชาติที่เป็นแหล่งผลิตอากาศ อาหาร และน้ำที่น้ำสะอาด การฟื้นฟูเชิงนิเวศเป็นเครื่องมือที่สามารถทำให้ SDGs มีความเป็นไปได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

บทที่ 1

Higgs, E.S., 2003. Nature by Design: People, Natural Process and Ecological Restoration. MIT Press, Cambridge, MA.

Holling, C.S., 1992. Cross-scale morphology, geometry, and dynamics of ecosystems. Ecological Mono graphs 62:447–502.

Jalonen, R., M. Valette, D. Boshier, J. Duminil and E. Thomas, 2018. Forest and landscape restoration severely constrained by a lack of attention to the quantity and quality of tree seed: Insights from a global survey. Conservation Letters, 11:e12424. https://doi.org/10.1111/conl.12424

Moore, M. M., W. W. Covington and P.Z. Fulé, 1999. Reference conditions and ecological restoration: a southwestern ponderosa pine perspective. Ecological Application, 9(4), pp. 1266-1277.

SER International Science and Policy Working Group, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.

van Andel, J. and J. Aronson, 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing Ltd., West Sussex.

van Andel, J., J.P. Bakker and R.W. Snaydon, Disturbance in Grasslands: Causes, Effects and Processes. Junk Publishers, Dordrecht.

Whitham T.G., W.P. Young, G.D. Martinsen et al., 2003. Community and ecosystem genetics: a conse quence of the extended phenotype. Ecology, 84, 559-573.

Young, T.P., D.A. Peterson and J.J. Clary, 2005. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. Ecology Letters, 8: 662-673.

บทที่ 2

Ashton, M.S., C.V.S. Gunatilleke, B.M.P. Singhakumara and I.A.U.N. Gunatilleke, 2001. Restoration pathways for rain forest in southwest Sri Lanka: a review of concepts and models. Forest Ecology and Management, 154: 409-430.

Ashton, M.S. and G. Bloomfield, 2016. Introduction to disturbance, regeneration, and succession of tropical forests. Tropical forest restoration in mosaic landscapes of Southeast Asia Course. Environmental Leadership and Training Initiative. School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, Connecticut.

Keddy, P.A., 2007. Plant ecology: origins, processes, consequences, Cambridge University Press, New York.

Letcher, S.G. and R.L. Chazdon, 2009. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. Biotropica, 41: 608-617.

Lamb, D., P.D. Erskine and J.D. Parrotta, 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. Science, 310: 1628-1632.

Mata, S., J.M.A. Braga, P. Moser, R.A. Sartori, A. Sánchez-Tapia and J.B.B. Sansevero, 2022. Forever young: arrested succession in communities subjected to recurrent fires in a lowland tropical forest. Plant Ecology, 223, 659–670. https://doi.org/10.1007/s11258-022-01239-4

Reynolds, H. L. and S.W. Pacala, 1993. An analytical treatment of root- to-shoot ratio and plant competition for soil nutrient and light. The American Naturalist, 141, 51–70.

Royo, A. A. and W. P. Carson, 2006. On the formation of dense understory layers in forests world wide: Consequences and implications for forest dynamics, biodiversity, and succession. Canadian Journal of Forest Research, 36, 1345–1362.

Stromayer, K. A. K. and R.J. Warren, 1997. Are overabundant deer herds in the eastern United States creating alternate stable states in forest plant communities? Wildlife Society Bulletin, 25, 227–234.

Thrippleton, T., H. Bugmann, R.S. Snell, 2018. Herbaceous competition and browsing may induce arrested succession in central European forests. Journal of Ecology, 106:1120-1132.

van Andel, J. and J. Aronson, 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing Ltd., West Sussex.

Walker, L.R., Walker J. and R. del Moral, 2007. Forging a new alliance between succession and restoration. In Walker, L.R., Walker J. and R.J. Hobbs (Eds.) Linking restoration and ecological succession, Springer series on environmental manage ment, Springer, p. 1-18.

บทที่ 3

Ehrlich, P.R., C. Kremen and A.H. Ehrlich, 2013. Human Impacts on Ecosystems: An Overview, Editor(s): Simon A Levin, Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition), Academic Press, Pages 153-161, ISBN 9780123847201, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00371-3.

Fonseca, M.S., 2008. Edge Effect, Editor(s): Sven Erik Jørgensen, Brian D. Fath, Encyclopedia of Ecology, Academic Press, Pages 1207-1211,ISBN 9780080454054, https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00486-9.

Henneman, M. L. and J. Memmott, 2001. Infiltration of a Hawaiian community by introduced biological control agents. Science, 293: 1314 – 1316.

Koh, L.P., C.J. Kettle, D. Sheil, T.M. Lee, X. Giam, L. Gibson and G.R. Clements, 2013. Biodiversity State and Trends in Southeast Asia, Editor(s): Simon A Levin, Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition), Academic Press, Pages 509-527, ISBN 9780123847201, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00357-9.

Larsen, T.H., N.M. Williams and C. Kremen, 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. Ecology Letters, 8: 538–547.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington DC; 137 pp.

Morris, R.J., O.T. Lewis and H.C.J. Godfray, 2004. Experimental evidence for apparent competition in a tropical forest food web. Nature, 428: 310 – 313.

Morris, R.J., 2010. Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity: a network structure and eco system functioning perspective. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 365: 3709–3718.

Rooney, N., K. McCann, G. Gellner and J.C. Moore, 2006. Structural asymmetry and the stability of diverse food webs. Nature, 442: 265–269.

Slade, E.M., 2007 The effects of tropical forest management on biodiversity and ecosystem functioning. DPhil thesis, Department of Zoology, University of Oxford.

Terborgh, J. et al., 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. Science, 294:1923–1926.

Traill, L.W., M. Lim, N.S. Sodhi and C.J.A. Bradshaw, 2010. Mechanisms driving change: altered species inter- actions and ecosystem function through global warming. Journal of Animal Ecology, 79: 937–947.

Tylianakis, J.M., T. Tscharntke and O.T. Lewis, 2007. Habitat modification alters the structure of tropical host – parasitoid food webs. Nature, 445: 202–205.

บทที่ 4

เดีย พนิตนาถ แซนนอน, พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์, อังคณา อินตา, พิมพิมล แก้วมณี แลtธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ. 2565. การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้กับความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชน(รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Bentrup, G., 2008. Conservation Buffers: Design guidelines for buffers, corridors, and greenways. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern

Research Station, North Carolina.Bloomfield, G. and A. Calle, 2016. Tropical forest restoration for ecosystem services.Tropical forest restoration in mosaic landscapes of Southeast Asia Course. Environmental Leadership and Training Initiative. School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, Connecticut.

Elliott, S.D., D. Blakesley and K. Hardwick, 2012. Restoring Tropical Forests: a practical guide. Royal Botanical Gardens, Kew; 344 pp.

Forest Restoration Research Unit, 2008. Research for Restoring Tropical Forest Ecosystems: A Practical Guide. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University, Thailand, 144 pp.

IUCN and WRI, 2014. A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level. Working Paper (Road-test edition). Gland, Switzerland: IUCN. 125pp.

Montagnini, F. and C. Finney, 2010. Restoring degraded landscapes with native species in Latin America. Nova Science Publishers, New York.

Pothong, T., S. Elliott, S. Chairuangsri, W. Chanthorn, D.P. Shannon and P. Wangpakapattanawong, 2022. New allometric equations for quantifying tree biomass and carbon sequestration in seasonally dry secondary forest in northern Thailand. New Forests, 53: 17–36. https://doi.org/10.1007/s11056-021-09844-3

Riebeek, H., 2011. The Carbon Cycle. Retrieved July 26, 2020, from http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/

Ruiz-Jaen, M. C. and C. Potvin, 2011. Can we predict carbon stocks in tropical ecosystems from tree diversity? Comparing species and functional diversity in a plantation and a natural forest. New Phytologist, 189: 978-987.

Tunjai, P. and S. Elliott, 2012. Effects of seed traits on the success of direct seeding for restoring southern Thailand's lowland evergreen forest ecosystem. New Forests, 43: 319–333. https://doi.org/10.1007/s11056-011-9283-7

van Andel, J. and J. Aronson, 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing Ltd. 381 pp.

บทที่ 5

เดีย พนิตนาถ แชนนอน, พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์, อังคณา อินตา, พิมพิมล แก้วมณี และ ธนากร ลัทธิถีระสุวรรณ. 2565. การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้กับความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชน (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Downs, A., 1972. Up and down with ecology: the “issue-attention cycle”. Public Interest 28:38–50

Durand, M., 2015. The OECD Better Life Initiative: How's Life? and the Measurement of Well-Being. Review of Income and Wealth, 61: 1, 4-17; https://doi.org/10.1111/roiw.12156

Höhl, M., V. Ahimbisibwe, J.A. Stanturf, P. Elsasser, M. Kleine and A. Bolte, 2020. Forest Landscape Restoration – What Generates Failure and Success? Forests,11(9): 938; doi:10.3390/f11090938

IUCN, 2021. Forest landscape restoration pathways to achieving the SDGs. Retrieved from https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/forest_landscape_restoration_pathways_to_achieving_the_sdgs.pdf

Noulèkoun, F., S. Mensah, E. Birhane, Y. Son and A. Khamzina, 2021. Forest Landscape Restoration under Global Environmental Change: Challenges and a Future Road map. Forests, 12, 276, 1-13.

RECOFTC, 2020. คู่มือพลเมืองสร้างป่า. เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

Stanturf, J.A., M. Kleine, S. Mansourian, J. Parrotta, P. Madsen, P. Kant, J. Burns and A. Bolte, 2019. Implementing forest landscape restoration under the Bonn Challenge: a systematic approach. Annals of Forest Science, 76: 50, 1-21; https://doi.org/10.1007/s13595-019-0833-z

Viani, R.A.G., K.D Holl, A. Padovezi, B.B.N Strassburg, F.T. Farah, L.C. Garcia, R.B. Chaves, R.R. Rodrigues and P.H.S. Brancalion, 2017. Protocol for Monitoring Tropical Forest Restoration. Tropical Conservation Science, 10: 1-8.

บทที่ 6

เดีย พนิตนาถ แชนนอน, พิมลรัตน์ เทียนสวัสดิ์, เทิด ดิษยธนูวัฒน์, พิมพิมล แก้วมณี, จุฑาธิป ใจนวล และ ชาครียา แสงสุภา. 2566. การประเมินการเปลี่ยนแปลงและการบริการเชิงระบบนิเวศของป่าฟื้นฟูจังหวัดน่าน (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Danielsen F., Burgess N.D., Jensen P.M. and Pirhofer-Walzl K., 2010. Environmental monitoring: The scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. Journal of Applied Ecology 47(6):1166–68. doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01874.x

Demeo T., Markus A., Bormann B. and Leingang J., 2015. Tracking progress: The Monitoring Process Used in Collaborative Forest Landscape Restoration Projects in the Pacific Northwest Region. Working Paper Number 54. Ecosystem Workforce Program. Eugene, Oregon: University of Oregon.

Evans K, Larson AM, Mwangi E, Cronkleton P, Maravanyika T, Hernandez X, Müller P, Pikitle A, Marchena R, Mukasa C, et al., 2014. Field Guide to Adaptive Collaborative Management and Improving Women’s Participation. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research.

Evans, K.A. and Guariguata M.R., 2016. Success from the ground up: Participatory monitoring and forest restoration. Occasional Paper 159. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Fernandez-Gimenez M.E., Ballard H.L. and Sturtevant V.E., 2008. Adaptive management and social learning in collaborative and community-based monitoring: A study of five community-based forestry organizations in the western USA. Ecology and Society 13(2):4.

FORRU, 2008. Part 4 Field Experiments. In S. Elliott, D. Blakesley and S. Chairuangsri (Eds.). Research for Restoring Tropical Forest Ecosystems: A Practical Guide. Chiang Mai University, Biology Department, Chiang Mai, 71-90.

Holl K.D. and Cairns J., 2002. Monitoring and appraisal. Handbook of Ecological Restoration.Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. 1:411–32.

Le H.D., Smith C., Herbohn J. and Harrison S., 2012. More than just trees: Assessing reforestation success in tropical developing countries. Journal of Rural Studies 28(1):5–19. doi:10.1016/j.jrurstud.2011.07.006

Le H.D., Smith C. and Herbohn J., 2014. What drives the success of reforestation projects in tropical de veloping countries? The case of the Philippines. Global Environmental Change 24:334–48. doi:10.1016/j.gloenvcha.2013.09.010.

Mansourian, S.,Vallauri,D., Dudley,N., eds. (in cooperation with WWF International) 2005. Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees, Springer, New York.

Maginnis S., Laestadius L., Verdone M., DeWitt S., Saint-Laurent C., Rietbergen-McCracken J. and Shaw D.M.P., 2015. A Guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing Forest Landscape Restoration Opportunities at the National or Sub-National Level. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature. https://portals.iucn.org/library/node/44852

Moote A., Savage M., Abrams J., Derr T., Krasilovsky E. and Schumann M., 2010. Multiparty Monitoring and Assessment of Collaborative Forest Restoration Projects – Short Guide for Grant Recipients. Las Vegas, New Mexico: Ecological Restoration Institute and New Mexico Forest and Watershed Restoration Institute. http://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5274477.pdf.

Oosten C. van, Gunarso P., Koesoetjahjo I. and Wiersum F., 2014. Governing forest landscape restoration: Cases from Indonesia. Forests 5(6):1143–62. doi:10.3390/f5061143

SER International Science and Policy Working Group, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona.

Stanturf J.A., Palik B.J. and Dumroese R.K., 2014. Contemporary forest restoration: A review emphasizing function. Forest Ecology and Management 331:292–323. doi:10.1016/j.foreco.2014.07.029

Villaseñor E., Porter-Bolland L., Escobar F., Guariguata M.R. and Moreno-Casasola P., 2016. Characteristics of participatory monitoring projects and their relationship to decision making in biological resource management: A review. Biodiversity and Conservation 25: 2001. doi:10.1007/s10531-016-1184-9.

บทที่ 7

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566. ทะเบียนชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน, สืบค้น 22 กรกฎาคม 2566. จาก https://thbif.onep.go.th/specifics/invasive-species/browse?status=1

D'Antonio C.M. and J. Chambers, 2006. Using ecological theory to manage or restore ecosystems affected by invasive plant species. In Falk D., M. Palmer and J. Zedler (Eds.) Foundations of Restoration Ecology, Island Press, Covelo, California, 260–279.

Didham, R.K., J.M. Tylianakis, M.A. Hutchison, R.M. Ewers and N.J. Gemmell, 2005. Are invasive species the drivers of ecological change? Trends in Ecology and Evolution, 20(9): 470-474.

Ewel J.J. and F.E. Putz, 2004. A place for alien species in ecosystem restoration. Frontiers in Ecology and the Environment, 2(7): 354-360.

Mascaro, J., R.F. Hughes. and S.A. Schnitzer, 2012. Novel forests maintain ecosystem processes after the decline of native tree species. Ecological Monographs, 82(2): 221-228.

Richardson, D.M., P. Pyšek, M. Rejmánek, M.G. Barbour, D.F. Panetta and C.J. West, 2000. Naturalization and invasion of alien plants – concepts and definitions. Diversity and Distributions, 6: 93–107.

Richardson, D.M. and M. Rejmánek, 2011. Trees and shrubs as invasive alien species – a global review. Biodiversity Review, 17: 788-809.

Van Andel, J. and J. Aronson, 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing Ltd., West Sussex.

Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco and J.M. Melillo, 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. Science, 277: 494-499.

บทที่ 8

Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco and J.M. Melillo, 1997. Human Domination of Earth's Ecosystems. Science, 277: 494-499.

IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Pachauri, R.K and A. Reisinger (Eds.) IPCC, Geneva.

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Stocker, T.F., D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge.

Bastin, J., Y. Finegold, C. Garcia, D. Mollicone, M. Rezende, D. Routh, C.M. Zohner and T.W. Crowther, 2019. The global tree restoration potential. Science, Vol. 365, 76-79.

Harris, J.A., R.J. Hobbs, E. Higgs and J. Aronson, 2006. Ecological Restoration and Global Climate Change. Restoration Ecology, Vol. 14, No. 2, 170-176.

Rafferty, J.P., 2023. "Anthropocene Epoch". Encyclopedia Britannica, accessed 24 July 2023 from https://www.britannica.com/science/Anthropocene-Epoch

Van Andel, J. and J. Aronson, 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing Ltd. 381 pp.

บทที่ 9

Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N., and Noble, I., 2013. Policy: Sustainable development goals for people and planet. Nature, 495(7441), 305-307.

IUCN, 2021. Forest landscape restoration pathways to achieving the SDGs. Retrieved from https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/forest_landscape_restoration_pathways_to_achieving_the_sdgs.pdf

Merton, R.K., 1973. The normative structure of science. In Merton, R.K. (Ed.) The Sociology of Science. University of Chicago Press, Chicago, 267-278.

Noulèkoun, F., S. Mensah, E. Birhane, Y. Son and A. Khamzina, 2021. Forest Landscape Restoration under Global Environmental Change: Challenges and a Future Roadmap. Forests, 12, 276, 1-13.

TEEB, 2011. The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making. In ten Brink, P. (Ed.) Earthscan, London.

Van Andel, J. and J. Aronson, 2012. Restoration Ecology: The New Frontier. Blackwell Publishing Ltd., West Sussex.

สามารถดาวน์โหลดหนังสือเล่มนี้ หรือค้นหาข้อมูลอื่นๆเกี่ยวกับการฟื้นฟูป่า
โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ที่ www.forru.org

บันทึกผู้เขียน

ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายรูปแบบของปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ความเข้าใจในหลักการด้านนิเวศวิทยาสามารถช่วยให้ผู้ปฏิบัติหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศสามารถวางแผนและออกแบบกระบวนการได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามทฤษฎีนิเวศวิทยาการฟื้นฟูเป็นกรอบแนวทาง ไม่ใช่เครื่องมือเพียงอย่างเดียวที่จะนำทางไปสู่ความสำเร็จ การให้คุณค่ากับสิทธิของผู้คนในการร่วมวางแผนและติดตามผล รวมไปถึงการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างยุติธรรม เป็นปัจจัยสำคัญที่ไม่ควรถูกมองข้ามหากผู้ปฏิบัติคำนึงถึงความสำเร็จที่ยั่งยืน

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบันทำให้ความสนใจด้านคาร์บอนเครดิตในภาคป่าไม้และการเกษตรเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากพืชสามารถช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์จากชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้การเลือกชนิดพืชจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ หากโครงการมีเป้าหมายในการฟื้นฟูระบบนิเวศที่สมบูรณ์ จำเป็นต้องพิจารณาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชท้องถิ่น แต่หากเป้าหมายของโครงการคือการเพิ่มรายได้ของชุมชนท้องถิ่น ชนิดพืชที่ปลูกก็จะสอดคล้องกับเป้าหมายการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจเป็นพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่ไม้ท้องถิ่น

ฉันหวังว่าเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้จะช่วยทำให้ช่องว่างระหว่างผู้เกี่ยวข้องในมิติต่างๆ ของการฟื้นฟูแคบลงไม่มากก็น้อย ขอขอบคุณผู้คนและประสบการณ์ในชีวิตที่เอื้อให้ตัวเองได้มีโอกาสเป็นส่วนหนึ่งในงานที่มีคุณค่า

— เดีย พนิตนาถ แชนนอน

เกี่ยวกับผู้เขียน

เดียเติบโตมากับบรรยากาศทุ่งนาแถบชานเมืองของจังหวัดเชียงใหม่ เป็นสมาชิกชมรมอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ยังทันยุคโบกรถเดินทาง เดินป่าทำค่ายเยาวชน เรียนจบสาขาชีววิทยาจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แล้วเริ่มทำงานกับหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า (FORRU) เป็นช่วงเวลาที่ได้นำความรู้ทางทฤษฎีไปปรับใช้กับสถานการณ์จริง เดียสนใจการปลูกป่าโดยใช้เมล็ด ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการฟื้นฟูป่าในภาคเหนือของประเทศไทยก่อนที่จะขยายความสนใจสู่ระบบนิเวศป่าในภาคใต้ จึงเรียนต่อสาขานิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพที่มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ก่อนกลับมาทำงานสอนที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในปี พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน

...ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์พยายามที่จะอธิบายรูปแบบของปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ความเข้าใจในหลักการด้านนิเวศวิทยาสามารถช่วยให้ผู้ปฏิบัติหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศสามารถวางแผนและออกแบบกระบวนการได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามทฤษฎีนิเวศวิทยาการฟื้นฟูเป็นกรอบแนวทาง ไม่ใช่เครื่องมือเพียงอย่างเดียวที่จะนำทางไปสู่ความสำเร็จ การให้คุณค่ากับสิทธิของผู้คนในการร่วมวางแผนและติดตามผล รวมไปถึงการแบ่งปันผลประโยชน์อย่างยุติธรรม เป็นปัจจัยสำคัญที่ไม่ควรถูกมองข้ามหากผู้ปฏิบัติคำนึงถึงความสำเร็จที่ยั่งยืน...

ISBN 978-616-398-882-9

9 786163 988829