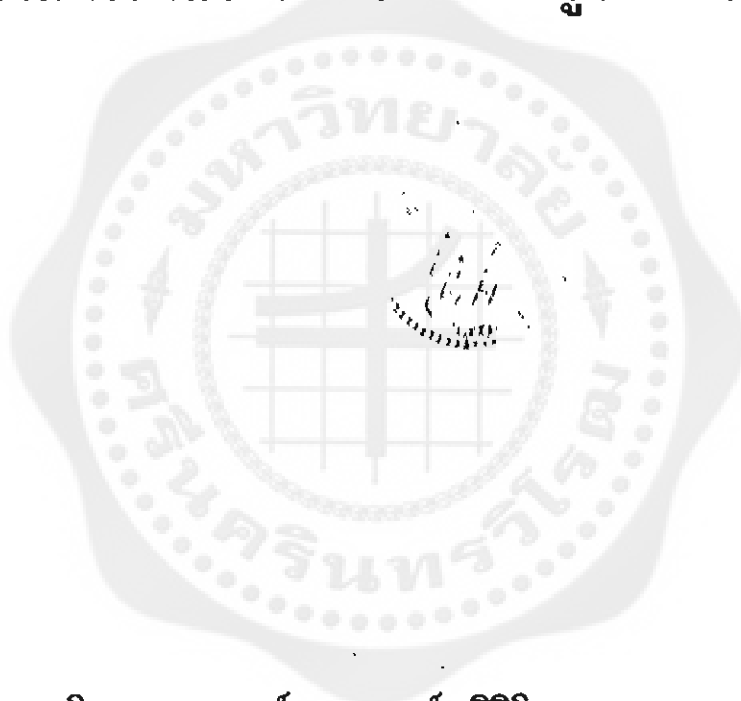


เอกสารประกอบการสอน
รายวิชา วท 272
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับครูวิทยาศาสตร์



โดย อาจารย์สุภาภรณ์ ศิริโสภณา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2549

คำนำ

เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา วท 272 (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับครูวิทยาศาสตร์) ของหลักสูตรการศึกษาระดับบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งเป็นหลักสูตรผลิตครู 5 ปีรุ่นแรก โดยเอกสารฉบับนี้ จะมีเนื้อหาเน้นหนักเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยา สิ่งแวดล้อม แนวคิดหลักของระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้แนวคิดหลักของระบบนิเวศเพื่อการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม และปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม สามารถพิจารณาเบื้องต้นได้ว่าระบบสิ่งแวดล้อมใดมีปัญหาหรือไม่ และตระหนักถึงการกระทำของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก มลพิษสิ่งแวดล้อมและหลักการบำบัด/กำจัดของเสียที่ควรทราบ และแนวทางในการป้องกัน-แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม อันเป็นการปลูกจิตสำนึกในการเลือกปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมโดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมา ทั้งต่อชนรุ่นปัจจุบันและรุ่นลูกหลานต่อไปในอนาคต

การจัดทำเนื้อหาในเอกสารฉบับนี้ ผู้จัดทำได้พยายามใช้ภาษาและถ้อยคำที่เข้าใจง่ายเพื่อให้เหมาะสมกับนิสิตปีที่ 1 ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพครูต่อไป . โดยได้รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องจากเอกสารและตำราต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมได้เผยแพร่ไว้ ดังนั้น จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับครูวิทยาศาสตร์ และนิสิต นักศึกษา นักวิชาการ รวมทั้งผู้สนใจทั่วไป

สุภาภรณ์ ศิริโสภา

26 ตุลาคม 2547

กิตติคุณประกาศ

ในโอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัว และ Professor Dr. John Middleton ที่เป็นกำลังใจ และผลักดันให้จัดทำเอกสารเล่มนี้จนสำเร็จ ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.เกษม จันทร์แก้ว ที่เป็นครูท่านแรกของผู้จัดทำ ทั้งด้านวิชาความรู้ทางสิ่งแวดล้อมและด้านการเรียบเรียงเอกสารวิชาการ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ ตั้งจรรยา ที่ให้ความรู้และข้อคิดและกำลังใจในการทำงานและการดำรงชีวิต และคณาจารย์ทั้งหลายที่ให้ความรู้ตั้งแต่เล็กจนปัจจุบัน คุณ อิสระ โชติบุรการ ที่ให้ประสบการณ์ในการทำงานและการเรียบเรียงเอกสารมาอย่างดี ผู้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงานทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ อดีตหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่พยายามผลักดันให้จัดทำเอกสารวิชาการมาโดยตลอด แม้ท่านจะไม่สามารถล่วงรู้เรื่องจากล่องลับจากโลกนี้ไปแล้วก็ตาม

ในที่สุดนี้ ขอขอบคุณ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่เป็นกำลังใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นางสาวณัฐริกา ชี้อมาก ที่ช่วยเหลือในการจัดทำภาพประกอบ และ นิสิตปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่มีส่วนในการจัดความเหมาะสมด้านเนื้อหาของเอกสารเล่มนี้ แม้ นิสิตจะไม่รู้ตัวก็ตาม

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา

26 ตุลาคม 2547

คำนำ ฉบับปรับปรุง

เอกสารประกอบการสอน รายวิชา วท 272 : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ฉบับนี้ได้เพิ่มเติมหัวข้อ “ ภาคผนวก ” ซึ่งเป็นเรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งกรมควบคุมมลพิษได้พิมพ์เผยแพร่ไว้ในเอกสาร “รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2547 และกรณีศึกษาในบทที่ 5 ซึ่งเกี่ยวกับการกำจัดขยะมูลฝอยชุมชน เข้ามาด้วย จึงหวังว่าจะเป็นประโยชน์ในการศึกษายิ่งขึ้นแก่นิสิตในหลักสูตรการศึกษานັถนชาติ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และผู้สนใจ

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา
พ.ศ. 2549



บทที่	หน้า
1 ความรู้พื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม	1 - 9
1. สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร	1
1.1 นิยาม/ความหมาย	1
1.2 สมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม	2
1.3 มิติทางสิ่งแวดล้อม	3
2. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม	6
2.1 สิ่งแวดล้อมกับความต้องการของมนุษย์	6
2.2 มนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม	7
2.3 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต	8
2 การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และการประยุกต์ใช้	10 - 43
1. การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	10
1.1 ความเป็นมา นิยาม/ความหมาย	10
1.2 ความคิดรวบยอดในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	12
1.3 ลักษณะของการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	13
1.4 สาขาวิชาในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	13
1.5 วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับคุณภาพชีวิต	15
1.6 งานทางสิ่งแวดล้อม	15
2. นิเวศวิทยาและระบบนิเวศ	16
2.1 นิเวศวิทยา	16
2.2 ระบบนิเวศ	17
3. การประยุกต์ใช้นิเวศวิทยาเพื่อการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	26
3.1 หลักการ	26
3.2 ตัวอย่างระบบสิ่งแวดล้อม	26
3.3 การประยุกต์นิเวศวิทยาเพื่อการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อม	27
4. เทคนิคในการปฏิบัติการภาคสนาม	30
4.1 การศึกษาลำรจระบบนิเวศแหล่งน้ำ	30
4.2 การศึกษาลำรจระบบนิเวศทางทะเล	35
4.3 การศึกษาลำรจระบบนิเวศบนบก	38

บทที่	หน้า
3 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในอดีตและปัจจุบัน	44 - 66
1. ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับต่าง ๆ	44
1.1 ความเป็นมา	44
1.2 ความหมายและขอบข่ายของปัญหาสิ่งแวดล้อม	45
2. สถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกที่สำคัญ	51
3. สถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมของไทย	51
4. กรณีศึกษา	53
4.1 โลกร้อน	53
4.2 ช่องโหว่โอโซนหรือการลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศ	59
4.3 ปัญหาฝนกรด	63
4 แนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	67 - 84
1. มาตรการในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	67
2. การอนุรักษ์ หลักการ และวิธีการอนุรักษ์	69
2.1 ความหมาย	69
2.2 หลักการอนุรักษ์	69
2.3 วิธีการอนุรักษ์	71
2.4 กลยุทธ์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	74
3. จริยธรรมและจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม	79
3.1 ความหมาย	79
3.2 การสร้างจริยธรรมและจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม	79
4. การพัฒนาที่ยั่งยืน	81
4.1 ความหมาย	81
4.2 หลักการที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาที่ยั่งยืน	82
4.3 นโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืน	82
4.4 ตัวอย่างการพัฒนาที่ยั่งยืน	83
5 มลพิษและหลักการบำบัดและกำจัดของเสีย	85 - 114
1. ความหมาย ชนิด/ประเภท และแหล่งกำเนิดมลพิษ	85
1.1 ความหมายของมลพิษและคำที่เกี่ยวข้อง	85

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
1.2 ชนิด/ประเภทของมลพิษสิ่งแวดล้อม	87
1.3 แหล่งกำเนิดมลพิษ	88
2. ต้นเหตุของการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม	88
3. หลักการและวิธีการบำบัด/กำจัดมลพิษ	93
4. ดัชนีมลพิษ	94
5. กรณีศึกษา	94
5.1 การบำบัดน้ำเสีย	94
5.2 การป้องกันและแก้ไขมลพิษทางอากาศ	102
5.3 การกำจัดขยะมูลฝอย	106
บรรณานุกรม	115 - 116
ภาคผนวก	117 - 147



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. หน้าที่ในเชิงอาหาร	21
2. ตัวอย่างการแจกแจงองค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อมตาม concept ของระบบนิเวศ	27
3. ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโลกร้อน	55
4. ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มขนาด 12 ออนซ์	58
5. ตัวอย่างดัชนีมลพิษ	95



ภาพที่	หน้า
1. มุมมองนิยามคำว่าสิ่งแวดล้อม	2
2. ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับชั้นในการบริโภค (Trophic level) ในระบบนิเวศ	18
3. การพิจารณาสถานภาพของระบบนิเวศในกรณีเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม	19
4. การถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในระบบนิเวศ	20
5. ตัวอย่างข่ายใยอาหารในสระน้ำ	22
6. ลำดับและสัดส่วนขององค์ประกอบของระบบนิเวศในสถานภาพของ (ก) สมดุลตามธรรมชาติ (ข) ถูกทำลายหรือถูกรบกวน (ค) การพัฒนาและการสะสมสารพิษ	28
7. ระบบสิ่งแวดล้อมการให้การศึกษาและระบบสิ่งแวดล้อมอาหารเข้าสู่เมือง	29
8. การเขียนข่ายใยอาหาร	36
9. ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย	97
10. ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศแบบบ่อฝัง	98
11. แผนผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง	98
12. แผนผังระบบโปรยกรอง (บน) และภาพถ่ายดังปฏิกิริยาของระบบโปรยกรอง	99
13. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อ/สระเติมอากาศ	100
14. ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (บ่อหมักไร้อากาศ)	100
15. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์	101
16. ห้องเก็บตะกอน (Gravitational Setting Chamber)	102
17. เครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง (Cyclone)	103
18. เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก	104
19. เครื่องกรองใย	105
20. เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์	105
21. เตาเผาชนิดมีแผงตะแกรง	108
22. เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้	108
23. เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน	109
24. การฝังกลบแบบบนพื้นที่ราบ	111
25. การฝังกลบแบบขุดร่อง	111
26. การฝังกลบในพื้นที่หุบเขา	112

1. สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

1.1 นิยาม/ ความหมาย

สิ่งแวดล้อม (Environment) ในภาษาไทยมีใช้หลายคำ เช่น สภาพแวดล้อม สภาวะแวดล้อม ภาวะแวดล้อม ซึ่ง เกษม จันทรแก้ว (2540) ได้กล่าวว่ามีผู้ให้นิยามและความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

1. พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น

2. เกษม จันทรแก้ว (2540) ได้ เรียบเรียงใหม่โดยเลียนแบบคำนิยามที่ 1 ไว้ดังนี้ คือ

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆที่มีลักษณะทางกายภาพ ชีวภาพ และสังคม ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น

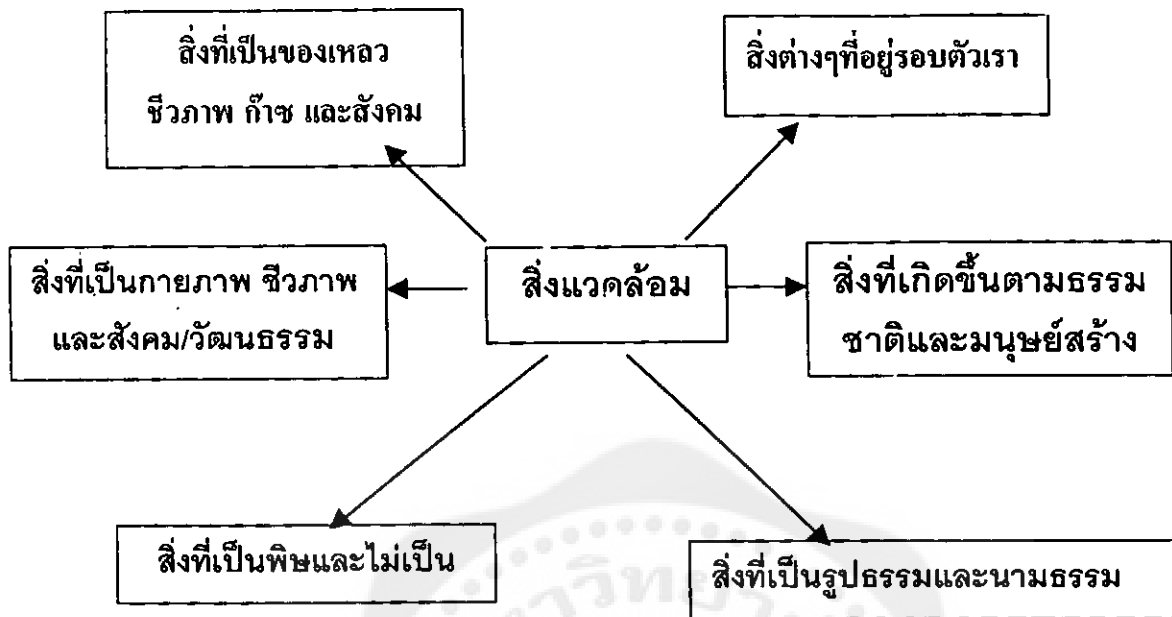
3. นักวิทยาศาสตร์เข้าใจว่า สิ่งแวดล้อม คือ สิ่งของ วัตถุ สารประกอบ และกลุ่มสรรพสิ่งที่มีชีวิตเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มนุษย์สร้างขึ้น ที่อยู่ในรูปของแข็ง ของเหลว ก๊าซ เศรษฐกิจ และ/หรือ สัมผัสด้วยอาการทั้งห้า คือ รส กลิ่น สี เห็นได้ และสัมผัสได้

4. เกษม จันทรแก้ว (2540) ได้ให้ความเห็นว่า ทั้งสามนิยามข้างต้นมีความใกล้เคียงกันมาก ผู้นำไปใช้จำเป็นต้องเข้าใจการนำไปใช้ให้ถูกต้อง แม้ว่าจะมีความหมายเหมือนกันก็ตาม อันเป็นการแสดงความเป็นรูปธรรมและนามธรรมที่เด่นชัดต่างกันในด้านความลึก อย่างไรก็ตาม ทุกความหมายมีแนวโน้มในการทำนอความหมายที่สี่ ดังนี้ คือ

สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น สิ่งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม สิ่ง que เห็นได้ด้วยตาและไม่สามารถเห็นได้ด้วยตา สิ่งที่เป็นทั้งให้คุณและให้โทษ

5. กลุ่มนักบริหารวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ให้นิยามไว้ว่า สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่างๆที่อยู่รอบตัวเรา

จากนิยามต่างๆ สามารถนำมาสรุปเป็นแผนภาพของความหมาย คำว่า "สิ่งแวดล้อม" ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพสรุปนิยามคำว่า สิ่งแวดล้อม

ที่มา : เกษม จันทน์แก้ว. (2540)

1.2 สมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมแต่ละชนิด/ประเภทมีลักษณะเฉพาะตัว ดังนี้

1. มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น พืช สัตว์ ภูเขา แม่น้ำ และประเพณี เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มีกลไกควบคุมการเกิดและเกิดขึ้นเฉพาะที่เฉพาะแห่ง การเปลี่ยนแปลงเอกลักษณ์จะไม่เกิดขึ้นในลักษณะภาพรวมที่เห็นเด่นชัด หรือในระดับมหภาค (Macro scale) แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงในอดีตหรือระดับจุลภาค (Micro scale)
2. ไม่อยู่โดดเดี่ยวในธรรมชาติ แต่จะมีสิ่งแวดล้อมอื่นอยู่ด้วยเสมอ เช่น ต้นไม้กับดินมนุษย์กับที่อยู่อาศัย และปลากับน้ำ เป็นต้น
3. มีความต้องการสิ่งแวดล้อมอื่นเสมอ เพื่อการดำรงอยู่ เช่น ต้นไม้ต้องการแร่ธาตุมนุษย์ต้องการอาหาร และเชื้อต้องการป่า เป็นต้น
4. อยู่กันเป็นกลุ่ม เรียกว่า ระบบนิเวศ หรือ ระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมหลากหลายชนิด และแต่ละชนิดมีหน้าที่เฉพาะตน เพื่อความอยู่รอดของกลุ่ม เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลนบางแห่งของประเทศไทย อาจประกอบด้วยมวลน้ำที่มีค่าความเค็ม ปลาตีน ปลากระรังกะพง เป็่น ลัง ฯลฯ เต่า กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย แม่นหอบ ปูแสม ปูกำมดาบ ปูทะเล ฯลฯ พืชทนเค็ม เช่น โกงกาง แสม โปรง และพังกาหัวสุ่ม เป็นต้น รวมทั้ง นกกา นกกินเปี้ยว นกเด้าดิน ลิงแสม ลิงลม และจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น
5. มีความเกี่ยวเนื่องและสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เมื่อทำลายสิ่งแวดล้อมหนึ่งจะส่งผล

กระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆเป็นลูกโซ่เสมอ เช่น การใช้ซีเอฟซีทำให้ชั้นโอโซนในบรรยากาศถูกทำลาย สิ่งมีชีวิตในโลกได้รับอันตรายจากรังสียูวี มนุษย์เป็นมะเร็ง และโลกร้อนขึ้น เป็นต้น

6. มีความทนทานและความเปราะต่อการถูกกระทบต่างกัน เช่น คนเอเชียทนทานต่ออากาศร้อนได้ดีกว่าคนยุโรป และ หนอนแดงทนน้ำเสียได้ดีกว่าปลาทั้งหลาย เป็นต้น

7. มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป ซึ่งอาจเป็นการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวหรือถาวรก็ได้ เช่น ร่างกายของมนุษย์/สิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ ความเข้มของแสงเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาของวัน ฯลฯ

1.3 มิติทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Dimension)

คนทั่วไปมักตีความสิ่งแวดล้อมต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้การนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องตีความสิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนให้ได้ อันจะทำให้การวางแผนการจัดการมองเห็นเป็นรูปธรรมได้ง่ายขึ้น ทั้งนี้การตีความสิ่งแวดล้อมเป็นจำนวน นั้น จำเป็นต้องพิจารณาสิ่งแวดล้อมให้เป็น มิติ (Dimension) ซึ่งถ้าพิจารณาจากนิยามและสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม สามารถนำมาสร้าง มิติทางสิ่งแวดล้อมได้เป็น4มิติ ได้แก่ มิติทรัพยากร มิติเทคโนโลยี มิติของเสียและมลพิษ และมิติมนุษย์หรือสังคม

1.3.1 มิติทางทรัพยากร (Resources Dimension)

ทรัพยากร หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่มีประโยชน์ สามารถสนองความต้องการของมนุษย์ได้ หรือมนุษย์นำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอาจเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ป่าเขา พืช-สัตว์ในธรรมชาติ และสภาพธรรมชาติต่าง ๆ เป็นต้น และ/หรือสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างหรือประดิษฐ์ขึ้น เช่น อาคาร บ้านเรือน ถนน สะพาน และระบบการขนส่ง เป็นต้น ดังนั้น เพื่อสะดวกในการศึกษาจึงอาจแบ่งทรัพยากร ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1) ทรัพยากรธรรมชาติ (National resource) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมีความสามารถสนองความต้องการของมนุษย์ได้ หรือมนุษย์นำไปใช้ประโยชน์ได้ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

(1) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้น (Inexhaustible National Resource) เช่น แสงอาทิตย์ น้ำ (ในวัฏจักร) และ บรรยากาศ เป็นต้น ทรัพยากรประเภทนี้จำเป็นต่อชีวิต

(2) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วทดแทนได้ (Renewable national resource) เช่น พืช สัตว์ ป่าไม้ ดิน และที่ดิน เป็นต้น ทรัพยากรประเภทนี้มนุษย์ใช้เป็นปัจจัยสี่

(3) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดสิ้น(Exhaustible national resource) หรือทดแทนได้แต่ต้องใช้เวลาานานมาก บางครั้งนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แร่ โลหะ อโลหะ เป็นต้น

2) ทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man – made resource)

(1) กลุ่มทรัพยากรชีวภาพ (Bio – physical resource) มนุษย์ใช้ทรัพยากรกายภาพและชีวภาพ มาดำเนินการผ่านกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีจนได้ผลผลิตสำเร็จรูปใหม่ที่ใช้ได้และให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ เช่น ทรัพยากรเกษตร อุตสาหกรรม การใช้ที่ดิน พลังงาน น้ำประปา ระบบการคมนาคม เมือง ชุมชน และการชลประทาน เป็นต้น

(2) กลุ่มทรัพยากรเศรษฐกิจสังคม (Socio – economic resource) มนุษย์ใช้ทรัพยากรกายภาพและชีวภาพ มาดำเนินการผ่านกระบวนการผลิตให้เกิดทรัพยากรเศรษฐกิจสังคมแต่เป็นทรัพยากรที่ไม่สามารถมองเห็นได้ (Intangible resource) เช่น ศาสนา ประเพณี วัฒนธรรม กฎหมาย การศึกษา และความคิด เป็นต้น

มิติทรัพยากรสำหรับการพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ในการศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องรู้และเข้าใจกระบวนการทางสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยการประยุกต์หลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งศาสตร์ทางนิเวศวิทยา ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจได้ว่า สิ่งแวดล้อมนั้นมีการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่ระบบสิ่งแวดล้อมจะทำการปรับตัวเองตลอดเวลาให้สมดุล หรืออยู่ได้ด้วยตนเอง ด้วยหลักการพื้นฐานนี้ ทำให้มนุษย์สร้างแนวคิดและวิธีการในการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติมาสร้างทรัพยากรใหม่ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจึงได้แบ่งกลุ่มทรัพยากรเพื่อให้อสอดคล้องกับการพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือทรัพยากรที่มนุษย์ต้องการใช้ประโยชน์หรือเปลี่ยนแปลง ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

(1) ทรัพยากรกายภาพ (Physical resource) เป็นกลุ่มทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญมาก เป็นทรัพยากรหลักที่จำเป็นและสำคัญต่อมนุษย์ และเป็นทรัพยากรพื้นฐานของระบบสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อากาศ น้ำ แร่ ความร้อน และดิน เป็นต้น

(2) ทรัพยากรชีวภาพ (Biological resource) ได้แก่ พืช สัตว์ สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในบริเวณต่างๆซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นทรัพยากรพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือ ปัจจัยสี่ และมีบทบาทสำคัญในการควบคุมระบบสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นตัวฟื้นฟูความเสื่อมโทรมของระบบสิ่งแวดล้อม

(3) คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (Human use values) นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้สร้างแนวคิดในการกำหนดกลุ่มทรัพยากรที่มนุษย์เปลี่ยนแปลงหรือนำทรัพยากรกายภาพและทรัพยากรชีวภาพ มาใช้ประโยชน์โดยผ่านกระบวนการเทคโนโลยีที่เหมาะสม ว่าเป็น คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เช่น การคมนาคม การสื่อสาร เกษตรกรรม การใช้ที่ดิน และพลังงาน เป็นต้น

(4) คุณค่าคุณภาพชีวิต (Life quality values) ทรัพยากรกลุ่มนี้สะท้อนให้เห็น

ถึงทรัพยากรที่มนุษย์สร้างหรือจัดรูปแบบใหม่นั้นให้คุณภาพชีวิตในด้านต่อไปนี้ คือ ประชากร (เกิด ตาย ย้ายถิ่น) การศึกษา สุขภาพ-อนามัย วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และนันทนาการ เป็นต้น

1.3.2 มิติทางเทคโนโลยี

เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ที่ได้ค้นพบทางวิทยาศาสตร์มาทำให้มนุษย์มีความพอใจ เทคโนโลยีในโลกนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ ฮาร์ดแวร์(Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันและต้องอาศัยกันจึงจะเกิดเป็นเทคโนโลยีขึ้นได้ ทั้งนี้ hardware หมายถึง เครื่องมือ อุปกรณ์ และสิ่งประดิษฐ์ และ ซอฟต์แวร์ (Software) หมายถึง หลักการ ทฤษฎี และกระบวนการ เป็นต้น เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ ระบบบำบัดและกำจัดของเสีย รถยนต์ ฯลฯ

ตัวอย่าง กรณีการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่ประกอบด้วย ส่วนที่เป็น ฮาร์ดแวร์ ซึ่งหมายถึง สิ่งที่มีมองเห็นและสัมผัสได้ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ รวมทั้ง แผ่นดิสก์ ซีดี ฯลฯ และส่วนที่เป็น ซอฟต์แวร์ ซึ่งหมายถึง สิ่งที่เกิดจากความคิดของมนุษย์ ไม่สามารถมองเห็นหรือสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น วิธีการและขั้นตอน ในการนำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง ระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ที่นำมาใช้กับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ผลการประมวลผลข้อมูลตามต้องการ เป็นต้น

1.3.3 มิติทางของเสียและมลพิษ

เมื่อมีการใช้ทรัพยากรด้วยเทคโนโลยีใดก็ตาม ย่อมมีของเสียและ/หรือมลพิษ เกิดขึ้นเสมอ เพราะว่า ไม่มีเทคโนโลยีใดในโลกมีประสิทธิภาพ 100 %

ของเสียและมลพิษสิ่งแวดล้อม แบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

- ของแข็ง เช่น มูลฝอย กากของเสีย ฝุ่น และภาชนะบรรจุรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น
- ของเหลว เช่น น้ำเสีย สารละลายเสื่อมคุณภาพ และวัสดุเหลือทิ้งที่ไหลได้ เป็นต้น
- ก๊าซ เช่น อากาศเสีย ก๊าซพิษ ไอของสารตัวทำละลาย และไอเชื้อเพลิง เป็นต้น
- มลพิษทางฟิสิกส์ เช่น เสียงอึกทึก ความร้อน ความสั่นสะเทือน และรังสี เป็นต้น

1.3.4 มิติมนุษย์/สังคม

มิติมนุษย์หรือมิติทางสังคม คือ สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตพวกหนึ่ง ซึ่งเราเรียกว่า มนุษย์ หรือ คน รวมทั้งสังคมของมนุษย์ด้วย ซึ่ง มีนักสิ่งแวดล้อมกล่าวถึง ปัจจัยในการพิจารณาคุณภาพของมนุษย์และสังคมของมนุษย์ ไว้หลายประการ ได้แก่

1) ประชากร จำนวนและคุณภาพของประชากร ทั้ง เกิด ตาย ย้ายถิ่น มีผลต่อการอนุรักษ์ จำนวนของประชากร มีผลต่อการบริโภคทรัพยากร ปริมาณ/ความเข้มข้นของของเสีย ส่วนคุณภาพของประชากร ต้องศึกษาตัวแปรอื่นๆประกอบ

2) การศึกษา เป็นปัจจัยแสดงคุณภาพของประชากรต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาจาก ช่วงเวลาที่อยู่ในโรงเรียน (Schooling period) สมรรถนะการรับรู้ (perception capacity) ระดับการศึกษา และจำนวนสถานศึกษา เป็นต้น

3) การอนามัย / สาธารณสุข เช่น ชนิดและความรุนแรงของโรค ภาวะโภชนาการของมนุษย์ จำนวน-ขนาดของสถานบริการสาธารณสุข และจำนวนและระดับความสามารถของบุคลากรสาธารณสุข เป็นต้น

4) เศรษฐกิจ สามารถนำมาเป็นตัววัดพลังการทะลุทะลวงของมนุษย์ได้ เช่น รายได้หรือฐานะทางเศรษฐกิจ อาชีพ เงินออม รายได้ประชาชาติ ดุลการค้า การลงทุนข้ามชาติ และแผนพัฒนาเศรษฐกิจ เป็นต้น

5) โบราณสถาน สถานที่ประวัติศาสตร์ และศาสนา มิติมนุษย์ที่มีส่วนสัมพันธ์ต่อโบราณสถาน ได้แก่

- ความโดดเด่นที่แสดงความศักดิ์สิทธิ์ของสถานที่นั้น
- พิธีกรรม (มีผลต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม)
- ความเป็นนิรันดร์ / การสืบทอด
- จำนวน ขนาด ระดับความสำคัญ เป็นต้น

6) ความปลอดภัย เช่น ความรู้สึกอิสระ / ปลอดภัย เมื่อมนุษย์รู้สึกไม่อิสระ/ ปลอดภัยย่อมทำให้มนุษย์ไม่สามารถแสดงบทบาทได้เต็มที่ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เช่น จำนวนอาชญากรรม คดีความ และจำนวนครั้งของภัยพิบัติ เป็นต้น

7) การเมืองและการปกครอง หมายถึง ภาวะการได้มาซึ่งอำนาจในการควบคุมทรัพยากรมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากร อีกทั้งมีส่วนต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น นโยบายแปลงสินทรัพย์เป็นทุนอาจก่อให้เกิดปัญหาการบุกรุกป่าไม่ได้ถ้าการดำเนินการของรัฐไม่รัดกุม นโยบายการพัฒนาประเทศไปสู่ประเทศอุตสาหกรรม และลัทธิการปกครองที่แตกต่างกันอาจมีผลต่อการใช้ทรัพยากรต่างกันด้วย เป็นต้น

8) การนันทนาการ เป็นการสร้างพลังมนุษย์ให้หายเครียด ทำให้รื่นเริง มีความคิดแจ่มใสด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และมีผลต่อเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในมุมกว้าง เช่น การจัดแข่งเรือในลำน้ำ สามารถช่วยให้สังคมมนุษย์ในชุมชนนั้นเกิดความรื่นเริง มีกิจกรรมอนุรักษ์ลำน้ำให้สะอาด น้ำไหลสะดวก อันเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรแหล่งน้ำได้อีกทางหนึ่ง เป็นต้น

2. มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

2.1 สิ่งแวดล้อมกับความต้องการของมนุษย์

ความต้องการพื้นฐาน (Basic needs) ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือ ปัจจัยสี่ ได้แก่

ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งมนุษย์ได้มาจากสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรธรรมชาติ แต่ปัจจุบันมนุษย์มีความต้องการปัจจัยอื่นมากขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก สะดวกตามความต้องการ เช่น รถยนต์ เครื่องบิน อุปกรณ์สื่อสาร-อิเล็กทรอนิกส์ เครื่องประดับ ฯลฯ หลากหลายลักษณะและรูปแบบ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า ปัจจุบันปัจจัยที่มนุษย์ต้องการคือ ปัจจัยเจ็ด อันได้แก่ ปัจจัยสี่ที่กล่าวแล้ว และ อีก 3 ปัจจัยที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ปัจจัยเพื่อความสะดวก ด้านพลังงาน ความปลอดภัย และความชุ่มเพียงพอ (เกษม จันทร์แก้ว, 2544)

2.1 มนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

ดังเป็นที่ทราบกันแล้วว่ามนุษย์เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ แต่ต้นเหตุสำคัญที่ต้องมีการใช้ประโยชน์อย่างมากมาจนเป็นผลให้สิ่งแวดล้อมสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป คือ

2.2.1 การเพิ่มของประชากร

คนมากขึ้นมีการใช้สิ่งแวดล้อมหรือทรัพยากรมากขึ้น ทำให้ทรัพยากรโดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรธรรมชาติไม่พอใช้ เนื่องจากอัตราการเพิ่มของประชากรมนุษย์เป็นไปอย่างรวดเร็วแต่การทดแทนของทรัพยากรช้ากว่า จึงเป็นต้นเหตุของการเร่งใช้ทรัพยากรโดยคิดค้นและใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อสามารถนำทรัพยากรมาดัดแปลงให้เพียงพอและทันต่อความต้องการมากที่สุด อันเป็นการ ใช้เทคโนโลยีมากเกินไป (Overtchnology) ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านมลพิษและปัญหาสังคม เพราะกลไกควบคุมตัวเอง (Self regulating mechanism) ของธรรมชาติถูกทำลาย มนุษย์จึงควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate technology) ในการใช้หรือจัดการทรัพยากร เพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมยังคงอยู่อย่างยั่งยืนตลอดไป

2.2.2 วัฒนธรรมกับสิ่งแวดล้อม

วัฒนธรรม หมายถึง วิธีการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่ถ่ายทอดกันมา ทั้งนี้อาจเกิดจาก ความเชื่อ ศาสนา ประเพณี ที่บรรพบุรุษสั่งสอนและสืบทอดกันมา แต่ วัฒนธรรมที่ไม่เหมาะสมหรือวัฒนธรรมที่ผิดเพี้ยนจะส่งผลเสียต่อการใช้ทรัพยากรซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษและ/หรือ การสูญเปล่าขึ้น เช่น การแข่งขันกันทำบั้งไฟให้มีขนาดใหญ่กว่าสำหรับจุดเพื่อขอฝนในงานบุญบั้งไฟของชาวอีสาน และการบริโภคดินหมี หรืออวัยวะของสัตว์ต่าง ๆ ซึ่งมักเป็นสัตว์ใหญ่หรือสัตว์หายาก เพื่อเป็นยาอายุวัฒนะหรือให้ร่างกายแข็งแรงมีความสามารถพิเศษตามต้องการ เป็นต้น

2.2.3 พฤติกรรมของมนุษย์

พฤติกรรมของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในทางเสื่อม ได้แก่ พฤติกรรมก้าวร้าว การทิ้งขยะไม่เป็นที่/ในที่ที่ควรทิ้ง และการใช้ทรัพยากรแบบฟุ่มเฟือย เป็นต้น

ดังนั้น มนุษย์ทุกคน จึงควรเรียนรู้และเข้าใจวิทยาการด้านชีววิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นิเวศวิทยา ตลอดจน ภูมิศาสตร์และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความตระหนัก และมองเห็นคุณค่าของธรรมชาติและความเป็นไปในธรรมชาติดีขึ้น

2.3 คุณภาพสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต

2.3.1 คุณภาพแวดล้อม : พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

พ.ศ.2535 ให้ความหมายของ คุณภาพสิ่งแวดล้อม ไว้ว่า คือ คุณภาพของธรรมชาติ อันได้แก่ สัตว์ พืช และ ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ และสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีพของ ประชาชน และความสมบูรณ์สืบไปของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบัน การที่จะรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมไว้ได้ ต้องจัดการสิ่งแวดล้อมทุกชนิดให้อยู่ใน เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1) เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม หมายถึงระดับ/ปริมาณ/ความเข้มข้น ของสิ่งต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ และคุณภาพชีวิตอย่างชัดเจน เช่น มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ลักษณะน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม ของอาคารบางประเภทและบาง ขนาด มาตรฐานคุณภาพอากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน เป็นต้น การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ สิ่งแวดล้อม กำหนดเป็น ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ อากาศ เสียง และสภาวะอื่น ๆ ของสิ่งแวดล้อม

2) ประเภทของการกำหนดค่ามาตรฐาน

ค่ามาตรฐานที่กำหนดขึ้น แบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

(1) ค่ามาตรฐานที่แหล่งกำเนิด (Point sources) เช่น ลักษณะน้ำทิ้งของ โรงงานอุตสาหกรรม ของอาคารบางประเภทและบางขนาด เป็นต้น

(2) ค่ามาตรฐานที่ฟุ้งกระจายสู่สิ่งแวดล้อม (Non point sources) กรณีไม่ทราบแหล่งกำเนิดของสิ่งต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ และคุณภาพชีวิตอย่างชัดเจน เช่น มาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำ น้ำทะเลชายฝั่ง และมาตรฐานเสียงดังทั่วไป เป็นต้น

(3) ค่ามาตรฐานเพื่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ หรือ ความปลอดภัย เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำสุดของการยอมรับหรือยอมให้มีได้ ซึ่งถ้าผลการตรวจวัดสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอาจจะ เกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น มาตรฐานความเข้มข้นของไอสารเคมีในพื้นที่ทำงาน (Working area) มาตรฐานอากาศในที่อับอากาศ เป็นต้น

2.3.2 คุณภาพชีวิต หมายถึง ความเป็นอยู่ของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับสถานภาพทางการศึกษา อนามัย และเศรษฐกิจ ตามลักษณะสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ เชื้อชาติ วัฒนธรรม และวิถี การเลี้ยงดู ดังนั้น คุณภาพชีวิตของคนกลุ่มหนึ่งอาจไม่เหมือนหรือเท่ากับคนอีกกลุ่มกลุ่มหนึ่ง หรือกลุ่มอื่น ๆ ที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน แต่ก็มีกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำหรือความต้องการที่

ควรจะมีของคุณภาพชีวิตสำหรับคนในแต่ละกลุ่มได้อย่างกว้าง ๆ เช่น คุณภาพชีวิตของคนไทยทั่วไป
คุณภาพชีวิตของคนในเมือง ในชนบท เป็นต้น



การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาและการประยุกต์ใช้

1. การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Study)

เกษม จันทร์แก้ว (2540 และ 2544) ได้อธิบายเกี่ยวกับการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม พอสรุปได้ดังในหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมา นิยาม/ความหมาย

การศึกษาทางสิ่งแวดล้อมได้เริ่มมานานนับร้อยปีแล้ว แต่ขณะนั้นไม่เรียกว่าเป็นการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม แต่เป็นการศึกษาเฉพาะเรื่องเฉพาะอย่าง เช่น การศึกษาทางวนศาสตร์ ภูมิศาสตร์ เกษตรศาสตร์ ประมง อุตสาหกรรม และสาธารณสุข เป็นต้น การศึกษาเหล่านี้มุ่งศึกษาเฉพาะในสาขานั้นๆ มิได้สนใจต่อสาขาอื่น หรืออาจเป็นเพราะปัญหาในสมัยนั้นมีไม่มาก

ต่อมามีปัญหาสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นมากมายหลายด้านและมีผลต่อมนุษย์โดยตรง จึงทำให้มีการศึกษาทางสิ่งแวดล้อมขึ้น โดยใช้ความรู้หลายๆด้านหรือหลากหลายสาขามาผสมผสานกัน ก่อให้เกิดหลักการใหม่ๆที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มนุษย์มีทรัพยากรใช้อย่างเพียงพอและยั่งยืนตลอดไป

ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เป็นศาสตร์ที่ใช้ความรู้หลายๆด้านหรือหลากหลายสาขามาผสมผสานกัน เพื่อก่อให้เกิดหลักการใหม่ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม อันจะทำให้มนุษย์มีทรัพยากรใช้อย่างเพียงพอและยั่งยืนตลอดไป

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (Environmental Science) ก็มีแนวการศึกษาในทำนองนี้เช่นกัน กล่าวคือ เป็นศาสตร์ที่ใช้ศึกษาปรากฏการณ์สิ่งแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ ซึ่งต้องใช้ความรู้ทุกแขนงวิชาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Attitude) ความตระหนัก (Awareness) ความรู้สึกตอบโต้ (Sensitivity) และทักษะ (Skills) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดมาตรฐานสิ่งแวดล้อม (Environmental standard) ให้เข้ากับรูปแบบการดำเนินชีวิต (Life style) ของมนุษย์ในแต่ละที่ได้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถนำไปใช้เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต (Life quality) ได้ทุกแง่ทุกมุม คือ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (เกษม จันทร์แก้ว. 2540)

ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ศาสตร์ของการเรียนรู้ธรรมชาติ ธรรมชาติเป็นความจริงที่สามารถพิสูจน์ได้ และ ธรรมชาติ ก็คือ สรรพสิ่งหรือสิ่งแวดล้อม ดังนั้นอาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการเรียนรู้ความจริงของสิ่งแวดล้อม

กฎทางวิทยาศาสตร์

กฎที่หนึ่ง : สสารและพลังงานย่อมไม่อาจสร้าง หรือทำลายให้สูญสิ้นได้

กฎที่สอง : ไม่มีกระบวนการใดที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือมีอยู่ใน

ธรรมชาติจะมีประสิทธิภาพ 100 %

กฎที่สาม : สรรพสิ่งในโลกย่อมมีความเกี่ยวพันซึ่งกันและกัน

กฎที่สี่ : ไม่มีสิ่งใดที่จะได้มาโดยไม่มีสิ่งตอบแทน

กฎที่ห้า : ไม่มีวิธีใดที่จะแก้ปัญหามหาธรรมชาติได้ดีเท่ากับธรรมชาติ

ประเภทของวิทยาศาสตร์

1) วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic science)

2) วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied science)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

1) การสังเกต (Observation)

2) การบันทึก (Recording)

3) การทดลอง (Experiment)

4) กระบวนการให้เหตุผล (Reasoning process)

โครงสร้างวิทยาศาสตร์ : อาจแบ่งสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่ง เป็น วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และวิทยาศาสตร์สังคม ซึ่งในแต่ละสาขาวิชา ยังอาจแบ่งย่อยเป็นศาสตร์ต่าง ๆ ได้ อีก คือ

1) วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ แบ่งเป็น

(1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เช่น Botany , Zoology , Microbiology , Forestry , Fishery Ecology , Medical Science เป็นต้น

(2) วิทยาศาสตร์กายภาพ เช่น Soil Science , Geology , Chemistry , Physics , Hydrology , Meteorology เป็นต้น

2) วิทยาศาสตร์สังคม ศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ที่อยู่เป็นกลุ่มเดี่ยวหรือกลุ่ม ประเทศ มนุษย์ต่อมนุษย์ มนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อม เช่น สังคมวิทยา รัฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์ จิตวิทยา เศรษฐศาสตร์ และบริหาร เป็นต้น

1.2 ความคิดรวบยอดในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม

การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม ต้องศึกษาสิ่งต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับมนุษย์ทุกแง่มุม กล่าวคือ ต้องเรียนรู้วิธีการใช้ทรัพยากรและการควบคุมแก้ไขภาวะมลพิษ โดยมีแนวทาง ดังนี้

1.2.1 ต้องศึกษาโครงสร้าง (Structure) ของสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ชนิด ปริมาณสัดส่วน และการกระจายของสิ่งแวดล้อมที่เป็นองค์ประกอบในระบบสิ่งแวดล้อม จะทำให้เห็นโครงสร้างของระบบนั้นเป็นอย่างดี โดย

- 1) เปรียบเทียบโครงสร้างของระบบที่ปรากฏในปัจจุบันกับอดีต
- 2) เปรียบเทียบกับระบบสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกันหรือใกล้เคียง
- 3) เปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือสังคมยอมรับ

1.2.2 ต้องศึกษาการทำงานหรือหน้าที่ (Function) ของสิ่งแวดล้อมแต่ละชนิดในระบบสิ่งแวดล้อมนั้น กล่าวคือ สิ่งต่างๆในระบบมีธรรมชาติอยู่กันอย่างไร

- 1) หน้าที่ต่อตนเอง
- 2) หน้าที่ต่อสิ่งข้างเคียง

1.2.3 ต้องศึกษามลพิษหรือสารพิษในระบบสิ่งแวดล้อมนั้นๆซึ่งอาจจะเกิดจาก

- 1) การขั้บถ่ายของสิ่งแวดล้อมอันใดอันหนึ่ง
- 2) การแสดงออกถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมมากกว่า 2 ชนิด
- 3) ความเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อม
- 4) การใช้เทคโนโลยี การแปรรูป/ใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการของเสีย

1.2.4 ต้องศึกษาบทบาทของมนุษย์ ในลักษณะของเศรษฐกิจสังคมต่อการใช้ทรัพยากร การสร้างมลพิษ และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบสิ่งแวดล้อมโดยอาจสร้างเสริมขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือการสร้างสิ่งใหม่ๆขึ้น ก็อาจทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นได้ เช่น การใช้ที่ดิน ทรัพยากรป่าไม้ น้ำ แร่ ฯลฯ ที่จะมีผลต่อการเกิดความเป็นพิษใน ดิน อาหาร อากาศ ฯลฯ และการใช้ทรัพยากรเพื่อปัจจัย 4 อันจะมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นต้น

1.2.5 ต้องศึกษาบทบาทและเทคโนโลยีที่นำมาใช้ ต้องมีเงื่อนไขในการนำมาใช้ เช่น

- 1) มีการทดสอบความเป็นไปได้
- 2) ไม่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างเด็ดขาด / มีน้อย ฯลฯ

1.2.6 ต้องศึกษาการป้องกันและการกำจัดของเสียในระบบสิ่งแวดล้อมให้หมดไปหรือมีน้อยจนไม่มีผลต่อคุณภาพชีวิต (ผลร้าย) นอกจากนี้ต้องศึกษาวิธีนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก เช่น ขยะ นำมาหมักทำปุ๋ย เป็นต้น

1.2.7 ต้องศึกษาสถานภาพ ปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาเรื่องพลังงาน เพื่อให้มีใช้

ตลอดไป โดยศึกษาพลังงานทุกรูปแบบและพลังงานทดแทน

1.3 ลักษณะของการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม

1) ทำให้เกิดภาพรวมของสิ่งแวดล้อมเฉพาะอย่าง “ ภาพรวมเฉพาะ/จุดเด่น”
 2) ต้องการความรู้ / ศาสตร์พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี “ เทคโนโลยี เป็นปัจจัยในการสร้างปรากฏการณ์สิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งแสดงภาพรวม / จุดเด่น ของสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ให้เห็นชัดเจน”

3) ต้องมีการให้ขนาดและทิศทางของสิ่งแวดล้อมนั้น เพื่อบ่งบอกสถานะ / สภาพ

(1) ขนาด : จำนวนของความกว้าง ยาว สูง การสูญเสีย (ครั้ง หรือ จำนวนเงิน)

(2) ทิศทาง : บวก-ลบ สูง-ต่ำ (มาก-น้อย) กว่ามาตรฐานหรือค่าธรรมชาติ

4) ความลุ่มลึกของศาสตร์ทางสิ่งแวดล้อมเป็นจุดเด่นที่แสดงบทบาท/ หน้าที่ของสิ่งแวดล้อมนั้นต่อสิ่งแวดล้อมอื่น เช่น ป่าไม้ มีความลุ่มลึกที่สุด(แนวตั้ง)คือต้นไม้/ความหลากหลายของพืชป่า กล่าวคือต้องมีความรู้หรือศึกษาให้ถึงระดับชนิดพันธุ์ของพืชในป่า นั้น ที่เหลือเป็นแนวนอน หรือความรู้/ข้อเท็จจริงที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับพืชหรือต้นไม้ในป่า นั้น ได้แก่ ดิน หิน แร่ น้ำ อากาศ สัตว์ป่า เป็นต้น

5) แขนงความรู้ของวิทยาการสิ่งแวดล้อม คือ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติและวิทยาศาสตร์สังคม โดย ทุกแขนง/ สาขาวิชาทางสิ่งแวดล้อม ต้องมองสิ่งแวดล้อมเป็น 4 มิติ คือ ทรัพยากร เทคโนโลยี ของเสียและมลพิษ และมนุษย์/สังคม และให้ขนาดและทิศทางได้

1.4 สาขาวิชาในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม

การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เป็นการเรียนรู้ เข้าใจ และมีทักษะต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 4 มิติ และ สิ่งแวดล้อมเฉพาะ ตั้งแต่ ชั้นศึกษาปรากฏการณ์ การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจน การส่งเสริมเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชนเป้าหมาย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 สาขาใหญ่ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

เป็น “การเรียนรู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติของสิ่งแวดล้อมอย่างมีระบบและแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปรากฏการณ์ที่มีผลต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์” ลักษณะเฉพาะ คือ

1) ศึกษาหาความรู้ข้อเท็จจริงของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2) ผลของการศึกษาข้อเท็จจริงฯ ต้องมีผลต่อความเป็นอยู่ของมวลมนุษย์และเกี่ยวข้องกับคุณภาพชีวิต

3) ข้อเท็จจริงที่มนุษย์มีพฤติกรรมต่อสิ่งแวดล้อมหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2) เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

เป็น “กระบวนการให้ความรู้อย่างมีระบบและแบบแผน ในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการใช้ แปรรูป ป้องกัน และปรับปรุงต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหรือปรากฏการณ์

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในลักษณะการประดิษฐ์เครื่องมือ การสร้างแบบผลิตภัณฑ์ แบบจำลอง และกระบวนการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุด ”

สาขานี้เน้นการให้ความรู้และการสร้างเทคโนโลยี ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บำบัด/กำจัดมลพิษ การนำกลับมาใช้ และบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3 สิ่งแวดล้อมศึกษา

เป็น “กระบวนการให้ความรู้ที่มีระบบและแบบแผน โดยการใช้เทคโนโลยีการถ่ายทอดความรู้ทางสิ่งแวดล้อมสู่บุคคลในทุกระดับเพื่อคงไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมที่ดี” ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและสอดคล้องกันทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้และผู้ทำการถ่ายทอด เทคโนโลยีการถ่ายทอด และตัวผู้รับการถ่ายทอดหรือกลุ่มเป้าหมายเป็นสำคัญ และควรมีการจัดกระบวนการถ่ายทอด เฉพาะแต่ละกลุ่มเป้าหมายที่จะทำการถ่ายทอด เช่น การสร้างบทเรียน / บทปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนระดับต่างๆ สำหรับประชาชนทั่วไป สำหรับผู้บริหารระดับต่างๆ เป็นต้น รวมทั้งการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายทอดความรู้ทางสิ่งแวดล้อม และการสร้างโปรแกรมสิ่งแวดล้อม ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายหรือผู้ถูกถ่ายทอด เป็นต้น

สรุป : การศึกษาทางสิ่งแวดล้อมแบ่งออกอย่างกว้างๆ ได้ 3 สาขาวิชา คือ

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม : ศึกษาค้นคว้าความจริงด้วยวิธีวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม : สร้าง ประดิษฐ์ เครื่องมือ – อุปกรณ์ วิธีการ

สิ่งแวดล้อมศึกษา : เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้สิ่งแวดล้อมสู่กลุ่มเป้าหมาย

ตัวอย่างสาขาย่อยของแต่ละสาขา

1) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

- (1) การจัดการสิ่งแวดล้อม
- (2) การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- (3) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2) เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

- (1) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- (2) เทคโนโลยีการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม
- (3) อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3) สิ่งแวดล้อมศึกษา

- (1) การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์/เชิงนิเวศน์
- (2) การสอนสิ่งแวดล้อม
- (3) สิ่งแวดล้อมศึกษา
- (4) โปรแกรมค่ายกิจกรรมทางสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

1.5 วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับคุณภาพชีวิต

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เน้นที่ตัวมนุษย์เป็นสำคัญ เช่น ศึกษาผลของการกระทำของมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อมหรือปรากฏต่าง ๆ หลักการ/ข้อเท็จจริงในการแก้ไข-ป้องกัน และอนุรักษ์ ซึ่งเป็นการศึกษาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ จึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเด็นต่อไปนี้ คือ

1) สิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับปัจจัย 4 หรือปัจจุบันอาจมีถึง ปัจจัย 7 ดังกล่าวแล้ว
 2) ประชากรมนุษย์และการกระจายตัว เนื่องจากมนุษย์สามารถก่อการกระทำที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมได้ทั้งในฐานะผู้ใช้ทรัพยากร ผู้ก่อกมลพิษ ผู้แก้ไข และมีพฤติกรรมต่อการสร้างสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ

- 3) การใช้และการวางแผนการใช้ที่ดิน
- 4) มลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม
- 5) การวิเคราะห์ การประเมินผลกระทบ และการจัดการสิ่งแวดล้อม

1.6 งานทางสิ่งแวดล้อม

1.6.1 กลุ่มของงาน

- (1) งานสำรวจวิเคราะห์
- (2) งานการตัดสินใจโครงการพัฒนา
- (3) งานการกำหนดมาตรฐาน
- (4) งานการควบคุม
- (5) งานส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1.6.2 ลักษณะเด่นของงาน

- (1) เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง/องค์ประกอบ (Structure) ของสิ่งแวดล้อม
- (2) เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ (Function) ขององค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมหรือองค์ประกอบในระบบนิเวศ

1.6.3 ความเฉพาะของนักวิชาการสิ่งแวดล้อม

- (1) มีพื้นฐานความรู้ทางด้านต่อไปนี้
 - วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์
 - พื้นฐานทั้ง 4 มิติทางสิ่งแวดล้อมที่กลมกลืน
 - ความรู้ทางด้านทรัพยากรหลัก ทั้งเนื้อหาและความสัมพันธ์กัน
- (2) มีความรู้ศาสตร์หลัก เช่น นิเวศวิทยา และความรู้อย่างที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ เช่น อุทกวิทยา อนุรักษ์วิทยา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น
- (3) มีทักษะการใช้เครื่องมือ เช่น เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ภาพถ่ายทางอากาศ / ดาวเทียม แผนที่ คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการกำจัดของเสีย เป็นต้น

(4) มีความสามารถในการวางแผนจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ระบบ ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม วางมาตรการ การสร้างระบบการติดตามตรวจสอบ และการสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

2. นิเวศวิทยาและระบบนิเวศ

2.1 นิเวศวิทยา (Ecology)

2.1.1 นิยาม/ความหมาย

นิเวศวิทยา หรือ Ecology เกิดจากคำ 2 คำ คือ Eco และ logy ซึ่งมาจากภาษากรีก คือ "Oikos" ซึ่งแปลว่า Habitat หมายถึง ถิ่นที่อยู่ หรือบ้าน และ "logos" ซึ่งแปลว่า study หมายถึง วิชา หรือ ศาสตร์ หรือการศึกษา ทั้งนี้ มีผู้ให้ความหมายของ นิเวศวิทยา ไว้หลายท่าน เช่น

1) Odum (1971) อ้างอิงใน เกษม จันทร์แก้ว (2530 และ 2540) : ให้ความหมายว่าเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2) Anderson , Standley H. , Beiswenger , Ronald E.& Purdom , P. Walton. (1993) : ให้ความหมายว่า " the study of the relationship of an organism or group of organisms to their environment

2) ราชบัณฑิตยสถาน (2530) : ให้ความหมายว่า เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับถิ่นที่อยู่และสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า นิเวศวิทยา หมายถึง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบัน มีผู้ให้ความหมายอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการศึกษาถึง โครงสร้าง (Structure) และหน้าที่ (Function) ของระบบธรรมชาติ (นิวัติ เรืองพานิช. 2537)

2.1.2 ระดับของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม อาจแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

1) Autecology : ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียว (Individual organism / Individual species) กับสิ่งแวดล้อม เช่น ศึกษาความสัมพันธ์ของไม้โกงกางกับสิ่งแวดล้อมในป่าชายเลน เป็นต้น

2) Synecology : ระหว่างสังคมของกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เช่น ศึกษาความสัมพันธ์ของไม้ในป่าชายเลน (โกงกาง แสม ลำพู ฯลฯ) กับสิ่งแวดล้อมของป่าชายเลน เป็นต้น

2.1.3 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม อาจทำให้เกิดผลอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง ดังนี้

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1) สมดุลธรรมชาติ | 2) ภัยและอันตราย |
| 3) การปนเปื้อนของมลสาร | 4) การทำลายทรัพยากรธรรมชาติ |
| 5) การพัฒนา | 6) อื่น ๆ |

2.1.4 บทบาทของสิ่งแวดล้อมหรือองค์ประกอบในธรรมชาติ

ในธรรมชาติ มีองค์ประกอบมากมาย เช่น สัตว์ พืช ดิน น้ำ อากาศ ฯลฯ

ซึ่งแต่ละองค์ประกอบ จะมีบทบาทดังนี้

- 1) แต่ละองค์ประกอบมีบทบาททางนิเวศวิทยา (ecological niche) เช่น พืชเป็นผู้ผลิต สัตว์เป็นผู้บริโภค จุลชีพเป็นผู้ย่อยสลาย และ หิน ดิน ทราบายเป็นแหล่งอาหาร เป็นต้น
- 2) องค์ประกอบหนึ่ง ๆ อาจมีมากกว่า 1 บทบาท ทั้งนี้ แล้วแต่บทบาทรวมขององค์ประกอบจะมีส่วนชักนำ/อิทธิพลเพียงใด เช่น ต้นไม้ในป่าและในเมืองมีบทบาทต่างกัน กล่าวคือ ต้นไม้ในป่ามีบทบาทเป็นผู้ผลิต แต่ต้นไม้ในเมืองมีบทบาทเป็นผู้ผลิตด้อยลงแต่บทบาทเพื่อความร่มเย็นนั้นบทบาทจะเด่นขึ้นมา เป็นต้น

2.1.5 ขอบเขตของการศึกษาทางนิเวศวิทยา

การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในทางชีววิทยา สามารถศึกษาตั้งแต่ เซล เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ สิ่งมีชีวิต ประชากร ชุมชน และ ชีวมณฑล แต่การศึกษาทางนิเวศวิทยา จะศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ระดับ สิ่งมีชีวิต ประชากร ชุมชน และ ชีวมณฑล กับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น

2.2 ระบบนิเวศ (Ecosystem)

2.2.1 นิยาม/ความหมาย มีผู้ให้นิยาม/ความหมายไว้ในทำนองเดียวกัน เช่น

1) Odum (1993) : ระบบนิเวศ หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งที่ประกอบด้วย สังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่ ทำหน้าที่ร่วมกัน

2) Anderson , Standley H. , Beiswenger , Ronald E.& Purdom , P. Walton. (1993) : An ecosystem is composed of all the living organisms in an area plus the surrounding physical environmental with which they interact.

3) Mitterer (1980. อ้างใน กนก จันทร์เรือง. 2538) : ระบบนิเวศ หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กัน มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานและสารอาหาร ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า ระบบนิเวศ มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

- (1) มีขอบเขตที่กำหนดแน่นอน
- (2) มีองค์ประกอบทั้งที่เป็นสวรมที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต

(3) สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กันหรือทำหน้าที่ร่วมกัน

2.2.2 ความรู้เรื่องระบบนิเวศ

มนุษย์เข้าไปรบกวนธรรมชาติมากเกินไป จนสมดุลของธรรมชาติสูญเสียหรือถูกทำลายไป ดังนั้น การทำความเข้าใจระบบธรรมชาติ หรือระบบนิเวศธรรมชาติ จะช่วยให้มนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์จากธรรมชาติได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1) องค์ประกอบหรือโครงสร้างของระบบนิเวศ (Ecosystem structure)

ประกอบด้วยส่วนที่มีชีวิต และ ส่วนที่ไม่มีชีวิต

ส่วนที่มีชีวิต ได้แก่ พืช สัตว์ และมนุษย์ ซึ่งแบ่งตามลำดับชั้นในการบริโภค (Trophic level) ได้เป็น 3 ระดับ คือ

(1) ผู้ผลิต (Producers) ส่วนมากคือพืชที่สังเคราะห์แสงได้ และสิ่งมีชีวิตที่ผลิตอาหารเองได้ (Autotroph) เช่น แบคทีเรียบางชนิด

(2) ผู้บริโภค (Consumers) คือสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถผลิต/สร้างอาหารเองได้ด้วยตนเอง (Heterotroph) ดำรงชีวิตอยู่ด้วยการกินสิ่งมีชีวิตอื่น ได้แก่สัตว์ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งเป็นชั้น ๆ ดังนี้

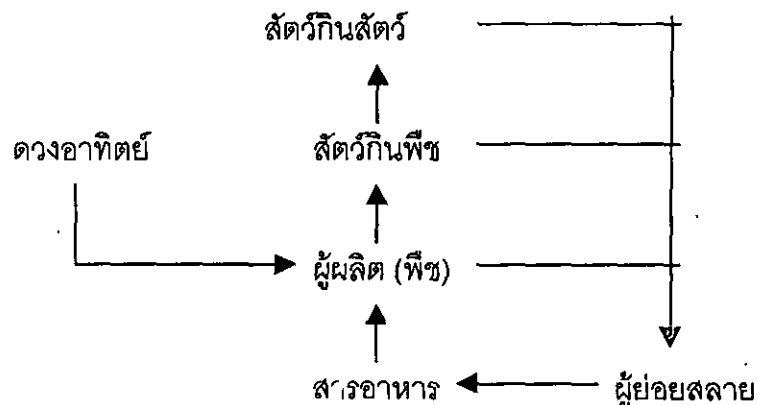
ผู้บริโภคชั้นที่ 1 : สัตว์กินพืช (Herbivores)

ผู้บริโภคชั้นที่ 2 : สัตว์กินสัตว์ (Carnivores)

ผู้บริโภคชั้นที่ 3 : สัตว์กินทั้งสัตว์และพืช (Omnivores) และ

ผู้บริโภคชั้นที่ 4 หรือชั้นสุดท้ายของห่วงโซ่อาหาร : มนุษย์ และเหยี่ยว เป็นต้น

(3) ผู้ย่อยสลาย (decomposers) ได้แก่ เห็ด-รา แบคทีเรีย/จุลินทรีย์ เป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่นที่ตายไปแล้ว โดยการปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านั้น (อินทรีย์สาร) เสียก่อน แล้วจึงดูดซึมส่วนที่ย่อยสลายได้ไปใช้เป็นสารอาหาร สำหรับสิ่งมีชีวิตอีกพวกหนึ่ง ที่กินสิ่งมีชีวิตอื่นที่ตายแล้วโดยกินในลักษณะเป็นซาก อาจเรียกว่า พวกกินซาก หรือ Detritivores เช่น นกแฉ่ง ไส้เดือน และกิ้งกือ เป็นต้น



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับชั้นในการบริโภค (Trophic level) ในระบบนิเวศ

ส่วนที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ สภาพแวดล้อม/สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งส่วนมากแล้วองค์ประกอบเหล่านี้คือ ปัจจัยจำกัด (Limiting factor) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดการแพร่กระจาย การเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตตลอดจนการผลิตลูกหลานของสิ่งมีชีวิตในระบบ ซึ่งในระบบนิเวศแต่ละแห่ง ปัจจัยเหล่านี้อาจมีความสัมพันธ์แตกต่างกันและยากต่อการควบคุม ดังนั้น มนุษย์ต้องพิจารณาตัดสินใจในการใช้ประโยชน์ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

ตัวอย่างของส่วนที่ไม่มีชีวิต

1) สภาพแวดล้อม/สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

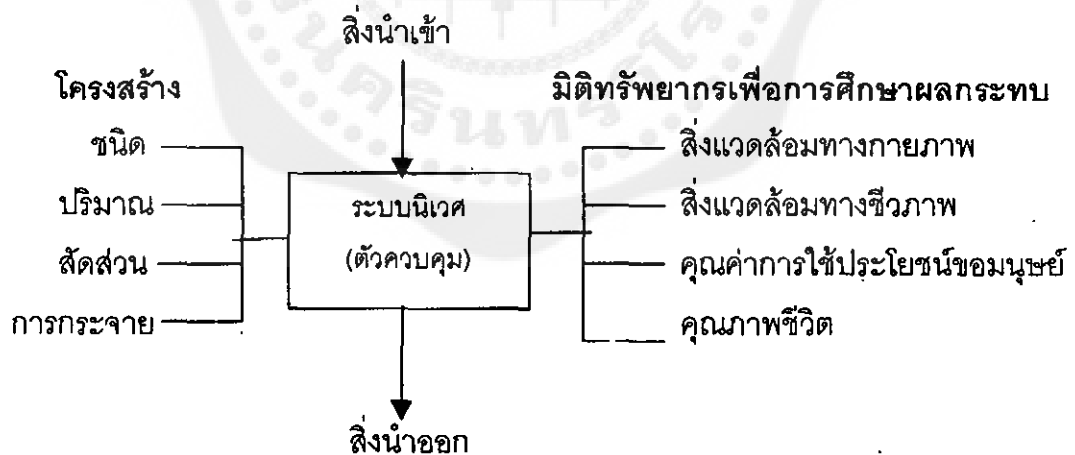
(1) ภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ปริมาณน้ำฝน อัตราการระเหยของน้ำ และความเร็วลม เป็นต้น

(2) ภูมิประเทศ เช่น ภูเขา แม่น้ำ ระดับความสูง ความลาดชัน ทิศทางของความลาดชัน ตำแหน่งเส้นรุ้ง-เส้นแวง เป็นต้น

(3) ดิน : ชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ธาตุอาหาร)

2) สิ่งแวดล้อมทางสังคม เช่น กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ วัฒนธรรม ประเพณี เป็นต้น

ข้อสังเกต : การพิจารณาระบบนิเวศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม โครงสร้างหรือองค์ประกอบของระบบนิเวศอาจถูกเป็นแบ่งพิจารณาให้ละเอียดเป็นผังแผนภูมิในภาพที่ 3 ข้างล่างนี้



ภาพที่ 3 การพิจารณาสถานภาพของระบบนิเวศ ในกรณีเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อม

จากภาพที่ 3 สถานภาพของระบบนิเวศ (State of Ecosystem) อาจพิจารณาได้ใน 3 สถานภาพ ดังนี้

(1) พัฒนา (Development) : สิ่งนำเข้า มากกว่า สิ่งนำออก ($Input > Output$)

(2) สมดุล (Equilibrium) : สิ่งนำเข้า เท่ากับ สิ่งนำออก ($Input = Output$)

(3) ถูกทำลาย (Destruction) : สิ่งนำเข้า น้อยกว่า สิ่งนำออก ($Input < Output$)

2) หน้าที่หรือกิจกรรมขององค์ประกอบในระบบนิเวศ

หน้าที่หรือกิจกรรมในระบบนิเวศ หรือบางครั้งเรียกว่า กระบวนการในระบบนิเวศ มีหลายอย่าง แต่ที่สำคัญ คือ การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนสารอาหาร

(1) การถ่ายทอดพลังงาน (Energy transfer / energy flow)

การถ่ายทอดพลังงาน หรือการเคลื่อนที่ หรือการเคลื่อนย้าย หรือการไหลของพลังงานในระบบนิเวศ มีลักษณะดังนี้

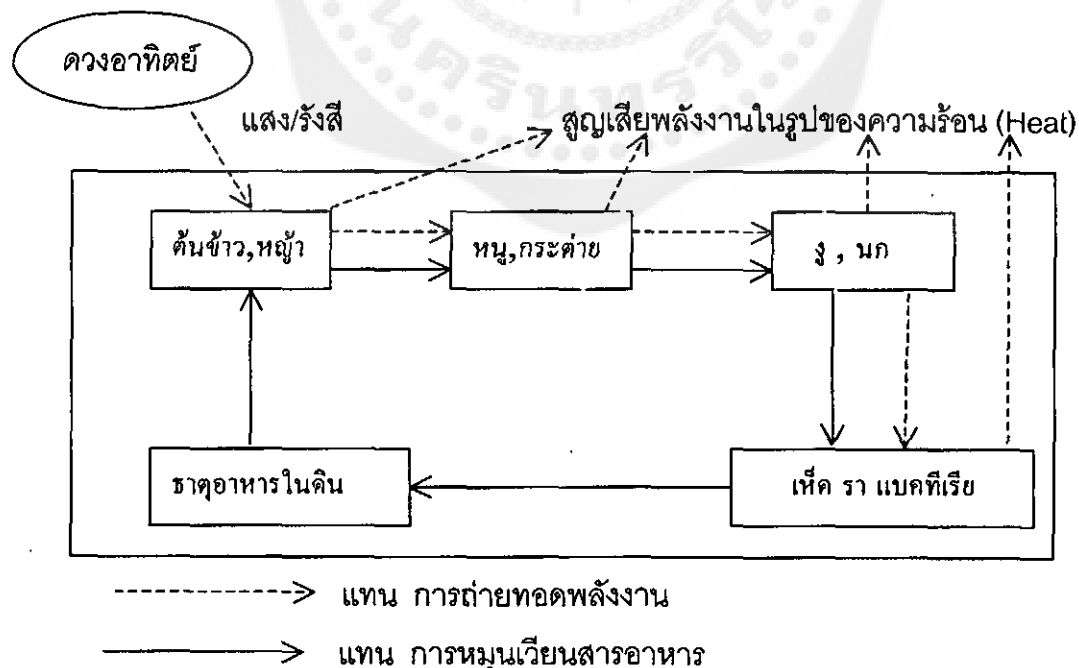
- ถ่ายทอดทางเดียว (One-way-flow)
- พลังงานจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ระบบในรูปของแสง
- พืช (ส่วนใหญ่เป็นพืชสีเขียว) ตรึงพลังงานจากแสงมาแปรเป็นมวล

ชีวภาพโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง

- ถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคตามลำดับขั้นของการกิน
- พลังงานจะถูกปลดปล่อย/สูญเสียออกจากระบบในรูปของความร้อน

(2) การหมุนเวียนของสารอาหาร (Nutrient cycle)

การหมุนเวียน หรือการเคลื่อนที่ หรือการเคลื่อนย้ายของสารอาหารหรือธาตุอาหารหรือแร่ธาตุในระบบนิเวศ มีลักษณะวนกลับสู่ที่เดิม กล่าวคือ จากดิน → พืช → สัตว์ แล้วย้อนกลับมาสู่ดินอีก จึงเรียกว่าการหมุนเวียน หรือวัฏจักร



ภาพที่ 4 การถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในระบบนิเวศ

3) การกินกันเป็นทอดๆ สิ่งมีชีวิตมีการกินกันเป็นทอด ๆ ใน 2 ลักษณะ คือ ห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร

(1) ห่วงโซ่อาหาร (food chain) เป็นการเคลื่อนย้ายพลังงาน และสารอาหารในระบบนิเวศ ผ่านผู้ผลิต ผู้บริโภคในระดับต่างๆ โดยการกินกันเป็นทอดๆ ในลักษณะเป็นเส้นตรง กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เช่น

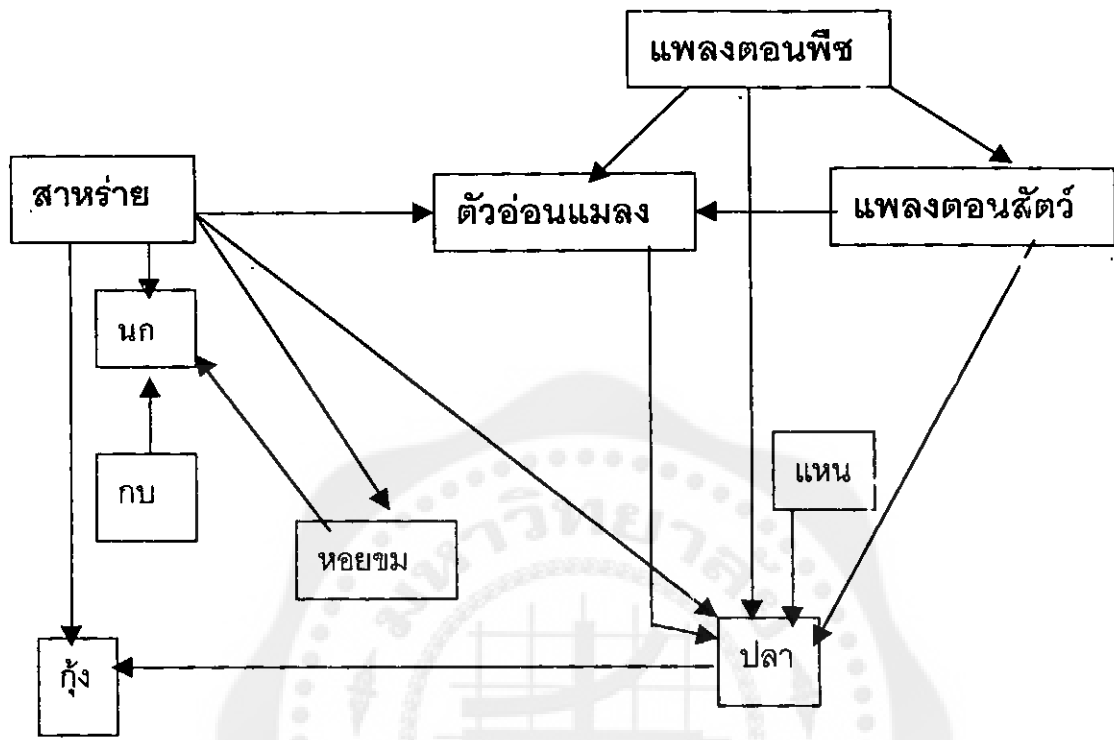
พืชผัก → แมลงกินพืช → กบ → งู → เหยี่ยว
 ทั้งนี้ → หมายถึง ถูกกินโดย

ตัวอย่างห่วงโซ่อาหารข้างต้น สามารถนำมาแจกแจงหน้าที่เชิงอาหารได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน้าที่ในเชิงอาหาร

ลำดับของอาหาร (trophic level)	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	หน้าที่เชิงอาหาร
1	พืชผัก	ผู้ผลิต
2	แมลงกินพืช	สัตว์กินพืช(ผู้บริโภคลำดับที่1)
3	กบ	สัตว์กินสัตว์ที่กินพืช(ผู้บริโภคลำดับที่2)
4	งู	สัตว์กินสัตว์ที่กินสัตว์(ผู้บริโภคลำดับที่3)
5	เหยี่ยว	ผู้บริโภคลำดับสูงสุด(ผู้บริโภคลำดับที่4)

(2) สายใยอาหาร (Food web) เป็นการเคลื่อนย้ายพลังงานและธาตุอาหารในระบบนิเวศ ผ่านผู้ผลิตและผู้บริโภคในระดับต่างๆ โดยการกินกันเป็นทอดๆในลักษณะไม่เป็นเส้นตรงเหมือนห่วงโซ่อาหารเสมอไป กล่าวคือ มีการกินกันแบบไขว้ไปมา สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจกินสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ในขณะที่เดียวกัน สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นก็มักมีโอกาสถูกจับกินโดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นหลายชนิด ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างสายใยอาหารในสระน้ำ (ดัดแปลงจาก กนก จันทร์ทอง. 2538)

เมื่อพิจารณาภาพที่ 5 พบว่า มีหลายห่วงโซ่อาหาร และมีการกินกันแบบไขว้ไปมา เช่น

แพลงตอนพืช → แพลงตอนสัตว์ → ปลา → กุ้ง

แพลงตอนพืช → ตัวอ่อนของแมลง → ปลา → กุ้ง

สาหร่าย → หอยขม → นก

สาหร่าย อาจถูกกินโดย นก / หอยขม / กุ้ง / ตัวอ่อนของแมลง

หอยขม อาจถูกกินโดย นก , กุ้ง อาจกิน ปลาเล็ก ๆ หรือ สาหร่าย

ตัวอ่อนของแมลง อาจกิน แพลงตอนสัตว์ / สาหร่าย

แพลงตอนสัตว์ อาจถูกกินโดย ปลา / ตัวอ่อนของแมลง เป็นต้น

4) ชนิด/ประเภทของระบบนิเวศ ในทางนิเวศวิทยา แบ่งระบบนิเวศในโลกนี้ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(1) ระบบนิเวศบก/พื้นดิน (Terrestrial ecosystem) ระบบนิเวศบก ใช้ชนิดพืช (Plant species) เป็นดัชนีในการแบ่งเขต เช่น ระบบนิเวศทุ่งหญ้า ระบบป่าชนิดต่างๆ และทะเลทราย เป็นต้น

(2) ระบบนิเวศแหล่งน้ำ/ในน้ำ (Aquatic ecosystem) ระบบนิเวศแหล่งน้ำใช้ความเค็ม (Salinity) เปิดตัวกำหนด เช่น ระบบนิเวศน้ำจืด ระบบนิเวศน้ำเค็ม และน้ำกร่อย เป็นต้น

ระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยระบบนิเวศย่อยหลายระบบ บางครั้งเรียกระบบย่อยภายในระบบนิเวศ ว่า ระบบสิ่งแวดล้อม (Environmental systems) เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ประกอบด้วย ระบบ (สิ่งแวดล้อม) น้ำ ระบบ (สิ่งแวดล้อม) ดิน ระบบ (สิ่งแวดล้อม) สัตว์ป่า และระบบ (สิ่งแวดล้อม) พืช เป็นต้น

ในทางปฏิบัติคำว่า ระบบนิเวศ มักใช้เหมือนหรือแทนกันได้กับคำว่า ระบบสิ่งแวดล้อม แต่ในทางทฤษฎี ระบบสิ่งแวดล้อม มีขอบเขตที่แคบกว่า กล่าวคือ ระบบสิ่งแวดล้อมอาจเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการระบุระบบเฉพาะเป็นสำคัญ เช่น ระบบสิ่งแวดล้อมสัตว์ป่า พืช ดิน ฯลฯ ทั้งหมดนี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบป่าไม้ โดยอาจจะเรียกว่าเป็นระบบนิเวศป่าไม้ก็ได้

5) การควบคุมระบบนิเวศ

ในธรรมชาติ ระบบนิเวศจะอยู่ในภาวะสมดุล กล่าวคือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่ในระบบนิเวศนั้นจะควบคุมตัวเอง (Self regulation) และรักษาสภาพตัวเอง (Self maintenance) ได้ การที่ระบบนิเวศสามารถคงสภาพสมดุลตามธรรมชาติ เพราะตัวควบคุม (องค์ประกอบ) ภายในระบบจะพยายามต่อต้านและปรับปรุงให้เกิดสภาพสมดุลตลอดเวลา ซึ่งเรียกการต่อต้านและปรับปรุงนี้ ว่า การคงสภาพ หรือ Homeostasis ทำให้ระบบนิเวศหนึ่งๆ ไม่มีประชากรหรือสิ่งมีชีวิตมากเกินไป สมรรถนะการยอมรับได้ (Carrying capacity) ได้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่ามี ปัจจัยจำกัด (Limiting factor) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีน้อยหรือมากเกินไป

ในทำนองเดียวกันอาจมีปัจจัยชดเชย (Compensation factor) ภายในระบบช่วยให้สิ่งแวดล้อมหนึ่งที่มีน้อยหรือมากเกินไปถูกจำกัดโดยปัจจัยอื่นๆ ทำให้ปัจจัยจำกัดนั้นไม่เกิดผลได้ เช่น กรณีก๊าซพิษปนเปื้อนในอากาศ แต่ก็มีฝนที่จะช่วยให้ความเป็นพิษสลายตัวไปได้ ทำให้ระบบนิเวศอยู่ได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ โดยธรรมชาติแล้ว ภายในระบบนิเวศหนึ่งๆ จะมีปัจจัยการชดเชยซึ่งกันและกัน

การอยู่ร่วมกันของสิ่งแวดล้อมหลายชนิดในระบบนิเวศ อาจพบว่า สิ่งแวดล้อมหลายชนิดอยู่ด้วยกันแล้วเกิดผลดีที่ปริมาณหนึ่ง ครั้นเมื่อเพิ่มปริมาณอาจไม่เกิดผลดีเพิ่มขึ้นแต่อาจจะลดลงก็ได้ เช่น นาข้าวเนื้อที่ 1 ไร่ ให้ชาวนา 1 คนไถพรวนจะแล้วเสร็จในเวลา 3 ชั่วโมง ถ้าให้ชาวนา 1 คน ไถพรวนด้วยควาย 1 ตัว และคันไถ 1 อันจะแล้วเสร็จในเวลา 2 ชั่วโมง แต่ถ้าใช้ชาวนา 3 คน โดยคนที่ 1 ไถพรวนด้วยกำลังแรงกาย คนที่สองใช้ควายและคันไถ และคนที่ 3 ใช้รถไถนาช่วยในการไถพรวน อาจทำให้การไถพรวนครั้งนี้ไม่แล้วเสร็จก็ได้ เพราะมีทั้งคนและเครื่องผ่อนแรงมากเกินไป

เป็นในพื้นที่แคบ ๆ ทำให้ทำงานไม่สะดวก หรือเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ซึ่งเป็นผลให้งานเสร็จล่าช้า หรือไม่สามารถแล้วเสร็จได้ เป็นต้น

ทั้งนี้ อาจกล่าวได้ว่า ระบบนิเวศหรือระบบสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ๆ จะสมดุลหรือดำเนินต่อไปได้อย่างปกติ จะต้องประกอบด้วย ความเหมาะสมของส่วนที่มีชีวิตและส่วนที่ไม่มีชีวิต ทั้งในด้านชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจาย และทำหน้าที่ของตนร่วมกันได้อย่างเหมาะสมพอดี

6) พฤติกรรมของสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิด จะพบว่า สิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศสามารถแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อระบบนิเวศ เช่น

(1) ศักยภาพทางชีวภาพ (Biological potential) สิ่งแวดล้อมแต่ละชนิดมีศักยภาพทางชีวภาพในการควบคุมการเกิดเพิ่มหรือลดแตกต่างกัน ดังนั้น โดยธรรมชาติหรือในระบบธรรมชาติแล้ว ถ้าทรัพยากรธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมถูกทำลายไป ก็จะมีการทดแทนขึ้นมาในภายหลัง

(2) ขีดจำกัดความทนทาน (Limit of tolerance) สิ่งแวดล้อมภายในระบบจะมีขีดจำกัดความทนทานต่างกัน บางประเภทมีช่วงกว้าง บางประเภทมีช่วงแคบ จึงทำให้ระบบนิเวศมีองค์ประกอบแต่ละชนิดมากน้อยต่างกัน

(3) สมรรถนะการยอมมีได้ (Carrying capacity) ในระบบนิเวศที่แตกต่างกัน อาจมีสมรรถนะการยอมมีได้ของสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากปัจจัยจำกัด

(4) การเปลี่ยนแปลง (Dynamism) สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและสถานที่ แม้ว่าไม่มีการรบกวนเลยก็ตาม เช่น อุณหภูมิของอากาศในช่วงหนึ่งวัน เป็นต้น

(5) การทดแทน/การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (Succession) การทดแทนเชิงนิเวศ (Ecological succession) หรือ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ นั้น ในเอกสารบางเล่ม เรียกว่า การสืบลำดับทางนิเวศวิทยา ซึ่งหมายถึง ปรากฏการณ์ที่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศสามารถฟื้นฟูสภาพธรรมชาติที่ถูกทำลาย (โดยมนุษย์และ/หรือภัยธรรมชาติ) ให้กลับสู่สภาพสมบูรณ์และมั่นคงได้

ถ้าระบบนิเวศถูกรบกวนทำลาย สิ่งแวดล้อมบางอย่างในระบบจะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งความสัมพันธ์ก็จะเปลี่ยนด้วย แต่เมื่อทิ้งไว้ก็จะมี การทดแทนขององค์ประกอบให้คืนสภาพเดิมได้ในที่สุด ซึ่งต้องใช้เวลา ส่วนใหญ่ค่าว่าการทดแทน/การสืบลำดับนี้มักใช้กับสังคมพืช โดยมี 2 ลำดับคือ

การสืบลำดับขั้นต้น (Primary succession) : เกิดในพื้นที่ที่ไม่เคยมีชุมชน เช่น กรณีของพื้นที่ทราย ที่เริ่มต้นไม่เคยสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาก่อน เมื่อเวลาผ่านไปกระแสลมพัดพาให้พื้นที่ทรายมากองรวมกันตามแนวลมเกิดเป็นเนิน/สัน ทำให้ด้านหลังเนิน/สันทรายมีการสะสมความชื้นและกำลัง

แรงลมลดลง ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาจพัดพามากับลมตกลงบนพื้นทรายหลังเนินทรายนั้น และเจริญเติบโตขึ้น เมื่อความชื้นมากขึ้นมีหน้าดินมากขึ้นและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เหมาะสมกับพืช/สิ่งมีชีวิตที่ชอบสภาพนั้น ๆ ก็เกิดทดแทนขึ้น /เปลี่ยนแปลงแทนที่กัน จนในที่สุดถ้าไม่มีการรบกวนที่รุนแรง พื้นทรายนั้นก็สามารถกลายเป็นป่าสมบูรณ์ได้ แต่ถ้ามีการรบกวนที่รุนแรงจนกลายเป็นที่รกร้าง/เสื่อมโทรมเมื่อปล่อยทิ้งไว้ก็จะเกิดการสืบลำดับขั้นที่ 2 ได้

การสืบลำดับขั้นที่ 2 (Secondary succession) : เกิดในพื้นที่ที่มีชุมชน สิ่งมีชีวิตหรือพื้นที่ที่เคยเกิดการสืบลำดับขั้นต้นมาก่อนแล้วถูกทำลาย เช่น ป่าไม้ เมื่อพื้นที่ป่าถูกทำลาย ต้นไม้ชนิดต่าง ๆ ก็จะตายทำให้พื้นที่กลายเป็นที่โล่ง ต้นหญ้าก็จะเกิดขึ้นกลายเป็นทุ่งหญ้า ซึ่งสามารถเก็บความชื้นไว้ในดินได้ เมื่อเวลาผ่านไปความชื้นในดินมีมากขึ้นซึ่งไม่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของหญ้า หญ้าก็จะตายและมีไม้พุ่มเริ่มเกิดขึ้นทดแทน มากขึ้น ๆ จนกลายเป็นป่าละเมาะ และเป็นป่าสมบูรณ์ ในที่สุด

กิจกรรมที่ส่งเสริมการสืบลำดับเชิงนิเวศวิทยา เช่น

- การปลูกป่าในพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายโดยภัยธรรมชาติ
- การเพิ่มธาตุอาหารในดินและกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น

(6) ความยืดหยุ่นทางชีวภาพ (Biological magnification) ตัวอย่าง เช่น สิ่งมีชีวิต มีความสามารถในการสะสมสารพิษต่างกัน ขึ้นอยู่กับน้ำหนัก ความแข็งแรง อายุ และเพศ เป็นต้น

(7) ความต้านทานทางสิ่งแวดล้อม (Environmental resistance)

หมายถึง ความสามารถอยู่ในสภาพที่สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ/ไม่เอื้ออำนวยให้อยู่ได้ เช่น ปลา/สิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถอยู่ในน้ำเสียในคลองของกรุงเทพมหานครได้ ปลาเทศบาลสามารถอยู่ในน้ำที่สกปรกได้ดีกว่าปลาสวยงาม เป็นต้น

โดยข้อเท็จจริง : ในระบบนิเวศหนึ่งๆ มีพฤติกรรมมากมายหลายอย่าง เพราะมีองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมหลายประเภทอยู่คละกัน กระจาย และรวมกลุ่มอยู่หลายลักษณะนั่นเอง ซึ่งระบบนิเวศในธรรมชาติ หรือเรียกว่า ระบบธรรมชาติ จะอยู่ในภาวะสมดุล หรือเรียกว่า สมดุลธรรมชาติ (Balance of nature) โดยมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. โครงสร้าง/องค์ประกอบครบถ้วนเหมาะสม
2. มีความสลับซับซ้อน (Complexity) เกิดจากมีความหลากหลาย (Diversity) สูง ซึ่งทำให้ระบบมีความมั่นคง/เสถียรสูง อันจะทำให้เข้าใกล้สู่สมดุลมากขึ้น
3. สามารถควบคุมตัวเองได้ (Self regulating) เพื่อให้ระบบ

อยู่ในภาวะสมดุลอยู่เสมอ จะเห็นว่า ของเสียในธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหนึ่งจะถูกนำไปใช้ เป็นวัตถุดิบของอีกกระบวนการหนึ่ง หมุนเวียนเปลี่ยนไปเพื่อให้เกิดดุลยภาพในระบบ เช่น ความสัมพันธ์ ระหว่างผู้ล่ากับเหยื่อ และการหมุนเวียนของแร่ธาตุอาหาร เป็นต้น

3. การประยุกต์นิเวศวิทยาเพื่อการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม

3.1 หลักการ

เป็นที่ทราบแล้วว่า “ นิเวศวิทยา เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และเรียก การศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่หนึ่งนั้น ว่า ระบบนิเวศ ” ซึ่ง ระบบนิเวศหนึ่งๆ จะประกอบ 4 ส่วน คือ ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย และผู้สนับสนุน มีความสัมพันธ์กัน/ ทำหน้าที่ร่วมกัน และ

“ การศึกษาทางสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งต่างๆ ภายในพื้นที่หนึ่งที่กำหนด เช่นกัน แต่จะเน้นผลกระทบที่มีต่อมนุษย์เป็นสำคัญ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ ”

ดังนั้น ด้วยความที่วิทยาการทั้งสองนี้ เกือบจะเหมือนกัน จึงมีการประยุกต์หลักการในการศึกษาทางนิเวศวิทยา มาใช้ในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม โดยใช้ concept ในการศึกษา ระบบนิเวศ เป็นเครื่องมือในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้ ในการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม จะแตกต่างกับการศึกษาทางนิเวศวิทยา ตรงที่ ในระบบสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษานั้นอาจเป็นระบบสิ่งแวดล้อมที่เป็นนามธรรม และรายละเอียดขององค์ประกอบภายในระบบ อาจไม่เป็นเช่นในระบบนิเวศทั่วไป เช่น

ระบบการศึกษา ในที่นี้ มี 4 องค์ประกอบเช่นกัน คือ ผู้ผลิตไม่ใช่พืชแต่เป็นกระทรวงศึกษา ผู้บริโภคไม่ใช่สัตว์ทั่วไปแต่เป็นผู้สอน ผู้ย่อยสลายไม่ใช่จุลินทรีย์แต่เป็นนักเรียน และผู้สนับสนุนไม่ใช่แหล่งแร่ธาตุแต่เป็นพฤติกรรมของนักเรียน เป็นต้น โดยทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันหรือมีหน้าที่เฉพาะของตนและมีหน้าที่ต่อองค์ประกอบอื่นด้วย กล่าวคือ พิจารณาจากหน้าที่ขององค์ประกอบนั้นๆ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้หลักการของนิเวศวิทยา นั่นเอง

สรุป : ประเด็นสำคัญในการประยุกต์ใช้นิเวศวิทยาเพื่อการศึกษาทางสิ่งแวดล้อม คือ มองระบบสิ่งแวดล้อมเป็นระบบนิเวศ โดยแยกองค์ประกอบภายในระบบเป็น 4 ส่วน พิจารณาการทำหน้าที่ขององค์ประกอบเหล่านั้น ทั้งในด้าน ชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายของแต่ละองค์ประกอบ แล้วประเมินว่า ระบบอยู่ในสถานภาพใด เพราะเหตุใด ตามหลักการในการศึกษาระบบนิเวศ เพื่อหาทางจัดการต่อไป

3.2 ตัวอย่างระบบสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2 เป็นการแสดงการพิจารณาในระบบสิ่งแวดล้อมต่างๆ โดยการนำแนวคิดทางนิเวศ

วิทยามาประยุกต์ใช้ในการศึกษาสถานภาพของระบบโดยเริ่มจากการแบ่งแยกองค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อมออกเป็น 4 องค์ประกอบย่อยก่อนทำการศึกษาในรายละเอียดด้านอื่นตามแนวคิดทางนิเวศวิทยาต่อไป ดังกล่าวแล้ว

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการแจกแจงองค์ประกอบของระบบสิ่งแวดล้อมตาม Concept ของระบบนิเวศ

ลำดับ	ชื่อระบบสิ่งแวดล้อม	ผู้ผลิต	ผู้บริโภค	ผู้ย่อยสลาย	ผู้สนับสนุน
1	ป่าไม้	ต้นไม้	สัตว์ มนุษย์	จุลินทรีย์	ธาตุอาหาร
2	ระบบเกษตร	เทคโนโลยีการเกษตร	เกษตรกร	พืช สัตว์	ผลผลิต
3	ระบบผลิตอาหารในเมือง	ผู้ประกอบการผลิตหรือโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	ผู้ขายอาหาร	ชาวเมือง/ผู้ซื้อ	สุขภาพอนามัยของชาวเมือง
4	ระบบการศึกษาของชาติ	คณะกรรมการการศึกษาหรือกระทรวงศึกษาธิการ	คณาจารย์และผู้สอน	นักเรียน	พฤติกรรมของนักเรียน และประชาชน
5	ระบบสังคม	ประเทศ กฎระเบียบ	ประชาชน	ประชาชน	พฤติกรรมของประชาชน เช่น ความเป็นระเบียบ การอยู่ดีกินดี
6	ระบบครอบครัว	พ่อบ้าน	แม่บ้าน ลูก และบริวาร	ทุกคนในบ้าน	พฤติกรรมภายในบ้าน

ที่มา : ดัดแปลงจาก เกษม จันทร์แก้ว. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. 2544

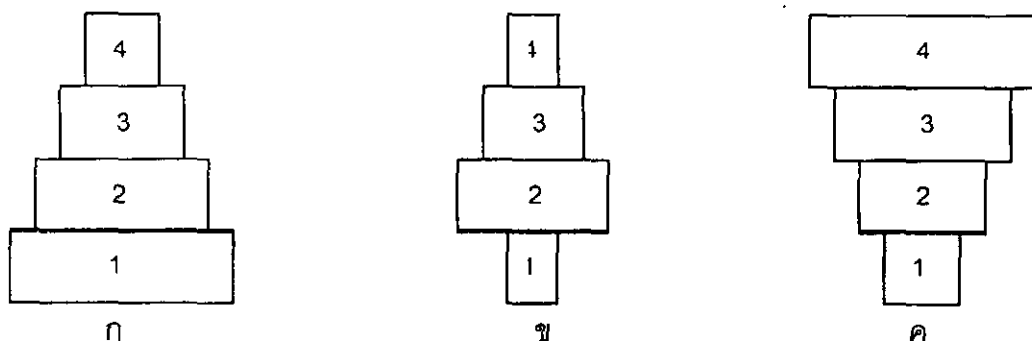
3.3 การประยุกต์นิเวศวิทยาเพื่อการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อม

โดยทฤษฎีของนิเวศวิทยา สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าระบบนิเวศจะอยู่ในลักษณะสมดุล (ภาพที่ 6 ก) ได้ จะต้องมีปริมาณขององค์ประกอบพวกสิ่งมีชีวิตที่กินกันเป็นทอดๆ หรือ Trophic level ครบ และได้สัดส่วนซึ่งกันและกัน รวมทั้งแต่ละองค์ประกอบนั้นต่างทำหน้าที่ (Function) ตามปรกติด้วย ตัวอย่างเช่น ป่าธรรมชาติที่ปราศจากการรบกวนทั้ๆไปจะอยู่ในสภาวะสมดุล หนึ่งถ้าขาดองค์ประกอบพวกสิ่งมีชีวิตที่กินกันเป็นทอดๆ ระดับหนึ่งระดับใดแล้วมักเกิดปัญหาหรือมีสิ่งมีชีวิตที่กินกันเป็นทอดๆ แต่ละระดับไม่ได้สัดส่วนกัน จะก่อให้เกิดปัญหาการทำงานของแต่ละสรรพสิ่งไม่ปรกติอันอาจทำให้ระบบเข้าสู่ขั้นสภาวะถูกทำลาย (Destruction state) คือ ในระบบนั้นมีสิ่งที่เข้ามา (Input) น้อยกว่าสิ่งที่ออกไป (Output) ดังในรูปแผนภูมิของภาพที่ 6 ข เนื่องจากอาจมีลำดับขององค์ประกอบขั้นใดขั้นหนึ่งน้อยเกินไปหรือมากเกินไป ไม่ได้สัดส่วนซึ่งกันและกัน นั่นเอง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันมีการเร่งรีบและ

แย่งใช้ทรัพยากรกันอย่างเข้มข้น ดังนั้นกรณีที่ระบบถูกทำลาย การปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติ บางครั้งอาจไม่ทำให้เกิดภาวะสมดุลเช่นที่เกิดในภาพที่ 6ก ก็ได้ มนุษย์จึงจำเป็นต้องไปดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น อาจจะต้องจำกัดการเพิ่มหรือลดจำนวนขององค์ประกอบบางลำดับ หรือธรรมชาติอาจมีการชดเชย หรือมีปัจจัยจำกัดบางอย่างควบคุม แล้วมนุษย์เพียงกระตุ้นให้เกิดภาวะการณ์เพิ่มหรือลดของปริมาณก็อาจเกิดภาวะสมดุลได้

สิ่งแวดล้อมในระบบจะมีความแตกต่างกันไป ทั้งโครงสร้าง (Structure) และพฤติกรรม (Function) ของระบบนิเวศนั้นๆ แต่ต้องขึ้นอยู่กับ สมรรถนะการยอมให้มีได้ (Carrying capacity) ของระบบนิเวศนั้นๆ ด้วย เช่น ระบบนิเวศเมือง ซึ่งถ้ามีพื้นที่จำกัดแล้วจะสร้างหรือทำสิ่งจำเป็นไม่ว่าอาคาร บ้านเรือน ถนน และอื่นๆ มากขึ้นเพียงใดและจัดรูปแบบใด ภาวะสมดุลก็คงเกิดได้ยาก แต่ในสภาวะชนบทสามารถทำให้เกิดสภาพสมดุลตามธรรมชาติได้ง่ายกว่า เพราะมีพื้นที่มากกว่า หรือ อาจกล่าวได้ว่า สมรรถนะการยอมให้มี(อาคาร)ได้ มีมากกว่า

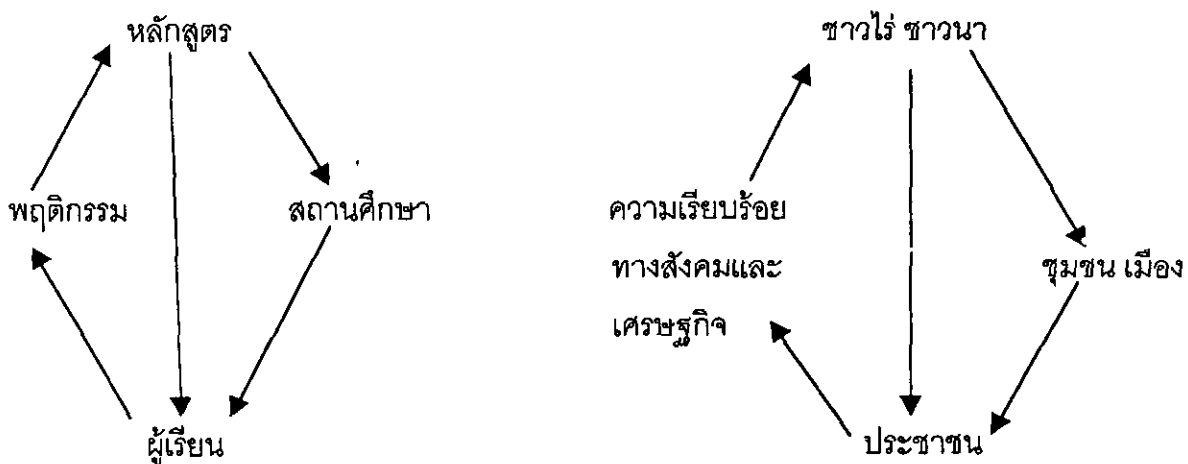
บางกรณีอาจพบว่าลำดับขององค์ประกอบนั้นเป็นไปในภาพที่ 6ค ซึ่งเป็นลักษณะที่อยู่ในภาวะการณ์พัฒนาของระบบนิเวศ (Input มากกว่า output) โดยค่อยๆพัฒนาจากข้างล่างสู่ข้างบน เช่นการทดแทนของสังคมพืชในที่ไฟไหม้ป่า จะมีพืชเพียงชนิดเดียวหรือ Pioneer เช่น หญ้าคา ขึ้นมาก่อนแล้วค่อยๆเพิ่มจำนวนชนิดพืชขึ้นจนถึงขั้นเป็นป่าสมบูรณ์ หรือ Climax ในที่สุด ซึ่งจะมีชนิดหรือปริมาณพืชลดหลั่นกันเข้าสู่สภาพสมดุล เช่นภาพที่ 6ก หรืออาจเป็นลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับการสะสมสารพิษในระบบนิเวศ กล่าวคือผลผลิตขั้นพื้นฐาน หรือ Primary product เช่น แพลงตอนพืชมีสารพิษปนเปื้อน เมื่อแพลงตอนสัตว์มากินสารพิษก็จะสะสมอยู่ในแพลงตอนสัตว์นั้นและสะสมสารพิษเอาไว้มาก เพราะต้องบริโภคผลผลิตขั้นพื้นฐานมาก ต่อจากนั้นผู้บริโภคชั้นสอง ก็จะบริโภคเข้าไปอีกต่อหนึ่ง เป็นเช่นนี้จนถึงผู้บริโภคชั้นสุดท้าย หรือ Top consumers จะได้รับปริมาณสารพิษมากที่สุด ซึ่งในห่วงโซ่อาหารที่มนุษย์เป็น Top consumers แล้ว มนุษย์จะเป็นผู้ได้รับสารพิษมากที่สุด



ภาพที่ 6 ลำดับและสัดส่วนขององค์ประกอบของระบบนิเวศในสถานภาพของ (ก) สมดุลตามธรรมชาติ (ข) ถูกทำลายหรือถูกระบกวอน และ (ค) การพัฒนาและการสะสมสารพิษ

เป็นที่ทราบในเบื้องต้นแล้ว แม้ว่าจะมีองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทุกๆ ระดับบริบูรณ์ แต่ถ้าการกระจายขององค์ประกอบเหล่านั้นไม่เหมาะสมแล้ว ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมก็เกิดขึ้นได้เช่นกัน ดังเช่นกรณีที่ ประชากรอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือในเมือง เป็นต้น ทำให้มีผู้บริโภคชั้นสูงสุด หรือ Top consumers มากเกินไปทำให้เกิดความไม่เหมาะสมขององค์ประกอบสิ่งมีชีวิตในระดับที่ต่ำกว่า ไม่ว่าจะเป็พืชหรือสัตว์ที่ใช้เป็นอาหาร ก่อให้เกิดการขาดแคลนอาหารได้ หรือการขาดของเสียโดยธรรมชาติก็ไม่สามารถทำได้เต็มที่ เพราะมีของเสียมากเกินไปเกินความสามารถในการย่อยสลายของผู้ย่อยสลาย อาจทำให้เกิดโรคระบาด ทั้งนี้เนื่องจากของเสียมากมายเกิน Carrying capacity ของระบบนิเวศที่จะยอมให้มีได้ เป็นต้น สารพิษเหล่านั้นก็จะสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ จริงอยู่ในธรรมชาติจะมีปัจจัยจำกัด หรือ Limiting factors หรือ Compensation factors ก็ตาม แต่คงไม่สามารถจะคอยถึงจุดที่ธรรมชาติจะปรับให้อยู่ในสภาพที่สมดุลได้ เพราะกว่าจะถึงจุดสมดุลมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตก็จะได้รับอันตรายหรือถึงตายก่อน หรือการใช้เทคโนโลยีช่วยให้มี Carrying capacity สูงขึ้นก็คงทำไม่ได้ไม่ตลอดจะมีปัญหาสืบเนื่องอยู่ตลอดเวลา ดังเช่นสภาพของกรุงเทพมหานครที่มีประชากรหนาแน่น ภูมิประเทศราบเรียบ และทรัพยากรจำกัด ปัญหาสิ่งแวดล้อมจะมีเกิดขึ้นทั้งปัญหาเก่าที่เป็นปัญหาต่อเนื่อง และทั้งที่เกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา เช่น น้ำท่วม จราจรติดขัด อากาศ ร้อนผิดปกติ ใจรผู้ร้ายชุกชุม ฯลฯ

อนึ่ง การประยุกต์หลักหรือแนวคิดทางนิเวศวิทยา เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อม แต่มีข้อสังเกตว่า ในระบบสิ่งแวดล้อมต่างๆ ไป เช่นระบบการศึกษา ระบบสังคมชนบทเหล่านี้ ถ้าจะประยุกต์ใช้ให้ได้ผลจะต้องแยกให้เห็นเด่นชัดว่าอะไรเป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย และผู้สนับสนุน เช่นตัวอย่างที่แสดงแล้วในตารางที่ 2 และภาพที่ 7 ข้างล่างนี้



ภาพที่ 7 ระบบสิ่งแวดล้อมการศึกษา และระบบสิ่งแวดล้อมอาหารเข้าสู่เมือง

4. เทคนิคในการปฏิบัติการภาคสนาม

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543) ได้เสนอเทคนิคการสำรวจและวิเคราะห์ระบบนิเวศภาคสนาม ไว้ใน คู่มืออบรมครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หลักสูตรที่ 1 พ.ศ.2543 ซึ่งพอสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้ได้ผลดี และเข้าใจถึงระบบการทำงานของธรรมชาติ จำเป็นต้องมีการศึกษาในภาคสนาม เพื่อทำความรู้จักกับสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่จริง ทำให้ได้ฝึกสังเกตทราบปัญหาและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยตนเอง ตลอดจนได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมทางกายภาพและเคมี

เทคนิคการศึกษาระบบนิเวศ/ระบบสิ่งแวดล้อมในภาคสนาม ประกอบด้วย เทคนิคการสำรวจและวิเคราะห์ การศึกษาในระดับเริ่มต้น ควรคำนึงถึงองค์ประกอบหลักของระบบหรือสภาพแวดล้อมที่กำลังจะศึกษา แล้วพยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เท่าที่จะทำได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์และปัจจัยอื่น ๆ

4.1 การศึกษาสำรวจระบบนิเวศแหล่งน้ำ

ก่อนทำการศึกษาในภาคสนามควรศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ/อุปกรณ์ สำหรับเก็บและศึกษาตัวอย่างน้ำ วิธีเก็บตัวอย่าง วิธีตรวจวัด วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1 เครื่องมือ/อุปกรณ์สำหรับการศึกษาตัวอย่างน้ำ

- 1) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำชนิดโพลีเอธิลีน ขนาด 1 ลิตร จำนวน 10 ใบ
- 2) ภาชนะสำหรับตักตัวอย่างน้ำ
- 3) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำตามระดับความลึก
- 4) กระบอกตวง
- 5) ถังน้ำแข็ง
- 6) เทอร์โมมิเตอร์
- 7) พีเอชมิเตอร์ หรือ pH paper
- 8) เซคคิดีสก์ (Secchi disc) หรือ เครื่องมือวัดความโปร่งแสง
- 9) สายวัดความลึก / ตลับเมตร
- 10) ดินสอ ปากกาเคมีชนิดถาวร และฉลากกระเบื้องละเอียด/หมายเลขตัวอย่าง
- 11) สมุดบันทึกข้อมูล หรือตารางบันทึกข้อมูล

4.1.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาทางชีวภาพ

- 1) กรอบสี่เหลี่ยม (Quadrate) พีวีซี ขนาด 1 เมตร X 1 เมตร จำนวน 1 อัน
- 2) สวิงตักตัวอย่างพีชน้ำที่กรุด้วยตาข่ายละเอียด 1 อัน
- 3) ถุงลากล้างตอน
- 4) ตะแกรงร่อนตัวอย่างสัตว์หน้าดิน
- 5) ขวดเก็บตัวอย่างแพลงตอนขนาด 100-200 มิลลิลิตร จำนวน 3-6 ขวด
- 6) ขวดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน และเพอร์ไฟตอน ขนาด 250-500 มิลลิลิตร
- 7) แอลกอฮอล์ 10 และ 70 % หรือ ฟอร์มาลิน 5 %
- 8) กล้องจุลทรรศน์ พร้อมสไลด์และกระจกปิด
- 9) ฝูงพลาสติกขนาดใหญ่ 18 นิ้ว X 24 นิ้วสำหรับเก็บตัวอย่างเพอร์ไฟตอนและเบนโทส
- 10) ฉลาก ปากกา ดินสอ ปากกาเคมีชนิดถาวร และกรรไกร
- 11) ขวดวิเคราะห์ค่าบีโอดี
- 12) สมุดและตารางบันทึกข้อมูล
- 13) กระบะพลาสติก / ตะกร้า สำหรับรวบรวมตัวอย่าง
- 14) กระดาษชำระ / ผ้าเช็ดมือ
- 15) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน และสัตว์หน้าดิน เช่น Ekman grab
- 16) อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย/อุปกรณ์สำเร็จ เช่น เพตริฟีลัมของ 3 M เป็นต้น
- 17) ถาดเคลือบสีขาว / ถาดพลาสติกสีขาวก้นลึก (ประมาณ 6 นิ้ว)
- 18) ปากคืบและถุงมือยาง

4.1.3 วิธีการศึกษา

1) การศึกษาทางกายภาพและเคมี

การวางแผนเก็บตัวอย่าง เพื่อการศึกษาระบบนิเวศแหล่งน้ำ ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษา กล่าวคือ ถ้าต้องการศึกษาสำรวจเพื่อคุณภาพทั่ว ๆ ไปของระบบนิเวศ ควรตรวจวัดปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ค่าดีไอ พีเอช อุณหภูมิ และความขุ่น / ความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ เป็นต้น แต่ถ้าต้องการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อพิจารณาว่าเป็นน้ำเสียระดับใดจะต้องวัดค่าอื่น ๆ ประกอบ เช่น บีโอดี ยาฆ่าแมลง โลหะเป็นพิษ และสารพิษอื่น ๆ เป็นต้น

การตรวจวัดทุกดัชนีจะต้องทำการตรวจวัดประมาณ 3 -5 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยทุกค่าและควรบันทึกสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่หรือแหล่งน้ำที่กำลังศึกษาในขณะที่เก็บตัวอย่าง ไว้ประกอบการแปลผลทุกครั้ง ซึ่งมีวิธีการศึกษาสำหรับปัจจัยที่สำคัญ พอสรุปได้ดังนี้

(1) อุณหภูมิ วัดโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ ควรตรวจวัดอุณหภูมิอากาศในขณะที่เก็บตัวอย่าง โดยสุ่มวัด 3 - 5 จุด และวัดอุณหภูมิของน้ำที่ระดับได้ผิวน้ำ 30 เซนติเมตร หรือกึ่งกลางความลึกของน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกที่ต้องการและวัดอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำทันที บันทึกผล

(2) ความโปร่งแสง วัดโดยใช้เซคิติดิสก์ หย่อนเซคิติดิสก์ลงในน้ำจนถึงระดับที่มองเห็นสีขาว-ดำบนแผ่นเซคิติดิสก์กลืนเป็นสีเดียวกัน หรือเริ่มมองไม่เห็นเซคิติดิสก์ (พยายามมองในแนวตั้ง) บันทึกค่าความลึกจากเชือกที่ย่อนลงไป เป็นค่าความโปร่งแสงของน้ำ น้ำที่ขุ่นมากหรือมีแพลงตอนมาก อาจมีค่า ระหว่าง 30 - 60 เซนติเมตร แต่อาจนำไปคำนวณ หาค่าสัมประสิทธิ์ที่มองไม่เห็น (extinction coefficient = k) เพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบ ดังสูตร

$$k = 1.45/d \quad \text{ถ้า } k \text{ มีค่าต่ำ แสดงว่า น้ำใส}$$

เมื่อ $d =$ ความลึกที่เริ่มมองไม่เห็นเซคิติดิสก์

(3) ความเป็นกรดเป็นเบส หรือค่าพีเอช (pH) วัดโดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นเบส (pH Meter) ทำการวัดที่จุดได้ผิวน้ำ 30 เซนติเมตร หรือวัดที่ระดับเดียวกับจุดที่วัดอุณหภูมิ หรือเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ขึ้นมาวัดด้วย กระดาษยูนิเวอร์แซล

(1) ออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen : DO) วัดด้วย DO Meter หรือวิเคราะห์ด้วยวิธีทางเคมี คือ วิธีเฮกซ์โมดิฟิเคชันของไอโอดิเมตริก โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับเดียวกับที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำ (30 เซนติเมตร)

(2) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) คำนวณได้จากผลต่างของค่า DO ของน้ำในวันที่เก็บตัวอย่าง กับ DO ของน้ำที่เก็บในที่มืดที่ 20° ซ เมื่อเก็บไว้ครบ 5 วันพอดี ทั้งนี้ ให้เก็บตัวอย่างน้ำได้ระดับผิวน้ำ 30 เซนติเมตร หรือระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำถ้าแหล่งน้ำนั้นมีความลึกของน้ำไม่เกิน 2 เมตร เก็บตัวอย่างที่ได้ไว้ในที่มืดซึ่งมีอุณหภูมิ 4°ซ แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

2) การศึกษาทางชีวภาพ คือ การสำรวจองค์ประกอบของระบบนิเวศในส่วนของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ซึ่งมีวิธีการศึกษา ดังนี้

(1) ผู้ผลิต แบ่งเป็นผู้ผลิตขนาดต่าง ๆ คือ

(1.1) ผู้ผลิตขนาดใหญ่ ได้แก่ พืชลอยน้ำ เช่น จอก แหน พืชกึ่งลอยกึ่งจม เช่น บัว ลำเจียก และ พืชใต้น้ำ เช่น สาหร่าย สามารถตรวจหาชนิดและประเมินความหนาแน่นได้ โดยใช้กรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Quadrat) ขนาด 1 เมตร X 1 เมตร ซึ่งอาจทำจากท่อพีวีซีหรือไม้แต่ควรถอด

ประกอบได้เพื่อสะดวกในการขนย้าย แต่ถ้าเป็นแหล่งน้ำขนาดเล็กให้ใช้กรอบสี่เหลี่ยมขนาดเล็กลง เช่น ขนาด 25 ซม. X ซม. หรือ 50 ซม. X 50 ซม. ตามความเหมาะสม

(1.2) ผู้ผลิตขนาดเล็ก เช่น แพลงตอนพืช การเก็บตัวอย่างใช้ถุงเก็บแพลงตอน ซึ่งถ้าต้องการทราบปริมาณที่แน่นอนต้องทราบปริมาณน้ำที่ผ่านถุงแพลงตอนด้วย ทั้งนี้ ในแหล่งน้ำใหญ่ ๆ จะใช้ถุงลากแพลงตอนโดยมีมิเตอร์วัดปริมาณน้ำที่ผ่านถุงได้ แต่ในแหล่งน้ำเล็กใช้วิธีเก็บน้ำที่ระดับ 30 ซม. หรือได้ผิวน้ำปริมาณหนึ่ง (ทราบปริมาตรแน่นอน ซึ่งมักใช้ 20 ลิตร) นำมากรองผ่านถุงแพลงตอนทั้งหมดให้เหลือปริมาณของน้ำ เท่าที่ต้องการหรือเพียงพอสำหรับการตรวจนับ แล้วเก็บรักษาตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์ 70 %

(1.3) แบคทีเรีย การศึกษาระบบนิเวศทั่วไปจะไม่ทำการศึกษาค่านี้ เนื่องจากไม่ใช่น้ำเสีย แต่ถ้าเป็นน้ำทิ้งจากชุมชน หรือโรงงาน จะหาค่านี้ โดยเก็บตัวอย่างน้ำมาเพาะเชื้อหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total coliform bacteria) ค่าฟีคอลลโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Fecal coliform bacteria) หรือค่าอีโคไล (*E. coli*) ซึ่งการตรวจนับมีหลายวิธีและหลายขั้นตอน แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาใช้แผ่นเพาะเชื้อสำเร็จรูป เช่น Petrifilm ของ 3M ซึ่งสะดวกในการใช้งานภาคสนามและราคาไม่สูงมากนัก

(2) ผู้บริโภค ในระบบนิเวศน้ำจืด ประกอบด้วย สัตว์กินพืช สัตว์กินสัตว์ สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์ รวมทั้งสัตว์กินซากอินทรีย์ / อินทรีย์สาร (Detrititus) หลายกลุ่ม ซึ่งอาจแบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัย (habitat) ได้เป็น

(2.1) แพลงตอนสัตว์ (Zooplankton) เก็บตัวอย่างเช่นเดียวและแพลงตอนพืช และเก็บไปพร้อมกันในตัวอย่างชุดเดียวกันได้

(2.2) เพอริไฟตอน (Periphyton) คือ สิ่งมีชีวิตที่เกาะอาศัยอยู่กับพืชน้ำหรือวัสดุอื่นใต้น้ำ เช่น สาหร่าย ไดอะตอม ตัวอ่อนแมลง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก ซึ่งเก็บตัวอย่างได้โดยใช้สวิงขนาดกรอบ 50 X 50 ตารางเซนติเมตรที่กรุด้วยตาข่ายละเอียด ซ้อนไปได้กอพืชน้ำอย่างน้อย 3 จุด นำสิ่งที่ได้ ซึ่งอาจมีพีชน้ำติดมาด้วย ใส่ถุงพลาสติกขนาดใหญ่ มัดปากถุงและเขียนบอกจุดเก็บตัวอย่าง และบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ขณะเก็บตัวอย่างให้ชัดเจน

(2.3) สัตว์หน้าดิน (Benthos) ศึกษาโดยการตักดินบริเวณพื้นน้ำ ด้วย Ekman grab หรืออุปกรณ์ที่ทราบปริมาตรของดินที่แน่นอน หรือใช้วิธีตักดินกันแหล่งน้ำมาตรวจหาปริมาณที่แน่นอน (เช่น 1 ลิตร) บันทึกข้อมูลในการเก็บตัวอย่าง และสภาพแวดล้อมในขณะที่เก็บตัวอย่าง จากนั้นทำการจำแนกสัตว์หน้าดินที่พบจากตัวอย่างดินที่เก็บมาในห้องปฏิบัติการ

(2.4) เนคตอน (Nekton) คือ สัตว์ขนาดใหญ่ที่ว่ายน้ำได้ เช่น ปลา กุ้ง ปู ฯลฯ สามารถตรวจสอบได้โดยการวางอวน แต่ในการศึกษาเบื้องต้นอาจใช้วิธีสังเกตด้วยตาเปล่า

นอกจากนี้ ควรบันทึกชนิดของสัตว์อื่น ๆ ที่พบเห็นโดยรอบขณะเก็บรวบรวมข้อมูลด้วย เช่น กบ เขียด คางคก นกกินปลา และงู เป็นต้น

4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพและเคมี ข้อมูลด้านนี้มักใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสำเร็จรูปในภาคสนาม ยกเว้นค่าบีโอดี

2) การวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวภาพ มีรายละเอียด ดังนี้

(1) พืชขนาดใหญ่ จำแนกชนิด ชื่อวิทยาศาสตร์ตามเอกสารอ้างอิง แต่ในเบื้องต้นอาจใช้ชื่อภาษาไทย และคำนวณปริมาณของพืชแต่ละกลุ่ม โดยหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ที่พบครอบคลุมผิวน้ำในพื้นที่ 1 ตารางเมตร บันทึกผลลงตาราง

(2) แพลงตอน (ทั้งแพลงตอนพืชและสัตว์) นำตัวอย่างที่เก็บมาเขย่าเบา ๆ ในถุงกระจายทั่วถึง แล้วดูตัวอย่างมา 1 หยด หยดลงบนสไลด์ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ ตรวจนับแยกชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำเพื่อมองภาพรวม โดยแยกชนิดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ เช่น สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โรติเฟอร์ ไรน้ำ ตัวอ่อนแมลง ฯลฯ สำหรับปริมาณของแต่ละชนิด อาจประเมินจากตัวอย่าง จำนวน 1 มิลลิลิตร หรือประมาณ 15 หยด ทำซ้ำ 3 - 5 ครั้ง แล้วเทียบกับปริมาตรน้ำทั้งหมดในขวดตัวอย่างที่เก็บมาเพื่อวิเคราะห์แพลงตอน

อนึ่ง วิธีการประเมินจำนวนอย่างง่าย ๆ คือควรตั้งเกณฑ์ว่า ให้ พื้นที่ 1 ฟิลด์ (พื้นที่ที่มองเห็นภายใต้กำลังขยายเท่ากัน) พบตัวอย่างมากกว่า 5 ครั้ง ถือว่า พบมาก ถ้าพบ 3 ครั้ง ถือว่ามีปริมาณปานกลาง และถ้าพบ 1-2 ครั้ง ถือว่ามีปริมาณน้อย เป็นต้น ทั้งนี้ การคำนวณหาปริมาณที่แท้จริงจะต้องนับจำนวนของแต่ละชนิดในปริมาตรน้ำที่ตรวจครั้งละ 1 มิลลิลิตร (ประมาณ 15 หยด) ทำซ้ำ 3 - 5 ครั้ง จากขวดตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณแพลงตอนต่อลิตร} = ab/c \quad (\text{หน่วยเป็นยูนิตนิต/ลิตร หรือ ตัวต่อลิตร})$$

เมื่อ a = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่างแพลงตอนหลังจากกรองผ่านถุงแพลงตอน

b = ค่าเฉลี่ยปริมาณแพลงตอนที่นับได้ในน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

c = ปริมาตรของน้ำที่นำมากรองผ่านถุงแพลงตอน (เช่น 20 ลิตร)

(3) เพอร์ฟิตอน นำพืชน้ำที่เก็บรวบรวมได้มาแยกหาตัวอย่างสัตว์ โดยนำต้นพืชไปล้างเขย่าในถุงที่เก็บตัวอย่างมา นำต้นพืชทิ้งไป และนำน้ำที่อยู่ในถุงมาเทลงในถาดเคลือบสีขาวแยกชนิดของสัตว์ที่พบ โดยอาจจำแนกตามกลุ่ม เป็น ตัวอ่อนแมลง กุ้ง หอยฝาเดียว หอยสองฝา ฯลฯ แล้วคำนวณปริมาณเฉลี่ยที่พบต่อ 1 ตารางเมตร

(4) สัตว์หน้าดิน/เบนโทส นำดินที่เก็บ 3 จุดมารวมกันผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วร่อนผ่านตะแกรงตา 420 ไมครอน หรือร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5000 , 2000 , 850 และ 420 ไมครอน แยกกลุ่มชนิดของสัตว์และนับจำนวน โดยอาจแยกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ เช่น หนอนปล้อง หอย อารีโพรโปดา สัตว์มีกระดูกสันหลัง แต่สัตว์หน้าดินที่พบมากมักเป็นพวกไส้เดือนน้ำ หอยฝาเดียว หอยสองฝา ตัวอ่อนแมลง และปลา

ทั้งนี้ เพอร์ไฟตอนและสัตว์หน้าดินของแหล่งน้ำเดียวกันที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตร มักจะประกอบด้วยสัตว์คล้ายกันถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะถ้าน้ำยิ่งตื้นมาก สัตว์สองกลุ่มนี้ก็เกือบจะเป็นชนิดเดียวกัน

4.1.5 การประมวลผลข้อมูล

การนำข้อมูลจากภาคสนามมาแปลความหมาย เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์เป็นระบบเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดและจะทำให้สมบูรณ์ได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจากการนำข้อมูลมาโยงความสัมพันธ์ในแง่การถ่ายทอดพลังงาน หรือห่วงโซ่อาหาร/ข่ายใยอาหาร นั้น จะต้องทราบชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิต และจะต้องทราบอุปนิสัยการกินอาหารของสัตว์เหล่านี้ ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานหลาย ๆ ปี จึงจะสามารถสรุปได้

ดังนั้น ในขั้นต้นของการศึกษาจึงควรพยายามโยงความสัมพันธ์เท่าที่จะทำได้ โดยมีหลักเกณฑ์ในการประเมินอุปนิสัยการกินของสัตว์ ดังนี้

1) แพลงตอนสัตว์ แพลงตอนสัตว์ขนาดเล็กส่วนมากเป็นสัตว์กินพืช หรือ เป็นผู้บริโภคลำดับแรก (primary consumer)

2) เพอร์ไฟตอน เป็น สัตว์กินพืช สัตว์กินสัตว์ และสัตว์กินซาก/สารอินทรีย์ เช่น หอยฝาเดียว หอยสองฝา ส่วนตัวอ่อนแมลงเป็นสัตว์กินสัตว์ โดยอาจกินแพลงตอนสัตว์หรือ เป็นสัตว์กินพืชโดยกินแพลงตอนพืช นอกจากนี้ มีตัวอย่างเพอร์ไฟตอนชนิดอื่น ๆ อีก เช่น ปลากริม ปลากระดี ปลาสลิค ที่กินทั้งพืชและสัตว์ รวมทั้ง ไส้เดือนน้ำที่กินสารอินทรีย์ เป็นต้น

3) สัตว์หน้าดิน / เบนโทส ส่วนมากเป็นสัตว์กินพืชและสารอินทรีย์ ทั้งนี้ สามารถสรุปข่ายใยอาหารของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำได้ดังภาพที่ 9

4.2 การศึกษาสำรวจระบบนิเวศทางทะเล

4.2.1 สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางทะเล

ระบบนิเวศทางทะเล (Marine Ecology) เป็นระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุดในธรรมชาติ เพราะพื้นผิวโลกมีน้ำปกคลุมอยู่ถึง 71 % หรือประมาณ 36 ล้านตารางกิโลเมตร และพบว่า สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางทะเลมีความแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอื่น ๆ เนื่องจากเหตุผล ดังต่อไปนี้

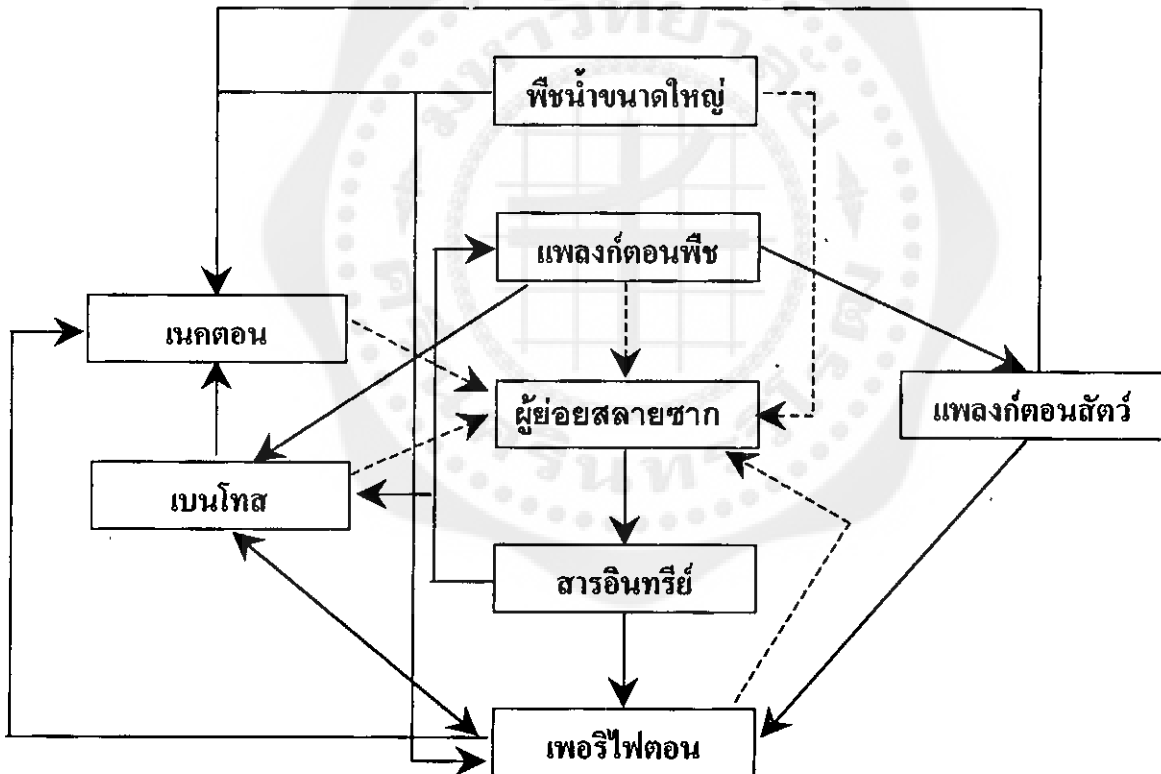
1) ทะเลและมหาสมุทร มีอาณาเขตกว้างใหญ่และติดต่อกันไปตลอดและปัจจัย

ที่กีดขวางการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตนั้น ส่วนใหญ่เป็นเพียง อุณหภูมิ ความเค็ม และความลึก เท่านั้น

2) ทะเลมีความลึกกว่าแหล่งน้ำจืดมาก แต่สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ปรับตัวตามระดับความลึกได้โดยจะมีการกระจายที่หนาแน่นในเขตชายฝั่งของไหล่ทวีปเท่านั้น

3) การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำในมหาสมุทร และการขึ้น-ลงของน้ำทะเล

4) ความเค็มของน้ำทะเลในแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกัน ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะต้องปรับตัวให้ทนต่อความเค็มของน้ำทะเล แต่โดยที่สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีความอดทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มต่างกัน ทำให้ค่าความเค็มเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางทะเล ทั้งนี้ ความเค็มของน้ำทะเลเกิดจากมีเกลือละลายอยู่ โดยส่วนใหญ่เป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์



หมายเหตุ เบนโทสและเพอร์ฟิตอนอาจจะมีการกินซึ่งกันและกันได้
 ----- ซากของสิ่งมีชีวิต

ภาพที่ 8 การเขียนข่ายใยอาหาร

ที่มา : พิพัฒน์ พัฒนผลไพบุลย์ และศศิธร พ่วงปาน. (2543). "คู่มืออบรมครู
 วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หลักสูตร 1 สำหรับครูระดับมัธยมศึกษา

4.2.2 ระบบนิเวศทางทะเลที่สำคัญ/ควรทราบ

ระบบนิเวศทางทะเล มีอาณาเขตกว้างขวาง และแต่ละบริเวณมักมีลักษณะทางกายภาพเฉพาะตัว เช่น ระบบนิเวศทะเลน้ำลึก ระบบนิเวศชายฝั่ง เป็นต้น และเนื่องจากมนุษย์ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชายฝั่งทะเลกันมาก การศึกษาระบบนิเวศชายฝั่งจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อมนุษย์จะได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชายฝั่งได้สูงสุด โดยไม่ทำลายสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่ง หรือ เกิดการทำลายน้อยที่สุด

ระบบนิเวศชายฝั่งทะเล อาจจำแนกตามลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน ได้อีกหลายชนิด เช่น หาดทราย (Sand beach) โขดหิน (Rock shore) แนวปะการัง (Coral reef) และ ชายเลน (Mangrove) เป็นต้น

4.2.3 วิธีการศึกษาระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

การศึกษาระบบนิเวศชายฝั่งทะเล จะต้องศึกษาครอบคลุมทั้ง ส่วนที่เป็นน้ำ ตะกอน และสิ่งมีชีวิต ซึ่งการศึกษาระบบนิเวศชายฝั่งในส่วนที่เป็นน้ำและตะกอน จะต้องศึกษาทั้งลักษณะทางการภาพและเคมี โดยค่าที่ตรวจวัดบางค่าอาจจะคล้ายกับการศึกษาในระบบนิเวศน้ำจืด เช่น

ค่าความขุ่น พีเอช ดีโอ เป็นต้น แต่บางค่าไม่สามารถใช้วิธีวิเคราะห์เช่นเดียวกับในน้ำจืดได้ เช่น ค่าซีโอดี (COD) เนื่องจากน้ำในระบบนิเวศชายฝั่งมักเป็นน้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย ค่าCOD มาตรฐานจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้โดยเฉพาะในมาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่ง ซึ่งไม่เท่ากับในแหล่งน้ำจืดทั่วไป

ระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความสำคัญมากแห่งหนึ่ง คือ ระบบนิเวศป่าชายเลน (mangrove ecosystem) ซึ่งเป็นป่าที่ขึ้นอยู่ทั่วไปบริเวณดินเลนชายฝั่งและปากแม่น้ำ หรือในเขตที่น้ำทะเลท่วมถึงของประเทศเขตร้อน เป็นบริเวณที่สมบูรณ์ด้วยตะกอนที่ถูกพัดพามาของแม่น้ำ และตะกอนจากน้ำทะเลที่พัดเข้าหาฝั่ง ทำให้บริเวณนี้มีสารอาหารที่พืชและสัตว์ต้องการอยู่ในปริมาณมาก จึงเป็นทั้งที่อยู่อาศัยและที่ขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำต่าง ๆ มากมาย

ระบบนิเวศป่าชายเลน มีพืชป่าชายเลนจำนวนมากที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและนิเวศวิทยา ซึ่งพืชป่าชายเลนนี้สามารถสร้างผลผลิตขั้นปฐมภูมิได้มากกว่าพืชในป่าอื่น ๆ พืชเหล่านั้นมีการปรับตัวเพื่อให้ขึ้นอยู่ได้ในดินเลน โดยมีรากค้ำจุนลำต้น เช่น โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) เป็นต้น พืชบางชนิดปรับตัวให้อยู่ได้ในน้ำเค็มโดยมีการสร้างต่อมขับเกลือที่ผิวใบ เช่น แสมทะเล (*Avicennia marina*) ลำแพน (*Scnneratia alba*) ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) เป็นต้น

ระบบนิเวศป่าชายเลนแตกต่างจากระบบนิเวศแหล่งอื่น ๆ อีกประการหนึ่ง คือ ลักษณะการถ่ายทอดพลังงานจะเป็นแบบกินเศษอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากป่าชายเลนสามารถกรองวัสดุต่าง ๆ ที่มาจากแผ่นดิน และถูกย่อยสลายโดยสัตว์พวกกินเศษอินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา

และโปรโตซัว ส่วนสัตว์ประเภทอื่น โดยมากจะเป็นสัตว์ที่อยู่ในระยะตัวอ่อน เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา เป็นต้น

4.3 การศึกษาสำรวจระบบนิเวศบนบก (Terrestrial ecosystem)

ระบบนิเวศบนบก ประกอบด้วยระบบนิเวศย่อย ๆ หลายหน่วย เช่น ระบบนิเวศป่าดิบชื้น (moist evergreen forest) ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) ป่าผลัดใบ (Deciduous forest) ทุ่งหญ้า (Grassland) บริเวณที่ตมามีน้ำแฉะและมีพืชขึ้นได้ทั่วบริเวณ (Marsh) บริเวณน้ำขังมีพืชขึ้นตามขอบ ๆ (Swamp) บริเวณชายป่าที่ติดกับทุ่งหญ้า (Forest edge) บริเวณชายฝั่งแม่น้ำหรือลำธาร (River bank หรือ stream bank) และขอนไม้ผุ (Rotten log) เป็นต้น

ระบบนิเวศย่อย ๆ ดังกล่าวนั้น บางหน่วยมีขนาดใหญ่ บางหน่วยมีขนาดเล็ก และหน่วยที่มีขนาดเล็ก เช่น ขอนไม้ผุอาจบรรจุอยู่ในป่าไม้ หรือลำธารก็อยู่ในป่าไม้เช่นกัน ส่วน swamp หรือ marsh มักบรรจุอยู่ในทุ่งหญ้า สำหรับสิ่งมีชีวิต ถ้าอาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่ต่างกัน จะมีรูปร่างและกลไกการดำรงชีวิตแตกต่างกัน ซึ่งจะปรากฏเป็นรูปแบบของกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) แตกต่างกันไป แต่โครงสร้างของระบบนิเวศจะคล้ายคลึงกัน และระบบนิเวศของแต่ละหน่วยจะผูกพันและเชื่อมโยงกัน อยู่เสมอ ซึ่งมีปัจจัยที่ควรศึกษา ดังต่อไปนี้

4.3.1 ปัจจัยที่ต้องสำรวจในการศึกษาระบบนิเวศบนบก แบ่งเป็น

1) ปัจจัยทางกายภาพและเคมี

- (1) อุณหภูมิของอากาศและดิน
- (2) ความชื้นสัมพัทธ์
- (3) ความชื้นในดิน
- (4) ความเป็นกรดเป็นเบสของดิน
- (5) เนื้อดิน
- (6) สีของดิน
- (7) ปริมาณฮิวมัสในดิน
- (8) ภาวะของแสง
- (9) ภาวะของลม
- (10) ปริมาณน้ำฝน
- (11) ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล

2) ปัจจัยทางชีวภาพ

(1) พืชชนิดต่าง ๆ

- (1.1) ไม้ยืนต้น (Tree) ได้แก่ ต้นไม้ที่มีความสูงมากกว่า 5 เมตร

(1.2) ไม้พุ่ม(Shrub)ได้แก่ ต้นไม้ที่มีความสูงระหว่าง 0.5 - 5 เมตร

(1.3) พืชขนาดเล็กที่ปกคลุมผิวดิน เช่น หญ้าชนิดต่าง ๆ

(2) สัตว์บนดิน เช่น นก กระแต หนู กระต่าย งู และแมลง เป็นต้น ทั้งนี้ มูลสัตว์หรือรอยเท้าสัตว์ก็สามารถใช้เป็นข้อมูลบอกชนิดของสัตว์ได้

(3) สัตว์ในดินที่เห็นชัดด้วยตาเปล่า (Macro soilfauna) เช่น ตะขาบ กิ้งกือ ไร้เดือน แมงมุม และด้วงดิน เป็นต้น

4.3.2 อุปกรณ์สำหรับศึกษาระบบนิเวศบนบก

- 1) ตลับเทปวัดความยาว
- 2) เชือกพลาสติก
- 3) เครื่องชั่ง
- 4) เทอร์มอมิเตอร์
- 5) ไฮโกรมิเตอร์
- 6) ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุตัวอย่าง
- 7) พลั่วมือ
- 8) ปากคืบ
- 9) แอลกอฮอล์ 70 %
- 10) น้ำกลั่น
- 11) บีกเกอร์
- 12) แผงแก้วสำหรับคน
- 13) ตู้อบ
- 14) กระจกบด
- 15) พีเอชมิเตอร์ หรือ กระดาษวัดความเป็นกรดเป็นเบส
- 16) คู่มือจำแนกพืช

4.3.3 วิธีการศึกษาระบบนิเวศบนบก

1) กำหนดขนาดและขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

สุ่มเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนที่ดีและเหมาะสมของระบบนิเวศที่จะศึกษา

กำหนดขนาดของแปลงตัวอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ เช่น ถ้าศึกษาระบบนิเวศสนามหญ้า อาจใช้แปลงตัวอย่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาด 5 x 5 หรือ 10 x 10 ตารางเมตร แต่ถ้าจะศึกษาระบบนิเวศป่า อาจจะต้องใช้แปลงตัวอย่างเป็นขนาด 50 x 50 หรือ 100 x 100 ตารางเมตร ตามความเหมาะสม โดยสุ่มวางแปลงประมาณ 3 - 5 จุด กระจายให้ทั่วพื้นที่ และถ้าขนาดของระบบนิเวศที่จะศึกษากว้างมาก ก็อาจจะเพิ่มจำนวนแปลงตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อความถูกต้องของข้อมูล

2) ปัจจัยทางกายภาพและเคมี

- (1) อุณหภูมิของอากาศและดิน วัดโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์
- (2) ความชื้นสัมพัทธ์ วัดโดยใช้ไฮโกรมิเตอร์
- (3) ความชื้นในดิน ทราบได้โดยการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงศึกษา

ประมาณ 3 – 5 จุด ซึ่งนำหนักดินสด แล้วนำไปอบแห้ง ในตู้อบ (ประมาณ 100 - 105 °C) ซึ่งนำหนักดินแห้ง และคำนวณความชื้นในดินจากสูตร

$$\text{ความชื้นในดิน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำในดิน}}{\text{น้ำหนักดินสด}} \times 100$$

(4) ความเป็นกรดเป็นเบสของดิน ทราบได้โดยการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงศึกษา ประมาณ 3 - 5 จุด นำมารวมกัน คลุกเคล้าให้เข้ากันดี แล้วละลายด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน ดิน : น้ำ = 1 : 1 จากนั้นวัดค่าพีเอชของสารละลายดินด้วยพีเอชมิเตอร์ หรือ กระดาษวัดความเป็นกรดเป็นเบสโดยดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชจะมีค่า พีเอชอยู่ระหว่าง 6.5 - 7.0

(5) เนื้อดิน จะบอกถึงสัดส่วนของอนุภาคดินชนิดต่างๆ (Sand , Silt และ Clay) ที่ปรากฏในดิน ซึ่งทำการวิเคราะห์ได้ด้วยวิธี Hydrometer Method หรือ วิเคราะห์อย่างง่ายเพื่อความเข้าใจ โดย นำดินจากแปลงตัวอย่างมาละลายน้ำ บีหรือบดให้ละเอียด เก็บเศษ-ชิ้นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ก้อนหิน เศษกิ่งไม้ ออก แล้วเทดินที่ละลายน้ำแล้วลงในกระบอกตวง ตั้งทิ้งไว้ให้ดินแยกตัวและตกตะกอนเป็นชั้น ๆ ชัดเจน(ใช้เวลาประมาณ 2 วัน) หลังจากนั้น วัดความสูงของแต่ละชั้น และความสูงรวมของชั้นดินทั้งหมด แล้วจึงนำมาคำนวณร้อยละของอนุภาคดินแต่ละชนิด ได้เป็น % Sand , % Silt และ % Clay นำค่าทั้งสามไปเทียบกับสามเหลี่ยมของชนิดเนื้อดิน (Soil Texture) จะบอกชนิดของเนื้อดินที่ทำการวิเคราะห์ได้

(6) ปริมาณฮิวมัสในดิน บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ได้ ซึ่งสังเกตได้จากสีของดิน กล่าวคือ ดินที่มีสีดำมากจะมีฮิวมัสมาก วิธีวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน คือ Walkley - Black modified acid - dicromate digestion

3) ปัจจัยทางชีวภาพ

- (1) พืชชนิดต่าง ๆ ในแปลงตัวอย่าง ได้แก่

(1.1) ไม้ยืนต้น (Tree) ให้จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นในแต่ละชนิดทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง แล้ววัดเส้นรอบวงของต้นไม้ทุกต้นที่ความสูงระดับอก (หรือ ประมาณ 130 เซนติเมตรจากพื้นดิน) วัดความสูงของต้นไม้ด้วยเครื่องวัดความสูง หรือด้วยการประมาณ ในกรณีที่ลำต้นมีการแตกแขนงในช่วงระดับความสูงต่ำกว่า 120 เซนติเมตร ให้นับเป็นต้นไม้

อีกหนึ่งต้น ซึ่งต้องวัดเส้นรอบวงที่ความสูงระดับอกและวัดความสูงของต้นที่แตกแขนงนั้นด้วย เนื่องจากให้ถือเสมือนเป็นต้นไม้อีกหนึ่งต้นนั่นเอง

(1.2) ไม้พุ่ม (Shrub) ให้จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นในแต่ละชนิดทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง และควรวัดพื้นที่ที่ครอบคลุม (ขนาดของกอ/พุ่ม) ของแต่ละชนิดด้วย

(1.3) พืชขนาดเล็กที่ปกคลุมผิวดิน เช่น หญ้าชนิดต่าง ๆ ทำการศึกษาในตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 x 1 ตารางเมตร

(2) สัตว์บนดิน ทำการนับชนิดและจำนวนสัตว์บนดินทุกชนิดที่พบในแปลงตัวอย่างขณะทำการสำรวจ เช่น แมลงต่าง ๆ นก ลิง กระรอก กระแต กวาง ฯลฯ โดยให้นับชนิดและจำนวนของสัตว์จากรอยเท้าหรือมูลสัตว์ที่พบด้วย

(3) สัตว์ในดินที่มองเห็นชัดด้วยตาเปล่า (Macro soilfauna) ศึกษาจากตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 x 1 ตารางเมตร โดยใช้พลั่วมือคุ้ยดินหาสัตว์จนทั่วพื้นที่ 1 x 1 ตารางเมตร นั้น และลึกลงในดินไม่เกิน 10 เซนติเมตร ทั้งนี้ สัตว์ในดินจะมีทั้งพวกที่อาศัยอยู่ในดินตลอดเวลา เช่น ไส้เดือนดิน แมลงปีกแข็งในดิน และพวกที่อาศัยอยู่ในดินเฉพาะบางช่วงของชีวิตหรือบางเวลาเท่านั้น เช่น ตัวอ่อนแมลงหลายชนิดที่ขณะยังไม่โตเต็มวัยจะอยู่ในดินแต่เมื่อโตเต็มวัยมีปีกแล้วก็จะอยู่บนดินและกบในช่วงจำศีลก็นับเป็นสัตว์ในดิน กล่าวคือ สัตว์ทุกชนิดที่พบในดินขณะที่ทำการสำรวจศึกษาให้ถือว่าเป็นสัตว์ในดิน ดังนั้น อาจพบเสมอว่าสัตว์ชนิดเดียวกัน บางครั้งเป็นสัตว์ในดิน บางครั้งเป็นสัตว์บนดิน

ในการศึกษาสัตว์ในดินควรสุดสำรวจเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 45 นาที เนื่องจากบางครั้งขณะที่สัตว์ถูกคุ้ยเขี่ยนั้นมันอาจนอนนิ่งไม่เคลื่อนไหวทำให้สังเกตลำบากหรือคิดว่าเป็นซากสัตว์ หลังจากนั้น ควรนำสัตว์ที่รวบรวมได้ตองในแอลกอฮอล์ 70 % แล้วนำมาจำแนกชนิดหรือกลุ่มใหญ่ ๆ และนับจำนวนต่อ 1 ตารางเมตรของสัตว์แต่ละชนิดหรือกลุ่มต่อไป

4.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยทางกายภาพและเคมี

ส่วนใหญ่ การศึกษาปัจจัยทางกายภาพและเคมีมักจะใช้อุปกรณ์วัดสำเร็จรูปในภาคสนาม โดยการวัดหลาย ๆ ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย แต่บางปัจจัย เช่น ความชื้นในดิน เนื้อดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสจะวิเคราะห์โดยเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดังรายละเอียดที่กล่าวแล้วข้างต้น

2) การวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยทางชีวภาพ

(1) พืชชนิดต่าง ๆ ในแปลงตัวอย่าง จะทำการวิเคราะห์ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนี้

(1.1) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative characteristics)

ได้แก่

(1.1.1) ความถี่ (Frequency) ค่าความถี่ของพืชแต่ละชนิด

เป็นตัวชี้การกระจายของพืชชนิดนั้น ๆ ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีหน่วยเป็นร้อยละ (%) และคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความถี่ของพืช (\%)} = \frac{\text{จำนวนแปลง(ซ้ำ)ที่มีพืชชนิดนั้นปรากฏอยู่}}{\text{จำนวนแปลง(ซ้ำ)ที่ศึกษา}} \times 100$$

ตัวอย่างเช่น การสุ่มตัวอย่างพืชโดยใช้จำนวนแปลงทั้งหมด 20 แปลง ปรากฏว่ามีพืชชนิดหนึ่งขึ้นอยู่เพียง 5 แปลง ดังนั้น ค่าความถี่ของพืชชนิดนี้ เท่ากับ 25 % เป็นต้น พืชชนิดใดที่มีความถี่สูงหรือเกือบ 100 % แสดงว่า โอกาสที่จะปรากฏอยู่ในแปลงตัวอย่างก็จะมีมาก ส่วนพืชที่มีการกระจายอยู่เฉพาะตอนใดตอนหนึ่งของพื้นที่ศึกษานั้น แม้จะมีจำนวนต้นมาก แต่จะปรากฏอยู่เพียงไม่กี่แปลงเท่านั้น เมื่อทำการศึกษาจึงมีความถี่ต่ำ

(1.1.2) ความหนาแน่น (Density) หมายถึง จำนวนต้นของพืชชนิดนั้น ต่อหน่วยพื้นที่หรือต่อหน่วยแปลงที่ใช้ศึกษา ซึ่งความหนาแน่นของพืชแต่ละชนิดคำนวณได้จาก

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่ที่ศึกษา}}$$

(1.1.3) ความเด่น (Dominance) เป็นตัวชี้ให้เห็นว่า พืชชนิดนั้นมีอิทธิพลต่อสังคมพืชบริเวณนั้นมากน้อยเพียงใด ค่าความเด่นของพืชอาจแสดงได้จาก พื้นที่หน้าตัดของลำต้นหรือเนื้อที่ของพื้นดินที่ถูกปกคลุมโดยเรือนยอด นอกจากนี้ ค่าปริมาตร และมวลชีวภาพของพืชอาจเป็นตัวชี้ความเด่นได้ ซึ่งโดยทั่วไป มักจะหาค่าความเด่นของพืชแต่ละชนิดโดยคำนวณจากผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชนั้น ๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา

(1.1.4) ค่าดัชนีความสำคัญ (Important Value Index : IVI) เป็นค่าที่แสดงถึงภาพพจน์ทางนิเวศวิทยา (Ecological important) ของพืชแต่ละชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากค่าวิเคราะห์ทั้ง 3 ข้างต้นทำให้ทราบความสำคัญเฉพาะของพืชแต่ละชนิดในพื้นที่ที่ศึกษา ดังนั้นในการที่จะทราบถึงความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพืชชนิดต่าง ๆ จึงต้องทำการรวบรวมค่า ความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance) เข้าด้วยกัน เรียกว่า ค่าดัชนีความสำคัญ (Important Value Index : IVI) ของพืชชนิดนั้น ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 - 300 ดังการคำนวณตามสูตร

$$IVI = R.F. + R.D + R.Do.$$

โดยที่

ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency : R.F.)

$$R.F. = \frac{\text{ความถี่ของพืชชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของพืชทุกชนิด}} \times 100$$

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density : R.D.)

$$R.D. = \frac{\text{จำนวนต้นของพืชชนิดนั้น}}{\text{จำนวนต้นไม้ทั้งหมดที่พบ}} \times 100$$

ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance : R.Do)

$$R.Do. = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดลำต้นทั้งหมดของพืชชนิดนั้น}}{\text{พื้นที่หน้าตัดลำต้นทั้งหมดของพืชทุกต้น}} \times 100$$

ทำการคำนวณหาค่า IVI ของพืชทุกชนิดที่พบในแปลงตัวอย่าง ชนิดพืชที่มีค่า IVI สูงสุด จะเป็นพืชที่มีความสำคัญในระบบนิเวศนั้น ๆ มากที่สุด

(1.2) การวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ(Quality characteristics)

ส่วนมาก เป็นการจัดทำบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ (list of species) ทุกชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา ซึ่งโดยปกติการทำบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้ที่พบในสังคมพืชเป็นงานสำคัญในขั้นแรก เพราะพันธุ์ไม้ที่มีอยู่นั้นเป็นลักษณะประจำของสังคมพืชนั้น โดยหลังจากทำบัญชีรายชื่อพันธุ์ไม้แล้วจะสามารถบอกสภาพแวดล้อมอย่างกว้าง ๆ ของบริเวณนั้นได้

(2) สัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ นำสัตว์หน้าดินที่พบมาแยกชนิด และนับจำนวนของแต่ละชนิด แล้วคำนวณหาความชุกชุมของสัตว์แต่ละชนิดต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

4.3.4 การประมวลผล

การประมวลผลเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการศึกษาระบบนิเวศ โดยการนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษามาเขียนเป็นสายใยอาหาร (Food web) ซึ่งเป็นการแสดงปฏิสัมพันธ์ทางตรงและทางอ้อมระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ โดยอาศัยบทบาททางนิเวศวิทยา (ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย) ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดเป็นหลัก

บทที่ 3

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในอดีตและปัจจุบัน

1. ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับต่าง ๆ

1.1 ความเป็นมา

ปัญหาสิ่งแวดล้อมเริ่มได้รับความสนใจในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยมีความเป็นมาดังสรุปได้จากเหตุการณ์ดังต่อไปนี้ ตามลำดับ

- พ.ศ. 2511 สวีเดน เสนอรัฐมนตรีเศรษฐกิจและสังคมแห่งสหประชาชาติ(UN) ถึงสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมของโลก ว่าเป็นปัญหาระดับโลก ซึ่งส่งผลร้ายไปยังมนุษยชาติทั่วไป เช่น วิกฤตการณ์อาหาร พลังงาน สิ่งมีพิษ ความแห้งแล้ง เป็นต้น
- 5 มิ.ย.2515 UN ได้จัดประชุมนานาชาติ เรื่อง “ สิ่งแวดล้อมมนุษย์” ที่กรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน มีผู้เข้าร่วมการประชุมครั้งนั้น 1,600 คน ได้ตกลงกันให้ วันที่ 5 มิถุนายน ของทุกปีเป็น “ วันสิ่งแวดล้อมโลก ”
- พ.ศ.2518 ประเทศไทยได้เริ่มสนใจกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยจัดตั้งสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ขึ้น หลังจากได้บรรจุเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมไว้ใน “ รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2517 ” เพื่อให้มีอำนาจหน้าที่ในการดูแลเรื่องสิ่งแวดล้อมของประเทศโดยตรง และได้ตรา พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2518 ขึ้นเป็นครั้งแรกของประเทศ ไทย ซึ่งจัดเป็นกฎหมายแม่บททางสิ่งแวดล้อมของไทย
- พ.ศ.2535 ไทยได้ตรา พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ขึ้น ซึ่งนับเป็นกฎหมายแม่บททางสิ่งแวดล้อมของไทย ฉบับล่าสุดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และมีกฎหมายกำหนดให้ออนอำนาจหน้าที่และ

การบริหารของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ไปเป็นของ กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม โดยสังกัด กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งตั้งขึ้นใหม่ในปีเดียวกัน

แต่ต่อมา ได้มีการปฏิรูประบบราชการเกิดการแบ่งแยก กระทรวงใหม่ทั้งหมด ซึ่งกรมทั้ง 3 ดังกล่าว ได้สังกัด กระทรวงที่ตั้งขึ้นใหม่ คือ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบัน

4 ธันวาคม ประเทศไทยได้กำหนดให้ วันที่ 4 ธันวาคมเป็น "วันสิ่งแวดล้อมไทย"

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ประเทศไทยได้เริ่มมีการบรรจุเรื่องสิ่งแวดล้อมไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2520 – 2524) เป็นครั้งแรก จนถึง ฉบับปัจจุบัน คือ ฉบับที่ 9 (2545 – 2549) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในแผนฯ 8 ได้เน้นเรื่องการพัฒนาคน และในด้านสิ่งแวดล้อมได้ให้ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมศึกษาชัดเจนขึ้น

1.2 ความหมายและขอบข่ายของปัญหาสิ่งแวดล้อม

มีการให้ความหมายที่คล้ายคลึงกันดังนี้

1.2.1 ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็น ปัญหาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรของมนุษย์อย่างไม่ประหยัดและขาดความรอบคอบ ก่อให้เกิดปัญหามลพิษและปัญหาอื่น ๆ ซึ่งเป็นภาวะที่กระทบกระเทือนต่อคนจำนวนมาก โดยภาวะการณดังกล่าวไม่เป็นที่พึงปรารถนา และควรมีการกระทำบางอย่างเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น

หรือ เป็น ปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ทั้งที่เป็น ทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรที่มนุษย์สร้างขึ้น...และปัญหาความเสื่อมโทรมของคุณภาพสิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์ รวมถึงปัญหาความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศตามธรรมชาติ ตลอดจนปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม อันมีสาเหตุสำคัญมาจากการกระทำของมนุษย์

1.2.2 ลักษณะของปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมอาจแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ทรัพยากรย่อยหรือ (Resource depletion) หรือขาดแคลน เช่น

(1) แหล่งพลังงานย่อยหรือ เช่น มีรายงานว่า โลกมีปริมาณน้ำมันดิบสำรองที่ค้นพบแล้วทั้งหมด 1 ล้านล้านบาร์เรล (1 บาร์เรล = 149 ลิตร หรือ 42 แกลลอน) ซึ่งเพียงพอที่จะใช้ได้ อีก 50 ปี (ปีโตรเลียแห่งประเทศไทย ,2541 รอบรู้เรื่องปิโตรเลียม) และมีถ่านหินสำรองใช้ได้อีกประมาณ 200 ปี หากใช้ในอัตราปัจจุบัน และจะย่อยหรือเร็วขึ้นกว่านี้ หากใช้ถ่านหินแทนเชื้อเพลิงอื่นที่กำลังจะหมดลง (มูลนิธิโลกสีเขียว ,2537 แร่ธาตุและพลังงาน)

(2) ปัญหาการใช้ที่ดิน เช่น การขาดที่ดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก เนื่องจากการขยายตัวของเมือง/ชุมชน กล่าวคือ มีการนำที่ดินที่เคยใช้เพาะปลูกหรือทำเกษตรหรือที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเกษตร ไปใช้ในการก่อสร้างอาคาร แหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งธุรกิจการค้า เป็นต้น

(3) ปัญหาการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ปัจจุบันพบว่ามีพืชและสัตว์สูญพันธุ์ไปหลายชนิด เช่น สมัน และ กุบริ ซึ่งเคยพบในประเทศไทย ปัจจุบันไม่พบแล้ว เป็นต้น และมีหลายชนิดลดปริมาณลง เช่น ปริมาณปลาในอ่าวไทย ตันตาลที่ขึ้นตามคันนา เป็นต้น

(4) ปัญหาการปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรน้ำ เช่น ปัญหาอุทกภัยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในช่วงเดือนสิงหาคม กันยายน เป็นประจำทุกปี และปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ / ปริมาณน้ำมีน้อยในฤดูแล้งในประเทศ ซึ่งทำให้บางปีมีการแย่งกันใช้น้ำ และรัฐบาลต้องออกมาเรียกร้องให้ประชาชนประหยัดน้ำ การประปาลดการจ่ายน้ำในบางปีที่มีการขาดแคลนรุนแรง นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเรื่องน้ำสะอาดมีไม่เพียงพอ หรือ ความสะอาดไม่ได้มาตรฐาน และน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง เน่าเสีย เป็นต้น

2) สิ่งแวดล้อมเป็นพิษหรือเกิดภาวะมลพิษ (Pollution) เป็น ความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศเสีย น้ำเสีย ดินเสีย และความเสื่อมโทรมทางสังคม เป็นต้น

ในด้านสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ นานาชาติได้มีการประกาศ เจตจำนงร่วมกันไว้เป็น พันธกรณีต่อประชาคมโลก กล่าวคือ นับจากการประชุมที่กรุงสต็อกโฮล์ม ประเทศสวีเดน ใน พ.ศ. 2515 จนถึงการประชุมที่กรุงริโอเดอ จาเนโร ประเทศบราซิล ใน พ.ศ. 2535 ในที่สุดปัญหาสิ่งแวดล้อมก็ได้ถูกผลักดันเป็น " วาระสำคัญในระดับนานาชาติ " ในการประชุม Earth Summit ที่กรุงริโอเดอ จาเนโร ในปีพ.ศ. 2535 นั้น ซึ่งในการประชุมครั้งนั้น นานาประเทศรวมทั้งประเทศไทย ได้ยอมรับคำประกาศริโอ (Rio Declaration on Environment and Development) อันประกอบไปด้วยหลักการ 27 ข้อ เพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน การยอมรับสิทธิในการพัฒนาของประเทศกำลังพัฒนา หลักการในการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น หลักการวาระป้องกันล่วงหน้า (precautionary

principle) หลักผู้ก่อมลพิษต้องจ่าย (Pollutor pays principle) การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment) และแผนปฏิบัติการ 21 (Agenda 21) ซึ่งเป็นกรอบแผนปฏิบัติการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมุ่งที่จะแก้ปัญหาหรรอบด้าน ตั้งแต่ทรัพยากรในท้องถิ่น ซึ่งแผนปฏิบัติการ 21 เป็นแผนปฏิบัติการเพื่อดำเนินการตามคำประกาศ ริโอ ที่ประกอบด้วย 40 บท โดยครอบคลุมถึงมาตรการในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทุกๆด้าน และวิธีการที่จะทำให้สามารถดำเนินการตามแผนปฏิบัติการได้ เช่น การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนกลุ่มต่างๆ การให้การช่วยเหลือทางการเงินเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแก่ประเทศกำลังพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี การส่งเสริมการศึกษา การฝึกอบรมและความตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ในประชาคมโลกที่สนใจด้านสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยได้รับการยกย่องไปทั่วโลก เมื่อ นาย อัล กอร์ รองประธานาธิบดีของสหรัฐ กล่าวถึงประเทศไทยในสุนทรพจน์เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 254 ที่นครโตเกียว มีใจความว่า “ ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาประเทศแรกๆที่เริ่มโครงการลดการใช้สารทำลายชั้นโอโซนในเครื่องทำความเย็น ” (Gore, Speed on US – Japan Global Partnership for Environment ,March 24, 1997) นับว่าประเทศไทยได้เริ่มบทบาทเป็นผู้นำในการดูแลสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในด้านปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากอุตสาหกรรม แต่การจัดการสิ่งแวดล้อมมิได้มีมิตินี้มิติเดียว ผลการจัดการสิ่งแวดล้อมของไทยมีปัญหามากกว่าที่ประชาชนในประเทศรับรู้และเข้าใจ

1.2.3 การจัดระดับของปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่

1) ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก (Global environmental problems) หรือ วิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อม (Environmental crisis) เช่น

- (1) การร่อยหรอของป่าไม้ในเขตร้อน
- (2) ภาวะมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดน
- (3) การเคลื่อนย้ายของเสียข้ามพรมแดน
- (4) ปัญหาโลกร้อน และ ช่องโหว่อโอโซน เป็นต้น

2) ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับภูมิภาค (Regional environmental problems) ได้แก่ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดในกลุ่มประเทศต่างๆ เช่น

(1) ไฟไหม้ป่าที่ประเทศอินโดนีเซียในปี พ.ศ. 2542 เนื่องจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโน ทำให้ประเทศข้างเคียงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย และมาเลเซีย เป็นต้น ได้รับมลพิษทางอากาศจากไฟไหม้ครั้งนั้นไปด้วย

(2) โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบีลของรัสเซียระเบิด ทำให้กัมมันตรังสีปนเปื้อนในอากาศของประเทศสหวิยุโรปเป็นวงกว้าง เป็นต้น

3) ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับประเทศ เช่น

- (1) การลักลอบตัดไม้ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ
- (2) การพังทลายของดินบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย
- (3) มลพิษทางอากาศอันเกิดจากไฟไหม้ป่าในหลายพื้นที่ของประเทศ

ข้อสังเกต เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับประเทศ

* กระทบต่อประชาชนจำนวนมาก เสียหายต่อสุขภาพเป็นวงกว้างจนรัฐต้องให้ความสำคัญและหาทางแก้ไข

* มีความรุนแรงแตกต่างกันไปตามระดับการพัฒนาเศรษฐกิจ

4) ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับท้องถิ่น เช่น

- (1) น้ำเสียรอบๆบริเวณนิคมอุตสาหกรรม และน้ำในคลองแสนแสบเสีย

เสียงอีกทีเนื่องจากยานพาหนะและสถานเริงรมย์ใกล้บ้าน

- (2) ฝุ่นละอองในอากาศของกรุงเทพมหานครมีปริมาณเกินมาตรฐานความ

ปลอดภัย เป็นต้น

ข้อสังเกต เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับท้องถิ่น

* มีขอบข่ายของผลกระทบในวงแคบหรือจำกัด

* ประชาชนได้รับผลกระทบ/เสียหายจำนวนมากพอสมควร ขณะที่ผู้ก่อให้เกิดมลพิษมีจำนวนค่อนข้างน้อย เช่น เป็นโรงงานเพียงโรงเดียว/กลุ่มโรงงานไม่กี่โรง

1.2.4 สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

- 1) การเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว
- 2) การขยายตัวทางเศรษฐกิจและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
- 3) ความเชื่อและค่านิยมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความฟุ้งเฟ้อหรูหรา ความมั่งคั่ง

และประมาท ความเป็นเอกเทศ ความชื่นชอบสิ่งประดิษฐ์หรือความงามของธรรมชาติในทางที่ไม่ควร (เช่น สร้างวัดบนภูเขา สร้างอาคารตามไหล่เขา/ชายหาด เป็นต้น)

4) ปัญหาทางการเมือง เช่น

- (1) ความขัดแย้งระหว่างยิวกับอาหรับนำไปสู่วิกฤตการณ์น้ำมันและกระทบ

ต่อเศรษฐกิจโลก

- (2) ความไม่แน่นอนทางการเมืองภายในประเทศ เช่น การเปลี่ยนรัฐบาลบ่อย

ทำให้นโยบายการบริหารไม่แน่นอนส่งผลถึงการแก้ไขและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไม่ต่อเนื่อง และอาจมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายได้เมื่อเปลี่ยนรัฐบาลใหม่ เป็นต้น

(3) การเอาใจราษฎรบางกลุ่มโดยยินยอมให้ตามที่ร้องขอ เช่น การผ่อนผัน การสวมหมวกกันน็อก การผ่อนผันให้ราษฎรอาศัยอยู่ในเขตป่าสงวนบางกรณี เป็นต้น

5) ภัยจากธรรมชาติและอุบัติเหตุ เช่น

(1) อุทกภัยที่อำเภอพิบูลย์และลานสะกาน นครศรีธรรมราช เมื่อ พ.ศ. 2531

(2) อุทกภัยที่แหลมตะลุมพุก

(3) ไฟไหม้คลังสินค้าที่ท่าเรือคลองเตย เป็นต้น

ทั้งนี้ อุบัติเหตุมักเกิดในประเทศที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจระดับสูงมากกว่าประเทศด้อยพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุบัติเหตุจากการจราจร (คิดต่อจำนวนประชาชน) ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากในประเทศที่พัฒนาแล้วมีการใช้เทคโนโลยีมาก มีชีวิตที่เร่งรีบ และมีความเสี่ยงในด้านต่างๆสูงกว่า เป็นต้น

1.2.5 ปัญหาสิ่งแวดล้อมในอดีตและปัจจุบัน

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศต่างๆมีความแตกต่างกันตาม :

- การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม
- สภาพของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ
- มาตรการทางกฎหมาย
- การบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างประเด็นปัญหาของประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา

1) ปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ปัญหามลพิษ ความเสื่อมโทรมของธรรมชาติ และการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์ ทั้งนี้ ปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศที่พัฒนาแล้ว มีทั้ง 4 ระดับ ได้แก่

1.1 ระดับท้องถิ่น เช่น เสียงรบกวนจากสนามบินแฟรงเฟิร์ต ประเทศเยอรมัน และปัญหาการสร้างสนามบินนาริตะ ประเทศญี่ปุ่น

1.2 ระดับประเทศ เช่น การตายของป่าไม้ในหลายประเทศในทวีปยุโรป ซึ่งจัดเป็นปัญหาระดับภูมิภาคด้วย กล่าวคือ ในสวีตเซอร์แลนด์ : 1/3 ของป่าไม้กำลังจะตาย ในเยอรมัน : 50.20 % ของสวนป่าเสียหายจากโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษ ฯลฯ

1.3 ระดับภูมิภาคและระดับโลก เช่น

(1) ปัญหามลพิษ เช่น ฝนกรดในยุโรป ซึ่งเกิดในสวีเดน นอร์เวย์ สวิตเซอร์แลนด์ เยอรมัน โปแลนด์ ฯลฯ และฝนกรดในทวีปอเมริกา ซึ่งเกิดในแคนาดา และสหรัฐอเมริกา (บางส่วน) เป็นต้น

(2) ปัญหาการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น การสูญเสียพื้นที่ลุ่มน้ำขังในสเปน โครงการลุ่มน้ำโขง ระหว่าง 4 ประเทศ คือ จีน ไทย เมียนมา และลาว ซึ่งปัจจุบันกำลังเริ่มมีปัญหาก่อขึ้น เนื่องจากในโครงการมีการระเบิดเกาะแก่งในแม่น้ำโขงเพื่อให้เรือสินค้าจากจีนล่องลงมาได้ เป็นผลให้ระบบนิเวศในแม่น้ำเปลี่ยนแปลงและอาจถูกทำลายในอนาคตอันใกล้นี้ เป็นต้น

(3) การสูญเสียพันธุ์และพืชและสัตว์ ความจริงเกิดขึ้นในประเทศใดประเทศหนึ่ง แต่เนื่องจาก พืชและสัตว์บางชนิดมีอาศัยอยู่แห่งเดียวในโลกทำให้เป็นการสูญเสียของทั้งโลกไปด้วย

2) ปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศกำลังพัฒนา เช่น

2.1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการด้อยพัฒนาและความยากจน

2.2 ประชากรเพิ่มอย่างรวดเร็ว

สาเหตุหลัก ทั้ง 2 ประการ ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น

(1) การบุกรุกป่าเพื่อเพิ่มพื้นที่ทำกิน ซึ่งจะเกิดปัญหาการพังทลายของดินตามมา และพืช-สัตว์สูญพันธุ์ในที่สุด

(2) ประชากรย้ายถิ่นสู่เมือง ทำให้เกิดชุมชนแออัด ต้องมีการขยายเมืองตามมา ทำให้เมืองไม่เป็นระเบียบ และเกิดปัญหาสังคมในที่สุด

(3) มลพิษด้านต่างๆ เช่น น้ำเสีย อากาศเสีย และขยะเน่าเหม็น เป็นต้น

3) ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาอุตสาหกรรม เช่น

3.1 เขม่า คาร์บอน กากของเสีย สารพิษ เป็นต้น ซึ่งในประเทศพัฒนาก็เกิดปัญหาเช่นกัน แต่มีทุนทรัพย์และเทคโนโลยีในการจัดการควบคุมและแก้ไข-ป้องกันได้ดีกว่า

3.2 การตั้งโรงงานในประเทศด้อยพัฒนา/กำลังพัฒนา ขาดการวางแผนและการบังคับใช้กฎหมายที่มีประสิทธิภาพ ฯลฯ

4) ปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย สามารถจัดแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ได้ ดังนี้

4.1 ปัญหามลพิษ : น้ำ อากาศ ขยะมูลฝอย สารพิษ เสียง การสิ้นสะท้อน และดินเสื่อมสภาพไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ตามที่ต้องการ เช่นไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก เป็นต้น

4.2 ปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ เช่น การทำลายป่า การใช้ดินและที่ดินอย่างไม่เหมาะสม การใช้ทรัพยากรธรณีอย่างฟุ่มเฟือย เช่น แร่ น้ำใต้ดิน ฯลฯ

4.3 การพัฒนาที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น การสร้างถนน ท่าเรือ เขื่อน และการพัฒนาแหล่งน้ำ เป็นต้น

4.4 ปัญหาการกระจายของประชากรและการตั้งถิ่นฐาน ประชากรจากชนบทสู่เมือง ก่อให้เกิดทรัพยากรย่อยหรือ มลพิษ และปัญหาสิ่งแวดล้อมทางสังคมด้านต่างๆ

4.5 การขยายตัวของเมืองโดยปราศจากระเบียบแบบแผนที่แน่นอน ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างมาก เช่นที่เกิดขึ้นในเมืองใหญ่ในปัจจุบันนี้ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ นครราชสีมา และสงขลา เป็นต้น

2. สถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกที่สำคัญ

พ.ศ. 2496 London / Classical Smog เกิดจากควันจากเชื้อเพลิงถ่านหิน ผสมกับ หมอกหนาในเวลาเช้าตรู่ ทำให้เกิดอากาศหมกมัวด้วยหมอกหนาที่มีควันพิษ (เช่น SO_2) มีคนตาย และอุบัติเหตุจำนวนมาก

พ.ศ. 2463 เกิดโรคอิไต – อิไต ที่เมืองโตยามา ทางเหนือของญี่ปุ่น โรคนี้เกิดจากการระบายน้ำทิ้งที่มีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่ของโรงงานถลุงสังกะสีลงสู่แม่น้ำ (ตามธรรมชาติในสินแร่สังกะสีจะมีแคดเมียมปะปนอยู่แล้ว) เมื่อพืชดูดน้ำไปใช้ แคดเมียมจะเข้าไปสะสมอยู่ในธัญพืช เข้าสู่คนและสัตว์ทางห่วงโซ่อาหาร

พ.ศ. 2493 เกิดโรคมินามาตะ ที่เมืองมินามาตะ เนื่องจากมีปรอทปนเปื้อนในปลาและสัตว์น้ำที่จับได้จากอ่าวมินามาตะ ทำให้คนตาย และบางคนยังพิการจนถึงปัจจุบัน

พ.ศ. 2519 โรงงานผลิตสารเคมี ICMESSA ที่เมืองเซเวโซ (Seveso) อิตาลี มีสารเกิดระเบิดปล่อยหมอกควันพิษ (Dioxin)

พ.ศ. 2522 โรงไฟฟ้าปรมาณูที่เกาะธีร์มาล์ เพนซิลวาเนีย สหรัฐอเมริกา เกิดระเบิดทำให้สารกัมมันตรังสีปนเปื้อนในอากาศ

พ.ศ. 2527 ดังเก็บก๊าซเมทิลโทไฮยาไนด์ของบริษัทยูเนียนคาร์ไบด์ (ผลิตยาฆ่าแมลง) เมืองโบพาล ประเทศอินเดียระเบิด

พ.ศ. 2529 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบีล ประเทศรัสเซีย ระเบิด ทำให้เกิดกัมมันตภาพรังสีปนเปื้อนในอากาศ และปล่อยพลังงานความร้อนสูงออกมาด้วย

ปัจจุบัน เกิดปัญหาโลกร้อน / ปรากฏการณ์เรือนกระจก และช่องโหว่โอโซน ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง เอลนีโญ – ลานีญาที่รุนแรง และฝนกรด เป็นต้น

3. สถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมของไทย

พ.ย. 2531 ภูเขาถล่ม ที่อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช

- พ.ศ. 2534 ไฟป่าเกิดในเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ทำให้สูญเสียป่า
กันชนร้อยละ 30 เป็นระยะทางกว่า 200 กิโลเมตร รวมเป็นพื้นที่ 6 แสนไร่
- พ.ศ. 2534 เพลิงไหม้สารเคมี ที่คลังสินค้าท่าเรือคลองเตย มีประชาชนกว่า
2,000 คน ต้องเข้ารับการรักษาทันที และผู้ได้รับผลกระทบจากสารเคมีจากการระเบิดนี้อาจเป็นมะเร็ง
ได้ในระยะยาว
- มี.ค. 2535 แม่น้ำพองเน่า เพราะกากน้ำตาลจากโรงงานไหลลงสู่แม่น้ำพอง
จำนวนมากทำให้สูญเสียปลาและสัตว์น้ำไปจำนวนมาก (มากกว่า 400 ตัน)
- ต.ค. 2535 มลพิษทางอากาศ จากฝุ่นและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂)
จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะะ จังหวัดลำปาง ทำให้ประชาชนหมู่บ้านสบป่าดและพนักงานโรงไฟฟ้ากว่า 1,000
คน ป่วยเฉียบพลัน และ มากกว่า 30 คน ต้องเข้ารับการรักษาเป็นผู้ป่วยใน และโค กระบือตาย 27 ตัว
- พ.ศ. 2536 โรงงานเยื่อกระดาษ ฟินิกซ์ พัลป์ แอนด์ เพเพอร์ จำกัด ระบาย
น้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำพองอีกครั้ง ทำให้น้ำเน่าเสีย
เกิดเพลิงไหม้ โรงงานทำตุ๊กตาของบริษัท เคเคเคอร์ อินดัสเตรียล
(ไทยแลนด์) ทำให้คน บาดเจ็บ 403 คน และเสียชีวิต 188 คน
- พ.ศ. 2537 ไฟป่า ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งอีก เป็นเนื้อที่ 3,000
ไร่ ทำให้สูญเสียสัตว์ป่า ต้นไม้ แหล่งน้ำใต้ดิน และเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มหาศาล
- 8 เม.ย. 2538 พบคราบน้ำมัน ยาวกว่า 30 กิโลเมตร ที่หาดพลาและแม่รำพึง
จังหวัดระยอง
- พ.ศ. 2539 พบคราบน้ำมัน ที่หาดจอมเทียน ในเมืองระยอง
- มิ.ย. 2539 พบคราบน้ำมัน ขยายวงกว้าง ยาวถึง 4 กิโลเมตร
- 18 พ.ค. 2542 เกิดการระเบิดของก๊าซจากการขุดเจาะบ่อน้ำมันที่ตำบลป่าร้อน
อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นเหตุให้ชาวบ้านในบริเวณนั้นบาดเจ็บและมีเด็กตาย 2 คน
ซึ่งกรมควบคุมมลพิษตรวจสอบพบว่าสาเหตุหลักเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ
ในบริเวณนี้ พุ่งขึ้นมาจากก้นหลุม จึงสั่งปิดปากหลุมและยกเลิกการขุดเจาะ
- 19 ก.ย. 2542 โรงปมลำใยในจังหวัดเชียงใหม่ระเบิดเนื่องจากการผสมสารเคมีที่
ใช้เร่งให้ลำใยติดดอกอย่างไม่ถูกวิธี ซึ่งสารดังกล่าวประกอบด้วยโปแตสเซียมคลอไรด์ ยูเรีย และซัล
เฟอร์ โดยมีการเก็บสารโปแตสเซียมคลอไรด์ที่สามารถใช้เป็นส่วนผสมของระเบิดได้เป็นจำนวนมาก
เมื่อเกิดการระเบิดจึงมีความเสียหายที่รุนแรงและเป็นวงกว้าง
- 23 ม.ค. 2543 ได้เกิดเหตุการณ์ร้ายแรงทางรังสีขึ้น คือ กรณีคนงานร้านรับซื้อ
ของเก่า สมจิตร ในซอยวัดมหาวงศ์ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ได้ฝ่าแท่งบรรจุธาตุ

โคบอลต์-60ที่ไม่ใช้แล้วที่มีคนขโมยมาจากโกดังบริษัท กมลสุโกศลอิเล็กทรอนิกส์จำกัด มหาชน มาขายทำให้กัมมันตภาพรังสีแพร่กระจายออกมา ส่งผลให้มีผู้บาดเจ็บกว่า 30 ราย ในจำนวนนี้มีผู้ป่วยถึงขั้นโคม่า 12 ราย และมีการสูญเสียชีวิตตามมาจนถึงปัจจุบันหลายรายเนื่องจากเนื้อที่ถูกรังสีค่อยๆและเน่า เหตุการณ์นี้ใช้เวลาเกือบเดือนจึงมีการค้นหาสาเหตุที่แท้จริง ทราบต้นกำเนิดรังสีและดำเนินการจัดเก็บไว้ในที่ปลอดภัยของสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติในที่สุด

4. กรณีศึกษา

ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก ระดับภูมิภาค และระดับประเทศที่สำคัญ เช่น

4.1 โลกร้อน (Global Warming)

โลกร้อน เป็นความวิปริตแปรปรวนของภูมิอากาศของโลก โดยนักวิทยาศาสตร์พบว่าความเปลี่ยนแปลงอย่างวิปริตของปรากฏการณ์ธรรมชาติในโลกในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา นั้น ส่วนใหญ่เป็นผลมาจาก ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect)

4.1.1 การเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก มีการอธิบายการเกิดไว้หลายแนวทาง เช่น

1) นักวิทยาศาสตร์ได้เปรียบเทียบโลกเสมือนเป็นเรือนเพาะชำที่มีกระจก

ล้อมอยู่โดยรอบ ความโปร่งใสของกระจกทำให้แสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกสามารถส่องผ่านเข้าไปในเรือนกระจกได้ แต่ความร้อนที่เกิดจากแสงแดดนั้นถูกแผ่นกระจกที่เปรียบเสมือนฉนวนกั้นให้อบอวลอยู่ในเรือนกระจก ไม่สามารถระบายไปที่อื่นได้ สภาวะอากาศภายในเรือนเพาะชำจึงมีความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

2) อาจอธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้อีกแนวทางหนึ่ง คือ แสงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกประกอบด้วยรังสีคลื่นสั้น ซึ่งมีความถี่สูงหรือพลังงานสูง จึงสามารถผ่านชั้นบรรยากาศของโลกเข้าสู่พื้นโลกได้ (แม้บางส่วนโดยเฉพาะรังสียูวีจะถูกชั้นโอโซนในบรรยากาศดูดซับไว้และสะท้อนกลับออกไปนอกโลกบางส่วนก็ตาม) และเมื่อรังสีคลื่นความถี่สูงเหล่านี้กระทบวัตถุบนพื้นโลกพลังงานจะลดลงเป็นรังสีคลื่นยาว เนื่องจากถ่ายเทพลังงานและความร้อนให้กับวัตถุ ในภาวะปกติที่ชั้นบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งเปรียบเสมือนแผ่นกระจกปกคลุมอยู่หนาแน่นเกินไป รังสีคลื่นยาวที่สะท้อนกลับก็สามารถออกจากโลกได้บางส่วนและบางส่วนสะท้อนกลับสู่พื้นโลกเป็นการรักษาอุณหภูมิของโลกให้อบอุ่นและไม่หนาวเย็นจนเกินไป แต่ในปัจจุบันการกระทำของมนุษย์ทำให้เกิดชั้นก๊าซ ที่เรียกว่า ก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก๊าซ CO₂ ดังกล่าวแล้วปกคลุมเปลือกโลกหนาแน่นผิดปกติ ทำให้รังสีคลื่นยาวไม่สามารถทะลุออกนอกชั้นบรรยากาศโลกได้ จึงสะท้อนกลับป้อนกลับมากลับมาในบริเวณพื้นผิวโลก ทำให้พื้นโลก ซึ่งอยู่ภายใต้ชั้นก๊าซเหล่านี้มีความร้อนอบอวล อันเป็นผลให้อุณหภูมิของโลกโดยทั่วไปร้อนขึ้น เกิดเป็นปัญหาโลกร้อน ส่งผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อมในโลกตามมา เปรียบเสมือนความร้อนที่เพิ่มขึ้นในเรือนกระจกหรือเรือนเพาะชำที่ล้อมรอบด้วยกระจก นั่นเอง

3) ปรากฏการณ์เรือนกระจก เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติตามปกติ โดยนักวิทยาศาสตร์อธิบายว่า เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้สารเชื้อเพลิงบนพื้นโลกลอยขึ้นไปสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศเหนือพื้นโลก โดย ก๊าซ CO_2 นี้ มีโมเลกุลโปร่งใสเหมือนกระจกที่แสงแดดผ่านเข้ามาได้ แต่ขณะเดียวกันก็สมบัติเป็นฉนวนกั้นความร้อนเอาไว้ไม่ให้กระจายกลับขึ้นไปในอวกาศ เมื่อชั้นบรรยากาศเหนือพื้นโลกมีก๊าซ CO_2 ลอยขึ้นไปสะสมอยู่มากๆ จึงเป็นเสมือนเรือนเพาะชำซึ่งปิดล้อมด้วยแผ่นกระจก

อย่างไรก็ตาม ปกติ ก๊าซ CO_2 ที่เกิดขึ้นบนพื้นโลกจะถูกพืชดูดไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้โลกสามารถรักษาสสมดุลของก๊าซ CO_2 อยู่ได้ แต่ในปัจจุบัน มีการตัดไม้ทำลายป่ามากขึ้นประกอบกับมีการเผาไหม้เชื้อเพลิงในกิจกรรมต่างๆ เช่น การใช้เชื้อเพลิงหรือการผลิตในอุตสาหกรรม การผลิตพลังงาน การคมนาคม ฯลฯ ทำให้ก๊าซ CO_2 หลงเหลือและถูกปล่อยออกมาเพิ่มขึ้น ความสมดุลของ CO_2 ในบรรยากาศโลกจึงสูญเสียไปและก่อให้เกิดความรุนแรงของปรากฏการณ์เรือนกระจกขึ้น

4.1.2 ก๊าซเรือนกระจก

ความวิปริตแปรปรวนของภูมิอากาศของโลก หรือ ในที่นี้หมายถึง โลกร้อนนั้น นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าเกิดจากสาเหตุอื่นด้วย ซึ่งเป็นผลมาจากความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั่นเอง เช่น สารซีเอฟซี (CFCs : Chlorofluorocarbon) และ ก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายซากอินทรีย์ของจุลินทรีย์แบบไร้อากาศ รวมทั้ง ก๊าซ NO_x เป็นต้น ดังตารางที่ 3 ซึ่งแสดงถึงชนิดและสมบัติของก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ อันมีผลก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อน นั่นเอง

4.1.3 ผลกระทบจากปัญหาโลกร้อน

1) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก เมื่อโลกร้อนขึ้น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกก็จะสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ บนโลกทั้งหมด เนื่องจาก

บริเวณของโลกในเขตอบอุ่นจะมีช่วงฤดูหนาวสั้นขึ้น ฤดูร้อนมีฝนตกมากขึ้น และในฤดูร้อนจะยาวมากขึ้น อากาศจะร้อนและแห้งแล้งมากขึ้น

บริเวณของโลกในเขตร้อนและกึ่งร้อน อุณหภูมิจะสูงขึ้น ทำให้อากาศที่ร้อนอยู่แล้วร้อนจัดมากขึ้น บางภูมิภาคของโลกจะมีฤดูแล้งและช่วงเวลาของฝนทิ้งช่วงยาวนานมากขึ้น

บริเวณในเขตร้อนจะมีฝนตกชุก ฝนตกหนาและหนัก มีพายุรุนแรงและเกิดพายุบ่อยครั้งขึ้น ทั้งนี้ โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) ได้คาดคะเนว่า อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1.5 – 3 องศาเซลเซียสภายใน ค.ศ. 2030 (ชูเกียรติ วีระนิตกุล, 2543)

ตารางที่ 3 ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโลกร้อน

ชนิดก๊าซ	ความเข้มข้น ในบรรยากาศ (ppm)	เพิ่มขึ้นปี (%)	อายุในชั้น บรรยากาศ (ปี) ให้ CO ₂ =1	ประสิทธิภาพ ที่ทำให้โลก ร้อนขึ้น (%)	มีส่วน สนับสนุนให้ โลกร้อน	แหล่งที่มา ของก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์(CO ₂)	351.3	0.4	X 1	1	57 (44) (13)	ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ไฟไหม้ป่า
คลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFCs)	0.000225	5	75-111	15,000	25	โฟม กระจก สเปรย์ เครื่อง ทำความเย็น ตัวทำลาย
มีเทน(CH ₄)	1.675	1	11	25	12	พื้นที่ขังน้ำ นาข้าว ก๊าซเชื้อเพลิงจากการหมักซาก/เศษอินทรีย์
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	0.31	0.2	150	230	6	ปุ๋ย ไฟป่า

ที่มา : ดัดแปลงจาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2541) และ ชูเกียรติ ธีระนิติกุล (2543)

4.1.2 ผลกระทบจากปัญหาโลกร้อน

1) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก เมื่อโลกร้อนขึ้น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกก็จะสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งต่างๆ บนโลกทั้งหมด เนื่องจาก

บริเวณของโลกในเขตอบอุ่นจะมีช่วงฤดูหนาวสั้นขึ้น อบอุ่นมากขึ้น มีฝนตกมากขึ้น และในฤดูร้อนจะยาวมากขึ้น อากาศจะร้อนและแห้งแล้งมากขึ้น

บริเวณของโลกในเขตร้อนและกึ่งร้อน อุณหภูมิจะสูงขึ้น ทำให้อากาศที่ร้อนอยู่แล้วร้อนจัดมากขึ้น บางภูมิภาคของโลกจะมีฤดูแล้งและช่วงเวลาของฝนทิ้งช่วงยาวนานมากขึ้น

บริเวณในเขตขึ้นจะมีฝนตกชุก ฝนตกหนาและหนัก มีพายุรุนแรงและเกิดพายุบ่อยครั้งขึ้น ทั้งนี้ โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) ได้คาดคะเนว่า อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1.5 – 3 องศาเซลเซียสภายใน ค.ศ. 2030 (ชูเกียรติ ธีระนิติกุล, 2543)

2) ผลกระทบทางการเกษตร อุณหภูมิของอากาศที่ร้อนกว่าจะทำให้เขตเกษตรกรรมของโลกเคลื่อนย้าย เช่น พื้นที่ปลูกข้าวสาลี จะเลื่อนขึ้นไปทางละติจูดที่สูงกว่าเดิมหรือไปทางขั้วโลก ซึ่งหากพื้นที่นั้นมีดินที่ไม่เหมาะสำหรับการเพาะปลูกก็จะทำให้ผลผลิตลดลง ส่วนพื้นที่เพาะปลูกในเขตต่อเนื่อง เช่น ขอบทะเลทรายจะได้รับความเสียหายเนื่องจากทะเลทรายขยายพื้นที่มากขึ้น พืชไม่สามารถปรับตัวได้ทันกับสภาพแวดล้อมใหม่ นอกจากนี้ ในส่วนของการมีก๊าซ CO₂ มากขึ้น ก็จะทำให้พืชเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีอัตราการใช้น้ำมากขึ้น แต่การเจริญเติบโตเร็วอาจไม่ได้หมายถึงผลผลิตที่สูงขึ้นด้วย เนื่องจาก ศัตรูพืช เช่น วัชพืชและเชื้อโรคก็เจริญเติบโตดีด้วย

3) ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น จากการที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลายมากขึ้น ก่อให้เกิดการขยายตัวของส่วนที่เป็นทะเล มีผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ น้ำท่วมในพื้นที่ต่ำบริเวณชายฝั่ง การพังทลายของดิน ประเทศที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากนักอาจจมหายไปทะเล พืชผลทางการเกษตรได้รับผลกระทบเนื่องจากน้ำทะเลรุก อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ อาจเกิดปัญหาปรับตัวไม่ทัน และวัฏจักรของน้ำจะได้รับอิทธิพลด้วย ส่วนในประเด็นที่มีก๊าซ CO₂ มากขึ้น พืชเจริญได้ดีพืชและต้องการน้ำมากขึ้นด้วย แต่เขื่อนอาจมีน้ำไม่เพียงพอ แหล่งน้ำจืดลดลง ดินแห้งแล้งแม้หลายพื้นที่มีฝนตกมากขึ้นแต่อัตราการระเหยสูงเนื่องจากอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ผลผลิตอาจไม่เพิ่มขึ้น สิ่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของโลกในที่สุด

4) ผลกระทบต่อแหล่งพลังงาน การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ทำให้เกิดความแปรปรวนของพายุ ฝน ในทางรุนแรงมากขึ้น ย่อมเป็นปัญหาต่อการขุดค้นพลังงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งการขุดเจาะปิโตรเลียมในทะเลและมหาสมุทร ทั้งในด้านความยากลำบากในการทำงานและความเสียหายเนื่องจากพายุทำให้แท่นขุดเจาะ/เรือได้รับความเสียหาย/อัปปาง นอกจากนี้ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ลม และนิวเคลียร์ก็อยู่ในข่ายที่จะได้รับผลเช่นกัน

5) ผลกระทบต่อสุขภาพ อนามัยมนุษย์ เมื่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงแล้วทำให้เกิดความแห้งแล้ง ก็จะเกิดโรคภัย เนื่องจากความสกปรกเพราะขาดน้ำ เช่น โรคทางเดินอาหาร โรคขาดวิตามิน โดยเฉพาะวิตามินเอ ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากพืช ผัก ผลไม้ โรคขาดสารอาหาร เนื่องจากผลิตผลการเกษตรลดลง และโรคที่เกี่ยวข้องกับพาหะนำโรค เช่น อาหารเป็นพิษ เนื่องจากมีพาหะนำโรคมมากขึ้นเพราะสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น เช่น ยุง แมลงสาบ ปลวก หนู ฯลฯ ได้รับอิทธิพลโดย

ตรงจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก รวมทั้งโรคติดต่อต่างถิ่น เช่น โรคเท้าช้าง กาฬโรค รวมทั้งมาเลเรีย เป็นต้น

6) ผลกระทบต่อมนุษย์หรือเศรษฐกิจและสังคม เมื่อโลกร้อนขึ้น มีผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องถึงการเกษตร แหล่งพลังงาน และการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ฯลฯ โลกร้อนขึ้นก็ย่อมส่งผลถึงมนุษย์ด้วย ทั้งทางตรง เช่น เกิดโรคภัยไข้เจ็บ และการขาดแคลนอาหาร เป็นต้นดังกล่าวแล้ว และทางอ้อม เช่น รายได้ลดลง รายจ่ายมากขึ้นเนื่องจากค่ารักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้นและค่าใช้จ่ายในการเพิ่มผลผลิต เป็นต้น ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาสังคมตามมา เช่น ปัญหาอาชญากรรม คอร์รัปชัน ยาเสพติด สุขภาพจิตเสื่อม และการแก่งแย่งแหล่งทรัพยากร ตลอดจนสงคราม เป็นต้น

4.1.4 แนวทางการแก้ไข-ป้องกันปัญหาโลกร้อน

การแก้ไข-ป้องกันมีหลายวิธี แต่วิธีที่ได้ผลดีที่สุด คือ ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง CO_2 , CH_4 , CFCs และ N_2O ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินการได้ดังนี้

1) การอนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพป่า เพื่อช่วยลดปัญหาโลกร้อนอันเกิดจากมีการเผาไหม้หรือใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกิจกรรมต่างๆ ของมวลมนุษย์ ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณก๊าซ CO_2 โดยรวมสะสมมากขึ้นในชั้นบรรยากาศที่ปกคลุมพื้นโลก หรือเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ผิดธรรมชาติและรุนแรงมากขึ้น โดยมีต้นไม้มาช่วยใช้ก๊าซ CO_2 มากขึ้น ทำให้ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นเหลือขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศน้อยลง ซึ่งจะมีผลช่วยลดปัญหาโลกร้อนขึ้นนั่นเอง

2) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) การใช้ซ้ำ (Reuse) และการประหยัดพลังงาน หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการประหยัดทรัพยากร เนื่องจาก การใช้และการนำทรัพยากรมาผลิตเป็นสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะมีการใช้พลังงาน ซึ่งจะเกิด ก๊าซ CO_2 และ CH_4 ตามมา รวมทั้งเกิดก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ด้วย ทั้งนี้ การนำสิ่งที่ไม่ใช้แล้วมาใช้ใหม่โดยการนำไปผ่านกระบวนการเปลี่ยนสิ่งนั้นเป็นวัตถุดิบอีกครั้ง หรือนำกลับมาใช้ซ้ำวัตถุดิบประเภทอื่น เช่น นำขวดพลาสติกใช้แล้วไปหลอมทำเป็นเม็ดพลาสติก การนำกระป๋องอลูมิเนียมและขวดแก้วไปหลอมเป็นโลหะอลูมิเนียมและแก้วเหลวเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตใหม่ ตามลำดับ หรือการนำขวดพลาสติก กระป๋องอลูมิเนียมและขวดแก้วนั้นมาใช้ซ้ำอีกครั้งหรือเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับสิ่งอื่น หรือนำไปทำสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ เป็นต้น จะช่วยประหยัดการใช้พลังงานทางอ้อม ดังตัวอย่างในตารางที่ 4

3) ลดการใช้หรือใช้สารอินแทนสารซีเอฟซี สารซีเอฟซีเป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์เพื่อใช้เป็นสารทำความเย็นในเครื่องทำความเย็น เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ใช้เป็นสารขับเคลื่อน เช่น ใช้ในผลิตภัณฑ์เคมีบรรจุกระป๋องสเปรย์ เพื่อขับเคลื่อนให้สารในกระป๋องพุ่งออกมาเป็นสเปรย์หรือละอองฝอย เช่น สีสเปรย์ ผลิตภัณฑ์ตกแต่งทรงผม สเปรย์ทำความสะอาด และยาแก้โรคหืดหอบชนิดสเปรย์ เป็นต้น เหตุที่นิยมใช้สารซีเอฟซี เนื่องจาก เป็นสารที่ไม่มีพิษ รวมตัวกับสารอื่น

ตารางที่ 4 ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ขนาด 12 ออนซ์

ชนิดของบรรจุภัณฑ์	พลังงานที่ใช้ (บีทียู)
กระป๋องอลูมิเนียม ใช้ครั้งเดียว	7,050
กระป๋องเหล็ก ใช้ครั้งเดียว	5,950
กระป๋องเหล็ก หลอมมาใช้ใหม่	3,880
ขวดแก้ว ใช้ครั้งเดียว	3,730
กระป๋องอลูมิเนียมหลอมมาใช้ใหม่	2,550
ขวดแก้วหลอมมาใช้ใหม่	2,530
ขวดแก้วนำกลับมาใช้ซ้ำ 10 ครั้ง	610

ที่มา : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2541). “ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี และชีวิต “.

ไดยาก เป็นไอได้ง่ายในอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ ยังเป็นฉนวนที่ดีด้วย จึงมีการนำไปใช้ช่วยลดความร้อนในกระบวนการผลิตที่เกิดความร้อนสูง เช่น เป็นสารหล่อเย็นในเส้นท่อลดความร้อนแทนน้ำในการผลิตน้ำมันพืช และในอดีตได้ใช้ในหม้อแปลงไฟฟ้าพลังสูง เป็นต้น รวมทั้ง เป็นส่วนประกอบในการผลิตโฟมชนิดต่างๆ ที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันด้วย

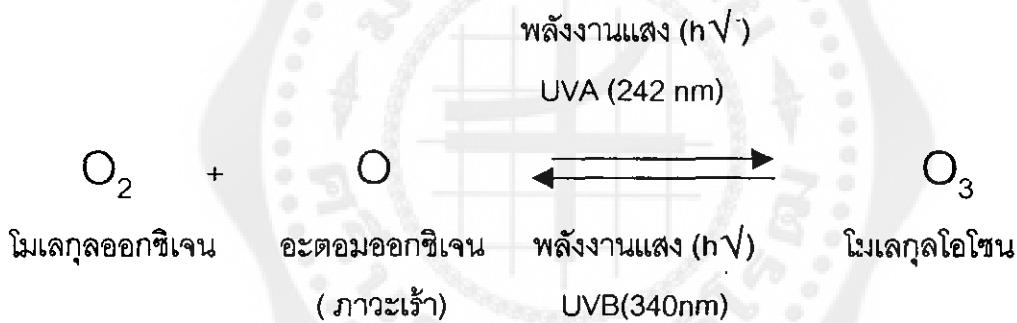
4) ใช้พลังงานสะอาดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ และพลังงานจากชีวมวล เป็นต้น เพื่อลดก๊าซ CO₂ สำหรับการนำพลังงานจากชีวมวลอาจมีปัญหาการเกิดก๊าซมีเทนมากขึ้นแต่เมื่อเทียบการมีส่วนสนับสนุนให้เกิดโลกร้อนกับก๊าซ CO₂ แล้ว ก๊าซมีเทนจะมีส่วนสนับสนุนน้อยกว่า ประมาณ 5 เท่า

5) การลดประชากรมนุษย์ แนวทางนี้เป็นวิธีการที่น่าจะลดปัญหาโลกร้อนที่เป็นผลมากที่สุด แต่ในความเป็นจริงโดยรวมแล้วเป็นไปได้ยากมากและยังไม่เคยทำได้เลย โดยจะเห็นได้จากจำนวนประชากรมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งถ้าปริมาณประชากรมนุษย์ลดลงก็จะมีการใช้ทรัพยากรลดลงด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้ซึ่งเป็นที่มาของปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งจะช่วยเหลือปัญหาโลกร้อนมิให้เกิดขึ้นหรือรุนแรงมากนัก

4.2 ช่องโหว่โอโซนหรือการลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศ

4.2.1 ชั้นโอโซนในบรรยากาศ

ตามธรรมชาติ จะพบก๊าซโอโซนได้ในบรรยากาศที่บริเวณพื้นผิวโลกที่มนุษย์อาศัยอยู่ หรือเรียกว่าบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ และในชั้นถัดขึ้นไปคือชั้นสตราโทสเฟียร์ โดยจะพบในความเข้มข้นต่ำ ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในชั้นโทรโปสเฟียร์ และพบในปริมาณมากโดยรวมกันอยู่เป็นชั้นบางๆ ห่อหุ้มโลกอยู่ในชั้นสตราโทสเฟียร์ นักวิทยาศาสตร์พบว่า ในอดีตโลกไม่มีปัญหาโรคภัยจากรังสียูวีในแสงอาทิตย์ เนื่องจากโอโซนในบรรยากาศทั้งสองชั้นที่อยู่ติดกันนี้สามารถปรับสมดุล (Equilibrium) ได้ โดยมีการเกิดใหม่ การถูกทำลายในขณะเดียวกัน และมีการเคลื่อนย้ายระหว่างชั้นกันได้ แต่โอโซนมักปรากฏอยู่มากในชั้นสตราโทสเฟียร์ ซึ่งประมาณการว่า มีโอโซนในชั้นนี้ถึง 90 % ของโอโซนในบรรยากาศทั้งหมด จึงเรียกบริเวณที่มีโอโซนหนาแน่นนี้ว่า ชั้นโอโซน ซึ่งอาจเขียนปฏิกิริยารวมของการเกิดและการทำลายโอโซน ได้ดังนี้



หมายเหตุ : nm = nanometer (นาโนเมตร) หรือ 10^{-9} เมตร

นอกจากนี้ ก๊าซโอโซนบางส่วนเกิดจากมลพิษที่พื้นโลก เช่น จากไอเสียของยานพาหนะ โรงงานไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น

4.2.2 การเกิดช่องโหว่โอโซน

ปัจจุบัน กิจกรรมของมนุษย์บางอย่างได้ก่อให้เกิดสารที่มีผลในการทำลายโอโซนขึ้นมากกว่าปกติ ทำให้สูญเสียสมดุลของปฏิกิริยา กล่าวคือ โอโซนถูกทำลายมากจนทำให้ชั้นโอโซนในสตราโทสเฟียร์บางลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณส่วนเหนือและส่วนกลางของเส้นรุ้งของโลกและจะถูกทำลายในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิมากกว่าในฤดูร้อน ทั้งนี้บริเวณที่ปรากฏการถูกทำลายได้ชัดเจนที่สุด คือ บริเวณเหนือทวีปแอนตาร์กติค ในฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งมีปริมาณถึง 40% ของปริมาณโอโซนที่ถูกทำลายในแต่ละปี ซึ่งอาจเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ช่องโหว่โอโซน ดังแสดงได้ด้วยผลรวมของปฏิกิริยา ต่อไปนี้

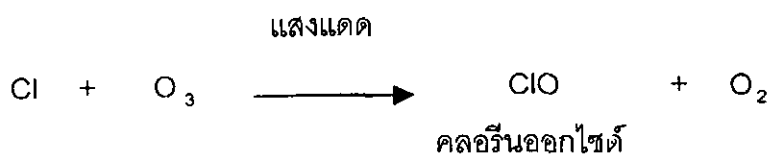
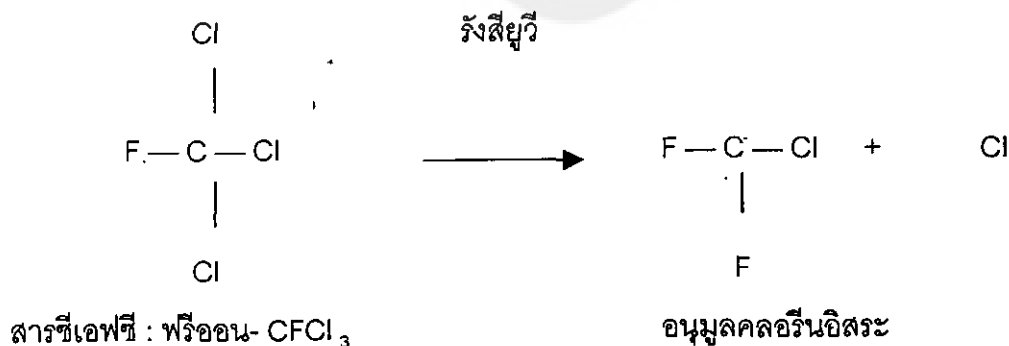


4.2.3 สารหรือก๊าซที่มีผลต่อการเกิดช่องโหว่โอโซน

สารหรือก๊าซที่มีผลต่อการเกิดช่องโหว่โอโซนมีหลายชนิด เช่น ก๊าซเรือน

กระจก อันได้แก่ CO_2 , CH_4 , CFCs และ N_2O เป็นต้น โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นก็มีมากมาย จนถึงปัจจุบันยังไม่มีการอธิบายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์พบว่า สารที่เป็นสาเหตุสำคัญ ได้แก่ ซีเอฟซี และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ซึ่งในที่นี้จะเสนอปฏิกิริยาการทำลายโอโซนที่สำคัญพอเข้าใจ

1) สารซีเอฟซี ได้กล่าวถึง ที่มาและเหตุผลการนิยมใช้สารซีเอฟซีแล้วในเรื่อง ปัญหาโลกร้อน ในที่นี้จะเน้นถึงกลไกในการทำลายโอโซนโดยเฉพาะ กล่าวคือ สารซีเอฟซี เมื่อแตกตัวโดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่ง จะได้อนุมูลคลอรีนอิสระ (Chlorine free radical) ซึ่งว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาเกิดขึ้น ซึ่งอนุมูลคลอรีนอิสระจะทำปฏิกิริยากับโอโซน ได้ คลอรีนออกไซด์และก๊าซออกซิเจน นั้นแสดงว่า ก๊าซโอโซนได้ถูกทำลายแล้วโดยเกิดเป็นก๊าซออกซิเจนขึ้นมา ส่วนคลอรีนออกไซด์ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเดียวกัน ก็จะเข้าทำปฏิกิริยากับอะตอมอิสระของออกซิเจนที่เกิดจากกระบวนการอื่นในบรรยากาศเกิดเป็นอนุมูลคลอรีนอิสระและเข้าทำลายโอโซนต่อไปอีก เป็นวัฏจักร จะเห็นได้ว่าสารซีเอฟซีเพียงโมเลกุลเดียวสามารถทำลายโอโซนได้เป็นพันๆ ครั้งหรืออาจไม่สิ้นสุด ผลที่ตามมาคือ ปริมาณโอโซนจะลดลงเรื่อยๆ จนเกิดเป็นผลกระทบแก่มวลมนุษยในปัจจุบัน และถ้ามนุษย์ไม่สามารถยับยั้งการลดลงของชั้นโอโซนได้ ก็อาจจะเกิดมหันตภัยที่ไม่สามารถจะคาดการณ์ได้ในอนาคตอย่างแน่นอน ทั้งนี้สามารถสรุปปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้



2) ออกไซด์ของไนโตรเจน ได้แก่ ไนตริกออกไซด์ (NO) และ ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ซึ่งมีแหล่งที่มาต่างๆ ได้แก่

ไนตริกออกไซด์ (NO) มีแหล่งที่มาและปฏิกิริยาการทำลายโอโซน ดังต่อไปนี้

- ถูกปลดปล่อยจากเครื่องยนต์ของเครื่องบินความเร็วสูงที่มิ
- ถูกปลดปล่อยจากเครื่องยนต์ของเครื่องบินความเร็วสูงที่มี

เพดานบินสูงหรือระดับความสูงของการบินอยู่ในชั้นสตราโทโปสเฟียร์ เช่นเครื่องบินซูเปอร์โซนิค แล้วเข้าสู่วัฏจักรของการทำลายโอโซน ดังสมการที่ 3

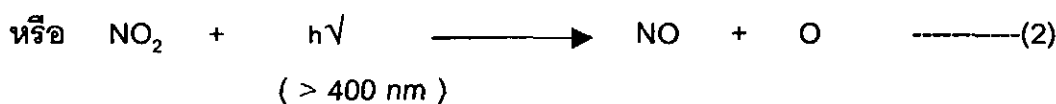
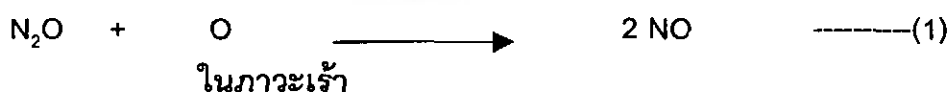
• เกิดจากไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ถูกกระตุ้นด้วยแสงที่มีความยาวคลื่น ต่ำกว่า 435 nm กลายเป็น NO ดังสมการที่ 2 แล้วเข้าสู่วัฏจักรของการทำลายโอโซนต่อไปได้ เช่นกัน ดังสมการที่ 3 แม้ว่ากระบวนการนี้จะเกิดขึ้นน้อย แต่ NO₂ เป็นก๊าซที่พบได้ในบรรยากาศตามธรรมชาติ

• เกิดจากการระเบิดของอาวุธนิวเคลียร์ต่างๆ ในบรรยากาศ ซึ่งก๊าซ NO ที่เกิดขึ้น ก็จะเข้าสู่วัฏจักรของการทำลายโอโซนต่อไปได้ เช่นกัน ดังสมการที่ 3

ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) มีแหล่งที่มาและปฏิกิริยาการทำลายโอโซน ดังต่อไปนี้

• N₂O ได้จากการเปลี่ยนรูปของน๊อยไนโตรเจนด้วยกระบวนการทางจุลชีววิทยา แล้วเคลื่อนที่เข้าสู่บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ ทำปฏิกิริยากับอะตอมออกซิเจนในสถานะเร้า เกิดเป็น NO (สมการที่ 1) และเข้าสู่วัฏจักรของการทำลายโอโซนต่อไป โดย N₂O เมื่ออยู่ในบรรยากาศชั้นล่างจะเป็นสารเฉื่อย แต่ประมาณ 2 % ของ N₂O สามารถเคลื่อนที่เข้าสู่บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ได้

สมการ การเกิดไนตริกออกไซด์ (NO)



สมการ การทำลายโอโซนด้วย NO



4.2.4 ผลกระทบจากโอโซนและช่องโหว่โอโซน

1) อันตรายจากโอโซน ตามธรรมชาติก๊าซโอโซนบริเวณพื้นผิวโลก จะมีความเข้มข้นต่ำ โดยจะพบว่าบริเวณพื้นน้ำจะมีปริมาณมากกว่าบริเวณพื้นแผ่นดิน เพราะมีพื้นที่มากกว่า และมีในชนบทมากกว่าในเมืองเนื่องจากในเมืองมีสิ่งกีดขวาง พวดอาคาร-บ้านเรือนมาก และมีสารมล

พิษทางอากาศซึ่งทำปฏิกิริยากับโอโซนแล้วเกิดความเป็นพิษรวมอยู่ด้วย นอกจากนี้บนภูเขาสูงก็จะมีโอโซนมากกว่าบริเวณพื้นราบเพราะใกล้ชั้นโอโซนที่มีอยู่มากในชั้นสตราโทสเฟียร์มากกว่า ดังนั้น เมื่อเราไปพักผ่อนแถบชายทะเล ชนบทห่างไกลและบนภูเขา เราจึงรู้สึกว่ายายใจได้เต็มปอดเพราะอากาศบริสุทธิ์กว่าในเมือง นั่นเอง โอโซนความเข้มข้นต่ำ จึงไม่เป็นอันตรายแต่กลับเป็นประโยชน์เพราะอากาศบริเวณนั้นจะบริสุทธิ์ มีผลให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่มีสุขภาพดี

โอโซนเป็นพิษ เกิดจาก โอโซนที่ความเข้มข้นสูงจะมีพิษต่อสัตว์และพืชรวมทั้งมนุษย์ เนื่องจากเป็นสารออกซิไดซ์ ทำให้เยื่ออ่อนเป็นอันตราย ระบายเคืองระบบทางเดินหายใจ ผื่นคันตามผิวหนัง และบางรายสมองเฉื่อย เป็นต้น เพื่อป้องกันอันตราย องค์การอนามัยโลกจึงกำหนดค่ามาตรฐานความเข้มข้นโดยปริมาตรของโอโซนในอากาศที่หายใจ ไว้ที่ช่วงความเข้มข้นต่างๆ และช่วงเวลาการสัมผัส อย่างไรก็ตาม อาจสรุปโดยรวมว่า ไม่ควรมีโอโซนเกินกว่า 0.1 ppm. (ส่วนในล้านส่วนมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ลิตรของอากาศ) ซึ่งประเทศไทยก็ใช้มาตรฐานตามนี้อยู่

ผลของโอโซนต่อวัตถุและพืช พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูง จะเกิดผลเสีย เช่น ยางเสื่อมสภาพ สีซีด ส่วน ภาพเขียน วัตถุโบราณ และสีทาผนังเกิดการกัดกร่อน ใบพืชเป็นจุดสีน้ำตาลและรอยต่างขาว เติบโตและขยายพันธุ์ช้า เป็นผลให้ป่าไม้เสียหาย เป็นต้น

2) ผลกระทบจากช่องโหว่โอโซน ชั้นโอโซนช่วยดูดซับรังสียูวีซึ่งมีอยู่ในแสงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก โดยธรรมชาติชั้นโอโซนสามารถดูดซับรังสียูวี (< 290 nm) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตมากที่สุดไว้ได้ทั้งหมดจึงไม่เหลือยูวีซึ่งลงมาถึงพื้นโลก ส่วนยูวีเอ และยูวีบี ส่วนใหญ่ก็จะถูกดูดซับไว้ด้วยชั้นโอโซน มีไม่เกิน 30 % ที่ผ่านลงมาสู่ผิวโลก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ดังกล่าวแล้ว

ดังนั้น เมื่อชั้นโอโซนถูกทำลายหรือเกิดช่องโหว่โอโซน จึงมีผลให้รังสียูวีลงมาถึงพื้นโลกได้มากกว่าปกติ อันตรายสำคัญที่เกิดขึ้นจึงมีสาเหตุมาจากรังสียูวี นั่นเอง กล่าวคือ

(1) สนับสนุนการเกิดปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก หรือโลกร้อนขึ้น

(2) เกิดโรคภัยไข้เจ็บ เช่น มะเร็งผิวหนัง โดยพบว่า 60-90 % ของโรคมะเร็งผิวหนังมีสาเหตุมาจากแสงแดด นอกจากนี้ มีโรคเกี่ยวกับตา เช่น ต้อกระจก เยื่อตาอักเสบ เป็นต้น สำหรับพืชหลายชนิดอาจสูญพันธุ์เนื่องจากรังสียูวีบีที่มีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง ลดการสร้างคลอโรฟิลล์และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของโลกในที่สุด

4.2.5 แนวทางแก้ไข-ป้องกันการลดลงของชั้นโอโซนในบรรยากาศ

1) ลดการก่อให้เกิดสารทำลายโอโซน เช่น ซีเอฟซี มีเทน และฮาลอไซด์ของไนโตรเจน เป็นต้น ซึ่งอาจกระทำได้ตามแต่กรณี ดังนี้

(1) ซีเอฟซีเป็นสารที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น ไม่มีในธรรมชาติมาก่อน

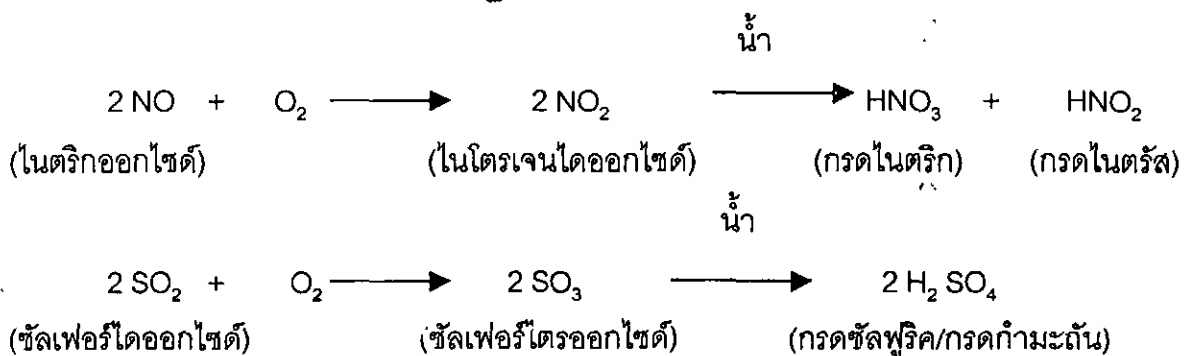
ดังนั้น จึงควรมีการยกเลิกการใช้หรือใช้สารอื่นแทน ทั้งนี้ นานาชาติได้มีการจัดประชุมโดยองค์การสหประชาชาติ ในเรื่องการลดลงของชั้นโอโซนและได้ตกลงยกเลิกการใช้สารซีเอฟซี และ นักวิทยาศาสตร์ได้ผลิตมาแทนโอโซนเทียมขึ้นเพื่อทดแทนชั้นโอโซนที่ถูกทำลายไป ซึ่งการประชุมที่เกี่ยวข้องมีดังนี้ คือ

- ค.ศ.1985 (พ.ศ.2528) ประชุมที่กรุงเวียนนา และมีการลงนามในอนุสัญญาเวียนนาว่าด้วยการปกป้องชั้นโอโซน
 - ค.ศ.1987 ที่เมืองมอนทรีออล จัดทำพิธีสาร เรื่องสารต่างๆ ที่ทำให้โอโซนถูกทำลาย เรียก พิธีสารมอนทรีออล ซึ่งเป็นก้าวแรกของการควบคุมและลดการผลิตและการใช้เฮโลคาร์บอน (ธาตุกลุ่มแฮโลเจน เช่น Cl F Br และ I) ที่มีอันตรายมากที่สุด
 - ค.ศ.1990 ที่กรุงโคเปนเฮเกน มีการแก้ไขปรับปรุงพิธีสารมอนทรีออล เพื่อให้การสะสมโอโซนเข้าสู่ระดับปรกติได้เร็วขึ้น โดยให้ยกเลิกการใช้สารซีเอฟซี ใน ค.ศ. 2000
- (2) ลดการผลิตก๊าซเรือนกระจก (รายละเอียดอยู่ในปัญหาโลกร้อน)

4.3 ปัญหาฝนกรด

4.3.1 การเกิดฝนกรด

ฝนกรดจัดเป็นปัญหาระดับประเทศและภูมิภาค โดยทั่วไป น้ำฝนมีค่าพีเอชประมาณ 5.6 เนื่องจากกรดคาร์บอนิกที่เกิดจากก๊าซ CO₂ ที่มีอยู่แล้วในบรรยากาศ แต่ปัจจุบันมีกิจกรรมของมนุษย์ที่มีความเข้มข้นในการใช้พลังงาน มากขึ้น โดยเฉพาะการใช้พลังงานจากฟอสซิล ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และ ออกไซด์ของไนโตรเจนหรือไนออก (NO_x) ปนเปื้อนในอากาศมากขึ้นด้วย จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์ฝนกรดขึ้นเมื่อมีก๊าซเหล่านี้ปริมาณมากรวมกับไอน้ำในอากาศ เกิดเป็นกรดซัลฟูริก (H₂SO₄) และไนตริก (HNO₃) ลอยอยู่ในอากาศ เมื่อความชื้นในอากาศรวมตัวกันตกลงมาเป็นฝนจึงเรียกว่า ฝนกรด โดยมีค่าพีเอช ประมาณ 4.0 ในกรณีมีละอองหมอกหนาที่บางครั้งอาจพบค่าพีเอชต่ำใกล้ 2.0 ปฏิกริยาการเกิดฝนกรดแสดงได้ในสมการต่อไปนี้



อย่างไรก็ตาม เราเรียกความชื้นในอากาศทุกลักษณะรวมกันว่า หยาดน้ำฟ้า

(precipitation) ซึ่งหมายความถึง น้ำฝน ละอองน้ำ น้ำค้าง หมอก และหิมะ ดังนั้น ถ้าสิ่งเหล่านี้มีความเป็นกรดเกินสภาพที่เกิดจากกรดคาร์บอนิคในธรรมชาติ จะเป็นหยาดน้ำฟ้ากรด (acid precipitation) ด้วย แต่โดยทั่วไปมักเรียกกันง่ายๆ ว่า ฝนกรด (Acid rain)

4.3.2 แหล่งกำเนิดฝนกรด

ฝนกรดและการตกทับถมของกรด อาจเกิดขึ้นห่างจากแหล่งปลดปล่อยก๊าซ NO_x และ SO_2 (ส่วนใหญ่เป็นแหล่งอุตสาหกรรมหนาแน่น) นับเป็นร้อยเป็นพันกิโลเมตรก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ เช่น กระแสลม และสภาพภูมิศาสตร์

4.3.3 ผลกระทบจากฝนกรด

1) น้ำในแหล่งน้ำเป็นกรด ปัจจุบัน พบว่า น้ำในแม่น้ำและทะเลสาบที่อยู่ในประเทศหรือภูมิภาคที่มีปัญหาฝนกรดตายและลดปริมาณในอัตราที่สูงขึ้น เช่น รัฐนิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา และ คานาดา เป็นต้น ทั้งนี้การกลายเป็นกรดของน้ำในทะเลสาบและแม่น้ำนั้น ส่วนใหญ่จะมีสภาพทางภูมิศาสตร์เป็นตัวกำหนด เช่น เป็นบริเวณที่มีชั้นของดินบาง ซึ่งมีสภาวะของความเป็นบัฟเฟอร์ต่ำ

2) ผลกระทบต่อสวนสาธารณะและเขตป่าสงวน เช่นสวนสาธารณะและเขตป่าสงวนในสหรัฐอเมริกาได้รับผลกระทบจากน้ำที่เป็นกรด เนื่องจากส่วนใหญ่อยู่ใต้ทางลมของแหล่งอุตสาหกรรม

3) ผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยเฉพาะสัตว์น้ำ ปลาหลายสายพันธุ์ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ถ้าพีเอชของน้ำต่ำกว่า 5 อย่างไรก็ตาม การลดลงของค่าพีเอชเป็นเพียงสาเหตุบางส่วนที่มีผลทำให้ปลาตาย นักวิทยาศาสตร์พบว่าฝนกรด หรือน้ำที่ละลายจากหิมะได้ละลายสารโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น อลูมิเนียม ออกจากดินและหินแล้วพัดพาลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสารอลูมิเนียมระคายเคืองต่อเหงือกปลาเทร้า ทำให้ไม่สามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้และตายในที่สุด และฤดูใบไม้ผลิของทุกปีจะเป็นช่วงที่ฝนกรดมีผลทำให้เกิดความเสียหายต่อสัตว์น้ำมาก เพราะเมื่อหิมะเริ่มละลาย ประมาณ 30 % ของหิมะพื้นผิวจะละลายก่อน ซึ่งหิมะส่วนนี้จะมีความเป็นกรดมากที่สุด คือ พีเอช ประมาณ 3 – 3.5 ซึ่งเป็นพิษต่อไข่ปลา ลูกปลา และปลาตัวเต็มวัย

4) ผลกระทบต่อสถานที่ท่องเที่ยว สถานที่พักผ่อน และสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากทำให้แหล่งน้ำเป็นกรด พืชผล ป่าไม้เจริญเติบโตช้า ตาย และเสียหาย ส่วนวัสดุต่างๆ สิ่งก่อสร้าง อาคาร บ้านเรือน ตลอดจนรูปปั้น ฯลฯ จะสึกกร่อนและเสียหายเนื่องจากความเป็นกรดของหยาดน้ำฟ้า

5) ผลกระทบต่อดิน จุลินทรีย์ดิน พืช และสัตว์อื่นๆ ฝนกรดเมื่อตกสะสมบนดินอาจทำให้สภาพความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในดิน โดยขึ้น

อยู่กับความไวต่อสภาพกรดของจุลินทรีย์แต่ละชนิด แต่กล่าวได้ว่า ฝนกรดทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดลงได้

ฝนกรดมีผลกระทบต่อพืชได้หลายทาง เช่น ที่พีเอช 3 จะมีผลทำลายใบของต้นถั่วอย่างรุนแรง และชะล้างธาตุแคลเซียมจากใบยาสูบ ฯลฯ ทำลายการแตกตาและยับยั้งการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ ฝนกรดจะละลายและชะล้างธาตุอาหารออกจากดิน ทำให้พืชจะขาดธาตุอาหาร ส่งผลให้มีผลผลิตต่ำ เป็นต้น

สัตว์หลายชนิดได้รับผลกระทบจากฝนกรดทางอ้อม อันเนื่องมาจากค่าพีเอชของน้ำในแหล่งน้ำมีค่าต่ำลง เช่น นกที่อาศัยอยู่แถบทะเลสาปที่มีค่าพีเอชของน้ำต่ำเริ่มมีเปลือกไขบางกว่าชนิดเดียวกันที่อยู่ในแถบที่แหล่งน้ำปกติ โดยนักวิทยาศาสตร์ตรวจพบอูมิ่นัมในกระดูกนก ซึ่งสันนิษฐานว่าคงมาจากแมลงที่นกกิน ซึ่งเป็นแมลงที่อาศัยในบริเวณแหล่งน้ำที่มีความเป็นกรดสูง ทั้งนี้ อูมิ่นัมจะแย่งพื้นที่กับธาตุแคลเซียมในการสร้างกระดูกและเปลือกไข ทำให้เปลือกไขบางผิดปกติและไม่พึกเป็นเปอร์เซนต์สูง นอกจากนี้ ยังพบว่าจำนวนประชากรของเปิดดำ และซาราแมนเดอร์ลายจุดในแถบฝั่งตะวันออกของสหรัฐอเมริกาลดลง เนื่องจาก พีเอชในแหล่งน้ำมีค่าต่ำ ทำให้ไข่ที่ถูกผสมแล้วไม่พึก เป็นต้น

4.3.4 แนวทางแก้ไข-ป้องกันปัญหาฝนกรด

1) ลดปริมาณ SO_2 และ NO_x ในบรรยากาศ ทำได้โดยลดการใช้พลังงานฟอสซิล ใช้เชื้อเพลิงถ่านหินที่มีกำมะถันต่ำ ประหยัดการใช้พลังงาน และติดตั้งเครื่องกรองอากาศ/กำจัดก๊าซ SO_2 ที่แหล่งกำเนิด รวมทั้งการใช้แหล่งพลังงานที่สะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

2) เต็มปูนลงในแหล่งน้ำที่เป็นกรด

3) สร้างพันธุ์สัตว์ที่ทนกรด และเลือกปลูกพืชชนิดที่เหมาะสม/ทน

กรด เช่น มันฝรั่ง ข้าวโพด แตงกวา ผักกาดหอม ฯลฯ ทั้งนี้ พืชและสัตว์แม้จะเป็นชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ก็มีสภาพทนกรดไม่เท่ากัน ดังนั้น การเลี้ยงสัตว์ หรือปลูกพืชในบริเวณอิทธิพลของฝนกรดจึงควรเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม

4.4 มหาสมุทรที่ปนเปื้อนด้วยสิ่งสกปรกและคราบน้ำมัน

ธรรมชาติของน้ำต้องไหลลงสู่ที่ต่ำ ดังนั้นแม่น้ำแทบทุกสายจึงไหลลงสู่มหาสมุทร ในปัจจุบันแม่น้ำหลายสายต่างเน่าเสีย เพราะไหลผ่านชุมชน แหล่งอุตสาหกรรม รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้ สิ่งสกปรก และสารพิษในรูปแบบต่างๆ ลงสู่ทะเลด้วย

คราบน้ำมันที่เกิดจากเรือบรรทุกน้ำมันชนกัน พบเห็นเป็นข่าวอยู่เป็นประจำ นอกจากนี้ การล้างทำความสะอาดหรือล้างคราบน้ำมันจากเรือประมง เรือบรรทุกสินค้า หรือการใช้น้ำมันบริเวณชายฝั่ง รวมทั้งสงครามอ่าว ก็ก่อให้เกิดปัญหาคราบน้ำมันในทะเล เช่นกัน ซึ่งคราบน้ำมันเหล่านี้ก่อผลเสียหายแก่สัตว์ทะเล ทั้งที่อยู่ในน้ำ ชายฝั่งทะเล และในอากาศ กล่าวคือ ทำลายแหล่งอาหารและที่อยู่

ของสัตว์ทะเล และบางกรณีก็ทำลายชีวิตของสัตว์ทะเลโดยตรง เช่น คราบน้ำมันเกาะติดแน่นที่นกทำ
ให้บินไม่ได้และอาจตายในที่สุด เป็นต้น



แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

นักสิ่งแวดล้อม พบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตโดยถ้วนหน้าไม่ทางตรงก็ทางอ้อม จึงพยายามคิดค้นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อคงไว้ซึ่งปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติ อันเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม เช่นมีน้ำสะอาด อากาศบริสุทธิ์ แหล่งผลิตอาหาร แหล่งพักผ่อนหย่อนใจ และแหล่งทรัพยากรเพียงพอ เป็นต้น และเพื่อให้ มีระบบนิเวศที่สมดุล ทั้งระบบนิเวศแหล่งน้ำและบนบก รวมทั้ง เพื่อให้เกิดการกระจายตัวและการตั้งถิ่นฐานของประชากรสมดุลกับทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่น

การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจะต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยเป้าหมายสูงสุดในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม อยู่ที่คุณภาพชีวิตของมนุษย์ ทั้งนี้ ในบทนี้จะได้เสนอเป็น 3 แนวทางหลัก คือ การอนุรักษ์ จริยธรรมและจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยทั้ง 3 แนวทางจะประสบความสำเร็จได้ จำเป็นต้องมีมาตรการในการดำเนินการให้สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งในระดับภาครัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป

1. มาตรการในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

มาตรการในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญได้แก่

1.1 การกำหนดเป็นนโยบายและแผนระดับชาติในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยบรรจุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่รัฐบาลจะต้องนำไปดำเนินการ เพื่อให้หน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนนำไปปฏิบัติให้เกิดผลในทิศทางเดียวกัน อันจะเป็นการช่วยกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และป้องกัน ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้คงอยู่ตลอดไป ทั้งนี้ หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในการกำหนดนโยบายระดับชาติด้านสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การควบคุม-แก้ไข-ป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ได้แก่ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

มาตรการหนึ่งที่น่าสนใจในการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้บรรลุผลตามที่กำหนดเป็นนโยบาย คือ การกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการกำหนดเป็น 2 ลักษณะ กล่าวคือ

1) มาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ (Point source) เช่น

- มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม
 - มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทบางขนาด
 - มาตรฐานระดับเสียงจากยานพาหนะทางบกและทางน้ำของประเทศไทย
 - มาตรฐานค่าก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ เป็นต้น
- 2) มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป (Nonpoint source) เช่น
- มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้ น้ำในแหล่งต่างๆ
 - มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (Ambient air)
 - มาตรฐานระดับเสียงโดยทั่วไป
 - มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง เป็นต้น

นอกจากกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังมีการจัดทำเป็นแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ เช่น การควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด การจัดการคุณภาพอากาศ น้ำ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ศิลปกรรม เป็นต้น โดยจัดทำเป็นแผนระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว

1.2 การปรับปรุงกลไกการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้การประสานงานในการจัดการสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพและเกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม ทั้งนี้ ควรจัดให้มีการประสานงานกันทั้งระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ปัญหาความซ้ำซ้อนและความขัดแย้งในการทำงานก็คงจะหมดไป และสามารถแก้ไขและป้องกันปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ในที่สุด

1.3 การใช้วิทยาการ /เทคโนโลยีที่เหมาะสม การรับเทคโนโลยีที่ได้รับความสำเร็จในต่างประเทศมาใช้ในประเทศเรา ควรมีการศึกษาให้ถ่องแท้ถึงผลดี – ผลเสียที่อาจเกิดขึ้น และ/หรือควรปรับแก้ให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศเราก่อนตัดสินใจนำมาใช้จริง

1.4 มาตรการทางกฎหมาย เพื่อควบคุมการกระทำของประชาชนให้เป็นไปตามวิถีทางที่รัฐบาลต้องการ หรือบรรลุนโยบายของชาติ เช่น พ.ร.บ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 และกฎหมายสิ่งแวดล้อมอื่นๆที่จะกล่าวถึงในบทต่อไป เป็นต้น

1.5 หน่วยงานทางสิ่งแวดล้อม เป็นมาตรการที่กำหนดให้มีหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรงในการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามนโยบายและแผนของชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดความต่อเนื่องแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงรัฐบาลก็ตาม หน่วยงานดังกล่าว ได้แก่

- 1) หน่วยงานของรัฐ เช่น กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมเจ้าท่า ฯลฯ
- 2) หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ)

การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ) และ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท) เป็นต้น

3) องค์การเอกชน (NGO : Non Government Organization) ด้าน

4) องค์การเอกชน (NGO : Non Government Organization) ด้าน

สิ่งแวดล้อม เช่น สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย มูลนิธิสื่อสร้างสรรค์ มูลนิธิโลกสีเขียว และมูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์ เป็นต้น

1.6 มาตรการทางการศึกษา เป็นมาตรการที่สามารถส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมได้อย่างลึกซึ้งและยาวนาน เนื่องจาก ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า สิ่งแวดล้อมจะคงอยู่และมีคุณภาพดีตลอดไปได้นั้น ประชาชนทุกคนจะต้องมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะปลูกฝังจิตสำนึกตั้งแต่วัยเด็กจะได้ผลที่สุด และการให้การศึกษารวบรวมเรื่องสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถกระทำร่วมกับบุคคลทุกระดับทั้งในรูปการศึกษาในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน ดังจะเห็นได้ว่าการบรรจุมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544)

2. การอนุรักษ์ หลักการ และวิธีการ

2.1 ความหมาย

มีผู้ให้ความหมายของคำว่า การอนุรักษ์ ไว้หลายท่าน เช่น การอนุรักษ์ หมายถึง

- การใช้อย่างสมเหตุสมผล
- การใช้ตามความต้องการ และประหยัดไว้เพื่อใช้ในอนาคต
- การใช้ประโยชน์อย่างมีเหตุผล และมีการสร้างสรรค์
- การใช้อย่างฉลาดและคุ้มค่า เป็นต้น

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ทุกความหมาย จะกล่าวถึงการใช้ทั้งสิ้น แต่ผลสุดท้าย ก็เพื่อใช้แล้วให้มีใช้ได้อีกตลอดไปนั่นเอง ต่างจากความหมายในยุคแรก ๆ ที่เน้นที่ การสงวน ในที่นี้ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน จึงขอสรุปความหมาย ว่า การอนุรักษ์ หมายถึง การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการของมนุษย์ โดยให้ยังคงมีใช้ในชนรุ่นหลังได้ตลอดไป

2.2 หลักการอนุรักษ์

ตามหลักความจริงทั่วไป ทุกสิ่งทุกอย่างมีด้านคุณก็ต้องมีด้านโทษ ในเรื่องของการใช้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมก็เช่นกัน เมื่อการนำไปใช้ก่อให้เกิดประโยชน์ตามต้องการแล้วทรัพยากรนั้นก็ย่อมเสื่อมโทรม หรือร่อยหรอลง หรือ เกิดสิ่งที่ไม่เป็นประโยชน์หรือไม่ต้องการขึ้นด้วยเสมอ ซึ่งสิ่งที่ไม่ต้องการนั้นอาจเป็นพิษภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมด้วยก็ได้ อยู่ที่ว่า มนุษย์จะมีความรู้หรือเทคโนโลยีในการจัดการสิ่งที่ไม่ต้องการ หรือ ฟื้นฟูความเสื่อมโทรม หรือเพิ่มเติมส่วนที่ร่อยหรอนั้น

อย่างไรเพื่อบรรเทาผลเสียที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงให้สิ่งที่ไม่ต้องการนั้นเป็นประโยชน์ต่อกิจกรรมอื่นของมนุษย์ต่อ ๆ ไปอีก ถึงแม้ในที่สุดก็จะต้องมีของเสียให้จัดการแน่นอน แต่ก็เป็นการใช้ให้คุ้มค่าที่สุด ทั้งนี้ในขณะเดียวกันก็ต้องรู้จักสร้างเสริมทรัพยากรตั้งต้นนั้นให้มีเพิ่มเติมมาแทนที่ เพื่อให้มีใช้ตลอดไปตามความหมายของการอนุรักษ์ นั่นเอง

ตัวอย่าง ตามคำอธิบายข้างต้น เช่น กระดาษพิมพ์ เมื่อใช้พิมพ์งานสำคัญ 1 หน้า อีกหนึ่งหน้าที่เหลือสามารถใช้งานที่สำคัญน้อยกว่า และเมื่อใช้ทั้งสองหน้าจนบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว ก็ยังสามารถนำมาใช้เป็นกระดาษห่อวัตถุต่าง ๆ หรือ ทำสิ่งประดิษฐ์ ฯลฯ จนในที่สุดก็สามารถนำมาย่อยเป็นเยื่อกระดาษเพื่อทำเป็นกระดาษรีไซเคิลได้อีก เป็นต้น

ดังนั้น การอนุรักษ์จึงต้องมีการกำหนดหลักการให้ชัดเจน เพื่อนำไปสู่แผนการและมาตรการในการอนุรักษ์ต่อไป ซึ่งสรุป ได้ดังนี้ (รวบรวม ดัดแปลงและสรุป จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541 ; เกษม จันทรแก้ว. 2544)

หลักการที่ 1 : การใช้แบบยั่งยืน

ทรัพยากรทุกประเภททุกกลุ่มต้องมีแผนการใช้แบบยั่งยืน (sustainable utilization) โดยพิจารณาจากสมบัติเฉพาะตัวของทรัพยากร มีการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชนิดทรัพยากร ปริมาณและช่วงเวลาการนำทรัพยากรนั้นมาใช้ และการบำบัด/กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นให้หมดไปหรือเหลือน้อยจนอยู่ในระดับที่ไม่มีอันตราย

ตัวอย่างเช่น เมื่อเราเขียนคำผิดด้วยปากกาลงบนกระดาษ(ทรัพยากร)แล้วต้องการแก้ไขให้ถูกต้อง เราสามารถใช้ ยางลบ หรือน้ำยาลบคำผิด(เป็นสารเคมี) ลบคำผิดหรือ ขีดฆ่าคำผิดด้วยปากกาที่ใช้เขียน ซึ่งในที่นี้สิ่ง/วิธีที่ใช้ลบคำผิดจัดเป็นเทคโนโลยี ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามหลักการที่ 1 นี้ เราต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

- 1) ข้อความที่เราต้องการเขียนเป็นงานสำคัญหรือไม่ เพียงใด เช่น เป็นการจดบันทึก คำสอนไว้ศึกษาทบทวนส่วนตัวในรายวิชาที่เรียนทั่วไป
- 2) กระดาษที่ใช้มีคุณสมบัติอย่างไร เช่น เป็นกระดาษสมุดธรรมดา ไม่บางหรือหนาเกินไป
- 3) เทคโนโลยีที่เหมาะสม ควรเป็นอะไร ใช้แล้วเกิดผลเสียหรือไม่ ถ้าเกิดผลเสียนั้น คืออะไรและก่อให้เกิดมลพิษหรือไม่

ในกรณีนี้ ถ้าใช้ยางลบ โดยลบไม่ระวัง กระดาษอาจขาดทำให้ต้องฉีกทิ้ง หรือห้ามการใช้นั้นไป เป็นการใช้กระดาษไม่ประหยัด หรือจะเกิดเศษยางลบที่ต้องจัดการนำไปทิ้งหรือกำจัดต่อ ถ้าใช้สารเคมีลบคำผิดจะเกิดกลิ่นระเหยที่เป็นสารอันตรายและเมื่อสารเคมีนั้นหมดจะต้องกำจัดขวดซึ่งจัดเป็นของเสียอันตรายควรจัดการด้วยกระบวนการเฉพาะ ส่วนกรณีใช้การขีดฆ่าอย่างเรียบ

ร้อยก็อาจจะรำคาญตาบ้างแต่เป็นบันทึกส่วนตัวน่าจะพออนุโลมได้ และที่สำคัญไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม และไม่มีของเสียที่ต้องกำจัด แม้ว่าความรำคาญที่มีการขีดฆ่าอาจจัดเป็นของเสียได้แต่ไม่จัดเป็นมลพิษหรือภาวะมลพิษเพราะไม่ได้เป็นอันตรายต่อสุขภาพและไม่เป็นผลร้ายมากเกินไป

ดังนั้นในกรณีนี้ เพื่อเป็นการใช้กระดาษอย่างคุ้มค่า วิธีการขีดฆ่าคำผิดจะเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสม และของเสียที่เกิดขึ้นก็มีเพียงการรำคาญตาเท่านั้น โดยสรุปแล้วกรณีนี้จึงสามารถจัดเป็นการใช้อย่างยั่งยืนได้ เป็นต้น

หลักการที่ 2 : การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

ทรัพยากรที่มนุษย์ใช้แล้วย่อมเกิดความเสื่อมโทรม ซึ่งอาจเป็นเพราะเลือกใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสม เกิดเกี่ยวประโยชน์มากเกินไปความสามารถในการปรับตัวของระบบ มีสารพิษเกิดขึ้น เกิดเกี่ยวบ่อยเกินไปในช่วงเวลาไม่เหมาะสม จำเป็นต้องทำการฟื้นฟูให้ดีขึ้นก่อน จนทรัพยากรสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ฟื้นตัวและมีปริมาณเพียงพอจึงนำมาใช้ ซึ่งอาจใช้เวลาในการฟื้นฟู บำบัด/กำจัดของเสียหรือเกิดทดแทนเป็นเวลาปี ๆ ตัวอย่างเช่นกรณีใช้ทรัพยากรดินและที่ดินในการเพาะปลูกพืช เป็นต้น

หลักการที่ 3 : การสงวนของหายาก

ทรัพยากรบางชนิดมีการใช้อย่างไม่เหมาะสมซ้ำ ๆ กัน จนเกิดการร่อยหรอ เสื่อมโทรม และใกล้จะสูญสิ้น สูญเสีย สูญพันธุ์ หรืออาจไม่มีอีกต่อไป จำเป็นต้องสงวนหรือเก็บไว้เพื่อเป็นต้นทุนในการรอเวลาให้มีเพิ่มเติมขึ้นมาอีก หรือเป็นแม่แบบในการผลิตให้มากขึ้น จนแน่ใจว่าได้ผลผลิตในปริมาณที่มากพอแล้วจึงนำมาใช้อีก เช่น การประกาศงดจับปลาในอ่าวไทยช่วงฤดูวางไข่ การเว้นระยะเพาะเลี้ยงกุ้งในบ่อดินหลังการขายช่วงเวลาหนึ่งเพื่อตากดินฆ่าเชื้อโรคในบ่อก่อนเริ่มต้นการเพาะเลี้ยงครั้งใหม่ เป็นต้น

นอกจากนี้ ในกรณีที่ทรัพยากรนั้นใกล้สูญสิ้นหรือเป็นของหายากไม่สามารถสร้างให้เหมือนเดิมหรือทำให้เกิดเพิ่มเติมได้ ก็จำเป็นต้องสงวนไว้ เช่น สภาพธรรมชาติของน้ำตก โบราณสถาน อาจอนุญาตให้เยี่ยมชมได้บางช่วงและห้ามเยี่ยมชมในบางช่วง เป็นต้น ชนิดพันธุ์ของพืชและสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ อาจห้ามเก็บเกี่ยว ห้ามล่า หรือห้ามบุคคลทั่วไปมีไว้ครอบครอง เป็นต้น

หลักการอนุรักษ์ ทั้ง 3 นี้ มีความสัมพันธ์กัน ต้องใช้ร่วมกัน ตั้งแต่การใช้ทรัพยากรต้องพิจารณาเพราะให้ดีกว่า จะมีใช้ตลอดไปหรือไม่ ถ้าใช้แล้วเมื่อเสื่อมโทรมต้องฟื้นฟู และถ้าทรัพยากรใดใช้มากเกินไปจนเสี่ยงต่อการสูญสิ้นก็จำเป็นต้องมีการสงวนหรือเก็บรักษาเอาไว้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลักการทั้ง 3 นั้นจะผสมผสานกันเสมอ

2.3 วิธีการอนุรักษ์

หลักการอนุรักษ์ทั้งสามดังกล่าวแล้ว เปรียบเสมือนกรอบหรือนโยบายของโครงการ เพื่อให้นโยบายสามารถนำไปสู่การปฏิบัติอย่างเกิดผลควรมีมาตรการรองรับ ในกรณีของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก็เช่นกัน วิธีการอนุรักษ์ก็เปรียบเสมือนมาตรการรองรับนโยบายของโครงการนั่นเอง ซึ่งวิธีการ

อนุรักษ์ของแต่ละคนอาจเรียกชื่อ หรือแบ่งย่อย หรือจัดกลุ่มแตกต่างกัน แต่ก็มีจุดประสงค์เดียวกันคือ ให้ได้ใช้สิ่งแวดล้อมตามความต้องการและมีใช้ตลอดไป อย่างไรก็ตาม จันทรแก้ว (2544) ได้เสนอวิธีการอนุรักษ์ไว้ 8 วิธี ได้แก่ การใช้(แบบยั่งยืน) การเก็บกัก การรักษา/ซ่อมแซม การฟื้นฟู การพัฒนา การป้องกัน การสงวน และการแบ่งเขต ดังมีคำอธิบายในแต่ละวิธี ซึ่งได้ดัดแปลงและเพิ่มเติมในบางส่วน ดังนี้

1) การใช้ หมายถึง การใช้ในหลายรูปแบบ เช่น บริโภคโดยตรง เห็น ได้ยิน/ได้ฟัง ได้จับต้อง การให้ความสะดวก และการให้/ได้รับความปลอดภัย การให้/ได้ใช้พลังงาน เป็นต้น เหล่านี้ต้องเป็นการใช้แบบยั่งยืน

2) การเก็บกัก หมายถึง การรวบรวมและเก็บกักทรัพยากรที่มีแนวโน้มว่าจะขาดแคลนในบางเวลา หรือคาดว่าจะเกิดวิกฤตขึ้น บางครั้ง อาจเก็บกักเอาไว้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปริมาณที่สามารถควบคุมได้

3) การรักษา/ซ่อมแซม หมายถึง การดำเนินการใด ๆ ต่อทรัพยากรที่ขาดไป/ไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่/เสื่อมโทรม/เกิดปัญหา แต่เป็นในจุด/พื้นที่แคบ ๆ ซึ่งสามารถทำให้ฟื้นคืนสภาพเดิมได้ไม่ยาก/ไม่นาน โดยอาจใช้เทคโนโลยีช่วยด้วย จนสามารถนำทรัพยากรนั้นมาใช้อีกได้

4) การฟื้นฟู หมายถึง การดำเนินการใด ๆ ต่อทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมให้เป็นปกติ กล่าวคือ สามารถเอื้อประโยชน์ได้ต่อไป ซึ่งการฟื้นฟูจะใช้เวลาและเทคโนโลยีเข้าช่วยด้วยเสมอ

5) การพัฒนา หมายถึง การทำสิ่งที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น การพัฒนาจัดเป็นวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรให้มีใช้ตลอดไปวิธีหนึ่ง เนื่องจากในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ทรัพยากรมากเพราะคนมีมากขึ้น ในขณะที่ทรัพยากรมีจำกัดเพราะทดแทนไม่ทันกับอัตราการเกิดของคน อีกทั้งคนในปัจจุบันก็ตายช้าเพราะมีเทคโนโลยีช่วยมากมาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เพียงพอโดยการคิดค้นและพัฒนาวิธีการ/เทคโนโลยีในการนำทรัพยากรมาใช้และเทคโนโลยีในการใช้ทรัพยากรนั้นให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การพัฒนาพันธุ์ข้าวนาปลัง เพื่อให้ใช้ระยะเวลาในการปลูกลดลงและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มรอบการปลูกได้เพิ่มขึ้นด้วย นั่นคือ เร่งหรือเพิ่มประสิทธิภาพให้เกิดผลผลิตที่ดีขึ้น/มากขึ้น การพัฒนาที่ถูกต้องนั้นต้องใช้ทั้งความรู้เทคโนโลยีและการวางแผนที่ดี

6) การป้องกัน หมายถึง การป้องกันสิ่ง(ปัญหา)ที่เกิดขึ้นมิให้ลุกลามมากกว่าที่เป็นอยู่ รวมถึงการป้องกันสิ่ง(ปัญหา)ที่ไม่เคยเกิดมาก่อนไม่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งการป้องกันต้องใช้เทคโนโลยีและการวางแผนอย่างรอบคอบเพื่อให้สามารถป้องกันได้ในที่สุด เช่น การปลูกจิตสำนึกในการทิ้งขยะลงที่

รองรับจนเป็นนิสัย เป็นการป้องกันปัญหาขยะเคลื่อนเมือง ซึ่งทำให้ต้องมาคิดค้นวิธีการกำจัดภายหลัง และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการอีกด้วย เป็นต้น

7) การสงวน หมายถึง การเก็บไว้โดยไม่ให้แตะต้อง/ใช้ด้วยวิธีใด ๆ ก็ตาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตาม การสงวนอาจกำหนดเวลาเป็นช่วง ๆ ก็ได้ เนื่องจากถ้าเก็บไว้ไม่ให้เกิดการสูญเสียไปเลยก็จะเป็นการสูญเปล่าของทรัพยากร เช่น การกำหนดปิดการท่องเที่ยวฤดูกระต๊ากในบางช่วงของปี เพื่อให้สภาพธรรมชาติฟื้นตัวจากการเสื่อมโทรมในช่วงที่มีนักท่องเที่ยวมากเนื่องจากเป็นสถานที่ที่เป็นที่นิยมไปเที่ยวชม เป็นต้น

8) การแบ่งเขต หมายถึง การกำหนดบริเวณ/พื้นที่ หรือแบ่งกลุ่ม/ประเภท ตามสมบัติของทรัพยากร ด้วยเหตุผลที่ว่า ทรัพยากรนั้นเสี่ยงต่อการสูญสิ้นแม้ว่าจะให้ความรู้หรือใช้กฎระเบียบทั่วไปบังคับหรือการรณรงค์แล้วไม่ได้ผลเท่าที่ควร จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการแบ่งเขต เนื่องจากในการแบ่งเขตสามารถใช้กฎระเบียบเฉพาะที่เข้มงวดกว่าปกติและมีการจัดการเฉพาะได้ หรือต้องการจะแบ่งเขตให้ชัดเจนเพื่อการจัดการได้ถูกต้องเหมาะสม ซึ่งการแบ่งเขตนี้จะส่งผลให้การอนุรักษ์บรรลุผล เช่น การประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตควบคุมมลพิษ สัตว์ป่าสงวน เขตป่าสงวน เป็นต้น

การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Conservation) เป็นการรวมคำ 2 คำ ซึ่งอาจให้ความหมายในทำนองเดียวกับ การอนุรักษ์ ว่า หมายถึง การใช้สิ่งแวดล้อมให้เกิดประโยชน์ตามความต้องการของมนุษย์ โดยให้ยังคงมีใช้ในชนรุ่นหลังได้ตลอดไป หรือ อาจให้ความหมายที่ชัดเจนมากขึ้น เป็น การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หมายถึง การใช้สิ่งแวดล้อมอย่างมีเหตุผลเพื่อที่จะอำนวยความสะดวกของการมีอยู่อย่างดีตลอดไปสำหรับมนุษย์ กล่าวอีกนัยหนึ่ง คือ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มีความหมายรวมถึงการใช้ทรัพยากรทั้งหลายในโลกนี้อย่างมีเหตุผล และเป็นไปตามหลักอนุรักษ์วิทยา ทั้งนี้เพื่อจะทำให้สิ่งแวดล้อมอยู่ในลักษณะที่ดี มนุษย์ที่อยู่อาศัยจะมีชีวิตอยู่อย่างมีคุณภาพที่ดีตลอดไป เพราะสิ่งแวดล้อมนั้นมีผลต่อสุขภาพและพลานามัยของมนุษย์

หลักการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ก็เป็นหลักการเดียวกับหลักการอนุรักษ์ที่กล่าวถึงแล้ว แต่อาจเพิ่มเติมรายละเอียดให้ง่ายต่อการปฏิบัติมากขึ้น ซึ่งก็คล้ายคลึงกับหลักการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ดังนี้ (ดัดแปลงจาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2541)

1) การที่จะใช้ทรัพยากรธรรมชาติในสิ่งแวดล้อมแต่ละแห่งนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่จะให้ผลต่อมนุษย์ทุกแห่งทุกมุม กล่าวคือ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับการรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อม และจะให้ประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ซึ่งอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นๆ อย่างน้อยที่สุดต้องคำนึงถึงการสูญเสียไปอันอาจเกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

ตัวอย่างเช่น การตัดต้นไม้มา 1 ต้น ต้องมีความรู้ที่ แต่ละส่วนของต้นไม้ทำให้ทำประโยชน์อะไรได้บ้าง เพื่อจะได้นำมาใช้ให้ครบทุกส่วน ซึ่งส่วนที่ไม่นำไปใช้จะทำให้เกิดโทษแก่สิ่งแวดล้อมและมนุษย์อย่างไร(เป็นขยะ เน่าเหม็น) นอกจากนี้ ส่วนที่ไม่ใช้ก็ถูกทิ้งไปทำให้เกิดการสูญเสียไปอย่างสิ้นเชิงที่ ยังมีประโยชน์ในด้านอื่นอยู่ เป็นต้น

2) รักษาทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นและหายาก ด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องทำให้เป็นประโยชน์และทำให้เพิ่มพูนทั้งด้านกายภาพและเศรษฐกิจเท่าที่จะทำได้ และตระหนักเสมอว่าการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มากเกินไปจะไม่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ อาจสูญสิ้นไปเลย

ตัวอย่างเช่นการเร่งขุดค้นและใช้พลังงานจากฟอสซิล โดยไม่พยายามค้นหาแหล่งพลังงานอื่นมาใช้ร่วมด้วย เป็นต้น

3) ต้องรักษาทรัพยากรธรรมชาติที่ทดแทนได้ให้มีอัตราผลิต(เพิ่มพูน)เท่ากับอัตราใช้หรืออัตราการเกิดเท่ากับอัตราการตายเป็นอย่างน้อย เช่น การตัดไม้ในป่ามาใช้ต้องมีการปลูกไม้ที่ทดแทนในเวลา พื้นที่ และปริมาณที่เพียงพอจะมีให้ใช้ได้ในเวลาที่ต้องการตลอดไป ซึ่งต้องมีความรู้เทคโนโลยีและการวางแผนที่เหมาะสม เป็นต้น

4) ต้องประมาณอัตราการเกิดและการเปลี่ยนแปลงของประชากรตลอดเวลา เพราะประชากรเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป โดยพิจารณาจากความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นสำคัญ

5) หาทางปรับปรุงวิธีการใหม่ ๆ ในการผลิตและใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งพยายามค้นคว้าสิ่งใหม่ ๆ เพื่อให้มีใช้อย่างเพียงพอ

6) ให้การศึกษาแก่ประชาชนเพื่อให้เข้าใจถึงความสำคัญในการรักษาความสมดุลตามธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยให้สิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพที่ดี ทั้งนี้อาจให้การศึกษาทั้งในและนอกระบบโรงเรียน และให้ด้วยความเหมาะสมแก่ท้องถิ่น วัย และระดับการศึกษา เพื่อให้ประชาชนเข้าใจหลักการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็นผลให้สิ่งแวดล้อมน่าอยู่ มนุษย์มีคุณภาพชีวิต

โดยสรุป การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ควรใช้หลักการอนุรักษ์ โดยจะต้องเข้าใจวิธีการอนุรักษ์และเลือกใช้ได้เหมาะสม นอกจากนี้ เพื่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติอย่างกว้างขวางและยั่งยืนอาจใช้เครื่องมือเสริมหรือกลยุทธ์ในการอนุรักษ์

2.4 กลยุทธ์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.4.1 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เนื่องจาก เราใช้เกี่ยวข้องกับทรัพยากร/สิ่งแวดล้อม ดังนี้

1) ใช้ในการนำทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมมาใช้ ทั้งด้านกระบวนการและเครื่องจักรในการผลิต การเพิ่ม/เร่งผลผลิต และพัฒนาผลผลิต/ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

2) ให้อำนาจในการบำบัด/กำจัดของเสียที่เกิดขึ้น ป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อม

ดังนั้น ถ้าเลือกใช้เทคโนโลยีไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม/ไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านชนิด/ประเภท ระดับของเทคโนโลยี ความถี่และช่วงเวลา กับทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมที่ต้องการ ก็จะก่อให้เกิดการร่อยหรอ เสื่อมโทรม สูญเปล่า และสูญสิ้น ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมได้ โดยข้อเท็จจริงแล้วเทคโนโลยีมีหลากหลาย ตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับสูงที่มีความซับซ้อนซึ่งต้องใช้อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ควบคุม อย่างไรก็ตามต่างก็เกี่ยวข้องกับการคงสภาพยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น เราจึงควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ซึ่งหมายถึงรวมถึง ระดับความสามารถและเศรษฐกิจของผู้ใช้ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วด้วย ดังนั้น ไม่ว่าจะเป็เทคโนโลยีระดับสูงซึ่งส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีนำเข้าหรือเทคโนโลยีพื้นบ้าน(ภูมิปัญญาท้องถิ่น)ก็ต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับท้องถิ่นที่จะนำมาใช้/ผู้ใช้ก่อน โดยอาจปรับทั้งตัวเทคโนโลยีและระดับความสามารถและเศรษฐกิจของผู้ใช้ เราเรียก เทคโนโลยีที่ปรับให้เหมาะสมกับทรัพยากรและท้องถิ่นนี้ว่า **เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate technology)** เช่นกังหันน้ำชัยพัฒนา ตู้แช่แข็งที่ผลิตโดยคนไทย เป็นต้น

2.4.2 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการใช้การศึกษาและจริยธรรม

1) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการใช้การศึกษา

(1) **ความสำคัญ/ความจำเป็น** — ความสำคัญ/ความจำเป็นในการให้การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแก่ประชากรในประเทศไทยนั้นเด่นชัด เมื่อมีโครงการและการดำเนินการก่อสร้างระบบบำบัด/กำจัดของเสียหลายโครงการทั่วประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 เพราะพบว่า หลังสิ้นสุดแผนฯ 6 สิ่งแวดล้อมของไทยเสื่อมโทรมไปมากจนเกิดภาวะมลพิษขึ้นหลายพื้นที่และมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหาที่รุนแรงในอนาคต แต่เมื่อสิ้นสุดแผนฯ 7 กลับไม่เป็นไปตามคาดหมาย กล่าวคือปัญหาสิ่งแวดล้อมและภาวะมลพิษไม่ได้ลดลงตามเป้าหมาย โดยได้ข้อสรุปว่า เป็นเพราะประชาชนไม่ให้ความร่วมมือและ/หรือไม่เข้าใจ ในแผนฯ 8 จึงได้บรรจุ เรื่อง สิ่งแวดล้อมศึกษา ไว้ เพราะรัฐเห็นความสำคัญ/ความจำเป็นที่จะต้องให้พลเมืองไทยทุกคนในประเทศมีความรู้ เข้าใจ และมีส่วนร่วม อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ้นสุด แผนฯ 8 ก็ปรากฏว่าสภาพแวดล้อมยังไม่ดีขึ้นเท่าที่ควร จนปัจจุบันอยู่ในช่วงครึ่งแผนของแผนฯ 9 (พ.ศ.2545-2549) ประชาชนก็ยังไม่พอใจในสภาพแวดล้อม นั่นอาจเป็นสัญญาณว่าควรจะมีการทบทวนกลยุทธ์กันอีกครั้งหนึ่งอย่างจริงจัง

(2) **การจัดการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม หรือ สิ่งแวดล้อมศึกษา** นักสิ่งแวดล้อมศึกษาได้กล่าวไว้ว่า ต้องเป็นการศึกษาตลอดชีวิต ทั้งนี้ เนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมมีสมบัติเฉพาะตัวที่มีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาที่เปลี่ยนไปเสมอ และเราต้องเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ทุกเวลานาที ด้วยเหตุนี้ ความรู้ที่เคยมีมาก่อน ถึงปัจจุบันก็อาจไม่สามารถ/ไม่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมขณะนี้แล้ว ดังนั้น เราจึงต้องเรียนรู้ที่จะปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมให้ถูกต้องเหมาะสม

สมอยู่เสมอ จึงเป็นข้อสรุปว่า การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเป็นการศึกษาดลอดชีวิต (เพื่อคุณภาพชีวิตตลอดไป)

การจัดการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้เป็นการศึกษาดลอดชีวิต สามารถกระทำ ได้โดยให้ความรู้ทั้งในระบบโรงเรียน กล่าวคือ มีหลักสูตรบรรจุอยู่ในระดับชั้นต่าง ๆ และนอกระบบ โรงเรียนโดยอาจจัดเป็นโครงการอบรมระยะสั้น การรณรงค์ตามวาระ การให้ความรู้ผ่านสื่อมวลชนใน รูปแบบต่าง ๆ การรวมกลุ่มจัดตั้งเป็นชมรม สมาคม มูลนิธิ หรือองค์กรเอกชน (NGO : Non Government Organization) ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

นักสิ่งแวดล้อมศึกษา ได้แบ่งองค์ประกอบ ของสิ่งแวดล้อมศึกษา ออกเป็น 3 ส่วน ใหญ่ๆ คือ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ผู้เรียน/กลุ่มเป้าหมาย และผู้สอน/ถ่ายทอด โดยการศึกษาสิ่งแวดล้อมจะประสบความสำเร็จ ทั้งสามองค์ประกอบต้องเหมาะสมซึ่งกันและกัน กล่าวคือ ความรู้ที่จะถ่ายทอดมีระดับความยากง่ายเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและความสามารถของผู้สอน ผู้สอนมีความรู้และใช้เทคโนโลยีในการถ่ายทอดได้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน และผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะรับ ความรู้ทางสิ่งแวดล้อมนั้นด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นต้น ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา หมายถึง การถ่ายทอดความรู้/ประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย(ผู้เรียน)ด้วยเทคโนโลยี(การถ่ายทอด)ที่เหมาะสม

สรุป การเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อชีวิต ผ่านทางศาสตร์ที่ เรียกว่า สิ่งแวดล้อมศึกษา

2) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการใช้จริยธรรม

(1) ความหมาย จริยธรรม (Ethic) หมายถึง หลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ดีสำหรับการประพฤติปฏิบัติ ซึ่งมีความหมายตรงกับคำว่า ศีลธรรม (Morality) ซึ่งหมายถึง ส่วนที่เป็นแก่นสารของระเบียบกฎเกณฑ์ที่ว่าด้วยความผิดชอบชั่วดีที่สังคมกำหนดไว้ให้คนในสังคมนั้นๆ ยึดถือปฏิบัติ ทั้งนี้ สังคมในที่นี้ หมายถึง 3 ระดับ ได้แก่ ตัวบุคคลผู้หนึ่งเอง กลุ่มบุคคล เช่นกลุ่มวิชาชีพ ศาสนา ประเทศ เป็นต้น และระดับคนทั้งโลกยอมรับ

(2) ความสำคัญของจริยธรรมต่อสิ่งแวดล้อม จริยธรรมมีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากช่วยให้มนุษย์

- รู้จักเคารพในสิทธิของสิ่งมีชีวิตพวกอื่น มนุษย์ที่มีจริยธรรมจะไม่ทำลาย เบียดเบียน และเมตตาแก่สัตว์และสิ่งมีชีวิตเหล่านี้
- สนองตอบต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วยไมตรีจิตและพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เกื้อกูลต่อธรรมชาติ และช่วยพัฒนาให้ดีขึ้น ซึ่งแสดงถึงความกตัญญูกตเวทิต่อธรรมชาติ

3) การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการใช้อกฎหมาย

โลกในยุคปัจจุบัน ประเทศต่างๆ มักแข่งขันกันเพิ่มรายได้ประชาชาติ เพราะเชื่อว่าเป็นภาพสะท้อนของความอยู่ดีมีสุข และความสะดวกสบายของประชาชน ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติ/สิ่งแวดล้อมร่อยหรอ เสื่อมโทรมและสูญสิ้นมากขึ้น แม้จะมีความรู้ความเข้าใจและทราบถึงจริยธรรมที่ควรปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมก็ตาม แต่ด้วยความปรารถนาที่ต้องการเพิ่มรายได้มีมากกว่าทำให้การละเลยการปฏิบัติให้เหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมยังคงมีอยู่ ดังนั้น จึงต้องให้การบังคับให้ปฏิบัติให้ถูกต้องเหมาะสมร่วมด้วย โดยกำหนดเป็นกฎหมาย ข้อบังคับ ระเบียบของรัฐ ซึ่งรวมเรียกว่า กฎหมายสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยมีกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลบังคับใช้อยู่ทั้งสิ้นประมาณ 60 กว่าซึ่งบางฉบับไม่มีการนำมาใช้แล้วแต่ยังไม่มีการประกาศยกเลิก อย่างไรก็ตาม กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่สุด เปรียบเสมือนรัฐธรรมนูญทางสิ่งแวดล้อม คือ พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ซึ่งเป็นฉบับล่าสุดที่บังคับใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยมีกระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเป็นหน่วยงานที่มีอำนาจตามกฎหมายนี้โดยตรง นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องอีกมาก ที่สำคัญ เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม นิคมอุตสาหกรรม กระทรวงสาธารณสุข เป็นต้น

ตัวอย่างรายชื่อกฎหมายสิ่งแวดล้อม

1. พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535
2. กฎหมายเกี่ยวกับที่ดินและป่าไม้
 - พ.ร.บ. ให้ใช้ประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ. 2497
 - พ.ร.บ. พักพิทักษ์ที่ดิน พ.ศ. 2530
 - ประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 286(เรื่องการจัดสรรที่ดิน)
 - พ.ร.บ. ป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507
 - พ.ร.บ. อุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504
 - พ.ร.บ. สงวนป่า พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า 2535
3. กฎหมายทรัพยากรน้ำและการประมง
 - พ.ร.บ. รักษาคลอง รัตนโกสินทร์ศก 121
 - พ.ร.บ. การชลประทานราษฎร์ พ.ศ. 2482
 - พ.ร.บ.ชลประทานหลวง พ.ศ. 2485
 - พ.ร.บ. คันและคูน้ำ พ.ศ. 2505
 - พ.ร.บ. รักษาคลองประปา พ.ศ. 2526
 - พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520

- พ.ร.บ. การเดินเรือในน่านน้ำไทย (ฉบับที่ 14) พ.ศ. 2535
- พ.ร.บ. ประมง พ.ศ. 2490 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2528,2532)
- 4. กฎหมายมลพิษทางอากาศ เสียง แสง และความสั่นสะเทือน
 - พ.ร.บ. ควบคุมการโฆษณาโดยใช้เครื่องขยายเสียง พ.ศ. 2493
 - พ.ร.บ. ขนส่งทางบก พ.ศ. 2522
 - ประกาศกรมเจ้าท่า 177/2527 เรื่องการใช้เครื่องวัดควันและเสียงดังของเรือกล
 - ประกาศเจ้าพนักงานจราจรทั่วราชอาณาจักร แก้ไขปรับปรุง พ.ศ. 2533 (เครื่องวัดควัน เสียงของรถยนต์-จักรยานยนต์)
- 5. กฎหมายพลังงานและแร่ธาตุ
 - พ.ร.บ. ส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. แร่ พ.ศ. 2510
- 6. กฎหมายสาธารณสุข
 - พ.ร.บ. สาธารณสุข พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. คุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่ พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. คุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522
- 7. กฎหมายควบคุมอาคารและผังเมือง
 - พ.ร.บ. ผังเมือง พ.ศ. 2518
- 8. กฎหมายโรงงาน การลงทุนและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
 - พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. ส่งเสริมการลงทุน พ.ศ. 2520
 - พ.ร.บ. นิคมอุตสาหกรรม พ.ศ. 2520
 - ประกาศคณะปฏิวัติฉบับ 103 (แก้ไขปรับปรุง พ.ศ. 2515)
 - ประกาศกระทรวงมหาดไทย มีหลายฉบับเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ คุ้มครองแรงงานโรคจากการทำงาน งานที่อาจเป็นอันตราย ความปลอดภัย สารเคมี สถานที่อับอากาศ สารเคมีอันตราย
- 9. พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
- 10. กฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม
 - พ.ร.บ. โบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 ,ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2535
 - พ.ร.บ. ลักษณะปกครองท้องที่ พ.ศ. 2457

สรุป กฎหมายสิ่งแวดล้อม

-เป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการสิ่งแวดล้อม

-มีหลายฉบับและเกี่ยวข้องกับหลายกระทรวง/หน่วยงาน ตัวอย่างที่สำคัญและควรทราบ เช่น

1. พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535
2. พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535
3. พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535
4. พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
5. พ.ร.บ. รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535
6. พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และ 2535
7. ประกาศคณะปฏิวัติฉบับที่ 286 พ.ศ. 286 เกี่ยวกับการจัดสรรที่ดิน
8. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมระบายน้ำทิ้ง พ.ศ. 2534
9. ข้อบัญญัติเมืองพัทยา พ.ศ. 2530
10. พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
11. พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535

3. จริยธรรมและจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม

3.1 ความหมาย

จริยธรรมสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความประพฤติที่ควรปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็น หลักปฏิบัติ กฎเกณฑ์ ระเบียบที่ดีที่สังคมกำหนดหรือยอมรับ

จิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมด้วยความรู้สึกนึกคิดจากจิตใจ โดยจะมีความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติให้ได้

3.2 การสร้างจริยธรรมและจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม

3.2.1 การสร้างจริยธรรมทางสิ่งแวดล้อม

แนวทางในการสร้างจริยธรรมทางสิ่งแวดล้อม มีดังต่อไปนี้

- 1) การอบรมสั่งสอนให้เห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม
- 2) การพัฒนาให้มีจริยธรรมระดับสากล กล่าวคือ สังคมโลกยอมรับในพฤติกรรมนั้น

โดย นักวิชาการบางท่าน กล่าวว่า จริยธรรมของมนุษย์ มี 6 ระดับ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2541) คือ

ระดับที่ 1 ปฏิบัติตามจริยธรรมเพราะความกลัว เช่น กลัวถูกลงโทษ ตำหนิ เจ็บปวด เป็นต้น ดังนั้น ถ้าไม่มีการคาดโทษหรือไม่กลัวผลเสียที่จะเกิดขึ้นก็จะไม่ปฏิบัติตาม

ระดับที่ 2 ปฏิบัติตามจริยธรรมเพราะได้รับผลประโยชน์ตอบแทน เช่น รางวัล คำชมเชย เป็นต้น ดังนั้น ถ้าไม่มี/ไม่ได้ผลประโยชน์ก็จะไม่ปฏิบัติตาม

ระดับที่ 3 ปฏิบัติตามจริยธรรมเพราะต้องการการยอมรับจากบุคคลอื่นว่าเป็นคนดี เป็นการปฏิบัติตามความคาดหวังของบุคคลอื่น โดยตนเองอาจไม่เข้าใจจุดมุ่งหมายที่แท้จริงของจริยธรรมนั้นๆ ก็ได้

ระดับที่ 4 ปฏิบัติตามจริยธรรมของสังคม เพราะมีความเข้าใจว่าเป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติตาม เพื่อให้สถาบันโดยรวมดำเนินต่อไปได้ และมีจุดมุ่งหมายเพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เกิดความแตกแยกและความเสียหายของสังคม

ระดับที่ 5 ปฏิบัติตามจริยธรรม เพราะตระหนักถึงหลักการที่จะต้องทำตามคำมั่นสัญญาและข้อตกลงทางสังคม เช่น ปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของหน่วยงานต้นสังกัด ตามบทบาทที่ตนได้รับในหน่วยงาน แม้บางครั้งตนจะรู้สึกไม่เห็นด้วยก็ตาม ความรู้สึกรับผิดชอบต่อส่วนรวมทำให้บุคคลไม่ปฏิบัติตามอารมณ์ แต่จะทำการต่างๆ ด้วยคำนึงถึงส่วนรวม และต้องการให้สังคมส่วนรวมอยู่รอด

ระดับที่ 6 ปฏิบัติตามจริยธรรม เพราะมีความสำนึกผิดชอบชั่วดี มีความรู้ความเข้าใจถึงคุณธรรมและความดีว่าเป็นหลักสากล และการปฏิบัติตามจริยธรรมสากลจะทำให้ชีวิตมีความหมายมากขึ้น เช่น การมีความรัก เมตตา เสียสละ ไม่เห็นแก่ตัว ไม่ทำลายดุลยภาพของธรรมชาติ ความยุติธรรม การเคารพในสิทธิของมนุษย์ และกฎของธรรมชาติ บุคคลที่มีจริยธรรมระดับที่ 6 จะมองเห็นคุณค่าของจริยธรรมว่ามีอยู่ในตัวมันเองไม่ได้อิงอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรมอย่างอื่น

บุคคลที่มีจริยธรรมระดับที่ 6 จะมีความรู้ความเข้าใจในกฎเกณฑ์ของธรรมชาติอย่างแท้จริง และถือว่าธรรมชาติมีบุญคุณต่อมนุษย์ เพราะฉะนั้นจึงต้องแสดงความกตัญญู โดยไม่ทำลายธรรมชาติ/สิ่งแวดล้อม

การจะพัฒนาให้บุคคลมีจริยธรรมในระดับที่ 6 นี้ได้ จำเป็นต้องดำเนินการต่อไปนี้ควบคู่กันด้วย คือ

- 1) การปลูกฝังความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วมกัน ความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วมกันแล้วมนุษย์ก็จะช่วยกันดูแลรักษา ไม่กระทำเพื่อประโยชน์ส่วนตัวและรู้สึกห่วงแทน เป็นต้น
- 2) การทำตนเป็นแบบอย่างที่ดีแก่สังคม เป็นกัลยาณมิตร มีจิตสำนึกเป็นสาธารณะ เป็นแบบอย่างของกลุ่มอ้างอิงที่ดี เป็นต้น ผู้นำในระดับต่างๆ ควรเป็นแบบอย่างที่ดีแก่สังคม
- 3) การปลูกฝังให้รู้จักประมาณ ในการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติ และปลูกฝังให้รู้จักความสำคัญของสังคมและทรัพยากรธรรมชาติ
- 4) การใช้มาตรการที่เป็นบรรทัดฐานของสังคม เช่น กฎหมาย ระเบียบ กฎเกณฑ์

ต่างๆ อย่างจริงจังและต่อเนื่อง มีการลงโทษผู้ล่วงละเมิดกฎเกณฑ์นั้นๆ และปลุกระดมให้มีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อส่วนรวมมากยิ่งขึ้น

5) การพัฒนาไม่ควรเน้นผลทางเศรษฐกิจมากเกินไป เพราะจะทำให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากเกินไป และเกิดของเสียมากมาย ดังนั้น ควรเน้นการพัฒนาทางสังคมให้มากควบคู่กันไปด้วย

3.2.2 การสร้างจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม

จิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อม เกิดขึ้นได้ยากเนื่องจากต้องใช้เวลาในการพัฒนาหลายขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในด้านต่างๆ ต่อไปนี้ คือ

- 1) การตระหนัก (Awareness) : รู้ว่าการกระทำหรือพฤติกรรมใดจะเกิดผลดีหรือเสียต่อสิ่งแวดล้อม
- 2) เจตคติ/ทัศนคติ (Attitude) : มีทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อม นิยมชมชอบ ยกย่อง ชมเชยการกระทำที่เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม
- 3) ความรู้สึกไวต่อปัญหา (Sensitivity) : เมื่อพบเห็นการกระทำที่ไม่เหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมจะนึกถึง/คาดการณ์ถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว
- 4) ทักษะ (Skill) : มีความชำนาญในการสังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และตัดสินใจที่จะเลือกการปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
- 5) การลงมือปฏิบัติ /มีส่วนร่วม (Participance) : เป็นผู้ปฏิบัติดีต่อสิ่งแวดล้อมเสมอด้วยตนเองหรือมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ

ที่กล่าวมาจะเห็นว่า มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมจึงต้องพึ่งพาอาศัยกัน และมีอิทธิพลต่อกันและกัน มนุษย์ทุกคนจะต้องมีจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง และร่วมกันในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม เพื่อคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่ยั่งยืนตลอดไป

4. การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development)

4.1 ความหมาย

การพัฒนา หมายถึง การทำให้ดีขึ้น

ความยั่งยืน หมายถึง การดำรงอยู่ระยะยาวด้วยดีและอย่างต่อเนื่อง เพื่อคุณภาพชีวิตและคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การทำสิ่งที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้นและดำรงอยู่ในระยะยาวด้วยดีและอย่างต่อเนื่อง เพื่อคุณภาพชีวิตและคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการพัฒนาที่จะส่งผลต่อมวลมนุษย์ได้อย่างถาวรมั่นคง หรืออีกนัยหนึ่ง หมายถึง การพัฒนา

ที่อยู่ภายใต้ขีดจำกัดทางนิเวศวิทยา หรือนิเวศพัฒนา ซึ่งเป็นการพัฒนาโดยมิให้เสียความสมดุลทางนิเวศ

นักนิเวศวิทยา กล่าวว่า การพัฒนาจะยั่งยืนได้ก็ต่อเมื่อ การพัฒนานั้นตั้งอยู่บนหลักการของนิเวศวิทยาสังคม และมีการปฏิบัติตามหลักการนี้อย่างจริงจัง โดยการวิเคราะห์ความยั่งยืนจะต้องมองใน 4 มิติด้วยกัน คือ สิ่งแวดล้อม การพัฒนา ประชากร และทรัพยากร โดยทั้ง 4 มิตินี้ ต่างก็มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและมีผลกระทบซึ่งกันและกัน เช่น การพัฒนาอาจจะถูกกระทบกระเทือนจากความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม หรือการพัฒนาอาจมีขีดจำกัดก็ได้ ถ้ามีทรัพยากรน้อยเกินไปหรือมากเกินไป(ปรีชา เปี่ยมพงศ์สานต์. 2540)

4.2 หลักการที่ควรคำนึงในการพัฒนาที่ยั่งยืน

4.2.1 มนุษย์ต้องอาศัยปัจจัยในการดำรงชีวิตจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในโลกนี้เท่านั้น

4.2.2 การดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วยกัน การดำรงชีวิตของสิ่งแวดล้อมอื่นๆและสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นจะต้องเกื้อกูลกัน

4.2.3 การพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ จะเป็นพลังสำคัญในการพัฒนาประชากร

4.2.4 การพัฒนาคุณภาพประชากรและการใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้นในปริมาณจำกัด คือ การดำรงชีวิตจะต้องได้รับการปรับปรุงอยู่บนพื้นฐานของหลักการทั้ง 3

4.3 นโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืน

นโยบายการพัฒนาที่ยั่งยืน ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรม และพัฒนาปรับปรุงสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่เสื่อมโทรมอย่างจริงจัง ได้แก่

- 1) ควบคุมการเพิ่มประชากร ซึ่งเป็นการช่วยลดความเสื่อมและลดการใช้ทรัพยากร
- 2) ฟื้นฟูสภาพแวดล้อม เช่น ขุดลอกแหล่งน้ำที่ตื้นเขิน เป็นต้น
- 3) การป้องกัน ควบคุม กำจัดสารพิษ
- 4) การวางแผนการใช้ที่ดินและน้ำตามสมรรถนะ
- 5) การประหยัดการใช้ทรัพยากร เพื่อให้มีใช้ได้นานและคุ้มค่าที่สุด
- 6) การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและไม่มีความเสี่ยงหรือมีผลกระทบน้อย
- 7) ค่านิยมและวัฒนธรรมที่เหมาะสม เช่น ใช้พอดีกับการผลิตในระบบนิเวศ
- 8) การควบคุมอาวุธสงคราม เพื่อป้องกันการข่มขู่รุกราน การได้เปรียบในการใช้ทรัพยากร และผลกระทบจากการใช้อาวุธ เป็นต้น

9) การให้การศึกษา เพื่อให้เกิดความรู้-ความเข้าใจในชีวิตและธรรมชาติ เกิดทักษะที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตที่แท้จริง

4.4 ตัวอย่างการพัฒนาที่ยั่งยืน

ในที่นี้ เนื่องจากอาชีพหลักของประชาชนในประเทศไทยคือเกษตรกร จึงขอยกตัวอย่างการพัฒนาที่ยั่งยืนทางการเกษตร ซึ่งได้แก่ การเกษตรแบบผสมผสาน เกษตรกรรมอินทรีย์ และเกษตรกรรมธรรมชาติ

4.4.1 การเกษตรแบบผสมผสาน (Integrated farming)

การเกษตรแบบผสมผสาน คือการทำเกษตรหลายอย่างในพื้นที่บริเวณเดียวกัน อาจเป็นการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์หลายชนิด โดยที่การดำเนินการแต่ละอย่างสามารถเกื้อกูลและเป็นประโยชน์ต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการเกษตรแบบนี้ได้มีการดำเนินการมานานแล้วก่อนที่ระบบเกษตรกรรมแผนใหม่จะเข้ามามีอิทธิพลเหนือระบบการเกษตรของไทย ซึ่งเป็นระบบที่เกษตรกรรมมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับธรรมชาติ สมัยเกษตรกรรมนับถือ “แม่ธรณี แม่โพสพ และแม่คงคา” ในระบบการเกษตรดังกล่าว ทุกอย่างมีความสมดุล ชาวนาดำเนินชีวิตอย่างปกติสุข แม้ไม่ร่ำรวยแต่ก็พึ่งตนเองได้ จึงมีเวลาที่จะสร้างสรรค์ศิลป วัฒนธรรม ของแต่ละท้องถิ่นได้อย่างต่อเนื่อง

ในปัจจุบันมีตัวอย่างที่ชัดเจนและนิยมมาก คือ การเกษตรทฤษฎีใหม่ ที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลปัจจุบันทรงพระราชทานแนวคิดให้นำไปปฏิบัติ ก็จัดเป็นการเกษตรแบบผสมผสาน โดยพระองค์ได้ให้ความสำคัญของเรื่องการจัดแบ่งพื้นที่สำหรับเป็นแหล่งน้ำ และที่พักอาศัยไว้ด้วย อันนับได้ว่า เป็นการจัดการแบบครบวงจรในการดำรงชีวิตของชาวเกษตรกรที่สมบูรณ์ เพราะสามารถพึ่งตนเองได้

หลักการสำคัญของการเกษตรที่ยั่งยืนแบบนี้ คือ ต้องมีกิจกรรมการเกษตรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป และกิจกรรมนั้นต้องทำในพื้นที่ และระยะเวลาเดียวกัน การเกื้อกูลประโยชน์ระหว่างกิจกรรมต่างๆที่มีอยู่ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในระบบการเกษตรแบบนี้เกิดขึ้นทั้งจากวงจรการใช้แร่ธาตุอาหาร อากาศ และพลังงาน เช่น การเลี้ยงไก่ในเล้าที่อยู่เหนือบ่อเลี้ยงปลา การปลูกพืชเพื่อเก็บผลผลิต แล้วนำเศษเหลือจากพืชผักที่ต้องคัด/ตัดทิ้งใช้เป็นอาหารในการเลี้ยงปลาและไก่ เป็นต้น

การเกษตรแบบผสมผสานนี้ มีคุณค่าในการรักษาสมดุลการผลิตเพื่อการบริโภค และขาย การกระจายผลผลิต และรักษาความยืดหยุ่นต่อผลกระทบจากราคาผลผลิต เมื่อต้องการใช้แรงงานในไร่ นา ลดต้นทุนการผลิต และที่สำคัญมากคือ รักษาสภาพสมดุลทางนิเวศ และมีความมั่นคงของผลผลิตในระยะยาวเพื่อให้เกิดความยั่งยืนยาวนาน

4.4.2 เกษตรกรรมอินทรีย์ (Organic farming)

เกษตรกรรมผสมผสานและเกษตรกรรมอินทรีย์ พัฒนาขึ้นจากประสบการณ์ของวิชาการเกษตรและเกษตรกรในประเทศไทย เริ่มแรกได้ทดลองทำสวนผลไม้และพืชผักในภาคเหนือของไทย โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากใบไม้ต่างๆ และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในไร่นา หรืออาจใช้สมุนไพรควบคุมแมลง

เกษตรกรรมอินทรีย์ เป็นการเกษตรที่หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ เป็นการเกษตรที่ยั่งยืนโดยอาศัยการปลูกพืชหมุนเวียน เศษซากพืช มูลสัตว์ พืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยพืชสด เศษซากเหลือทิ้งต่างๆ ใช้ธาตุอาหารจากการผุพังของหินและแร่ รวมทั้งหลักการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี เพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน

4.4.3 เกษตรกรรมธรรมชาติ (Natural farming)

เกษตรกรรมธรรมชาติในประเทศไทย เริ่มต้นในระยะเวลาใกล้เคียงกับเกษตรกรรมอินทรีย์ (พ.ศ.2530) เป็นการทำการเกษตรที่ไม่กระทำ (Do nothing) กล่าวคือให้การเกษตรนั้นเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ โดยมีหลักการสำคัญ คือ

- 1) ไม่มีการไถพรวน การไม่ไถพรวนดินเป็นพื้นฐานของเกษตรกรรมธรรมชาติ เนื่องจากในธรรมชาตินั้น พื้นดินมีการไถพรวนโดยตัวเองอยู่แล้วโดยการแทรกซอนของรากพืชและการกระทำของจุลินทรีย์ สัตว์เล็กและไส้เดือน
- 2) งดเว้นการใส่ปุ๋ย ปล่อยให้ดินอยู่ในสภาพของมันเอง จะพบว่า ดินจะสามารถรักษาความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติไว้ได้ ซึ่งเป็นไปตามวงจรพืชและสัตว์อย่างมีระเบียบ
- 3) ไม่มีการกำจัดศัตรูพืช วัชพืชมีบทบาทสำคัญในการสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้แก่อินทรีย์ และช่วยให้เกิดความสมดุลในสิ่งแวดล้อม
- 4) ไม่ใช้สารเคมี โดยในสภาพของเกษตรกรรมธรรมชาตินั้น ถ้าปล่อยให้ตามลำพัง จะอยู่ในสภาวะสมดุล แมลงที่เป็นศัตรูพืชและโรคพืชมักมีเสมอ แต่ไม่เคยเกิดขึ้นในธรรมชาติจนถึงระดับที่ต้องใช้สารเคมีที่มีพิษ

หลักการของเกษตรกรรมแบบยั่งยืน ทั้ง 3 ที่กล่าวข้างต้น แสดงถึงความรับผิดชอบในทางนิเวศ (Ecological conscience) ที่มองธรรมชาติในลักษณะที่สรรพสิ่งมีความเกี่ยวเนื่องกัน (Interrelàtionship) และพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Interdependencies) ตามสมบัติเฉพาะของสิ่งแวดล้อมและแนวคิดนิเวศวิทยา

บทที่ 5

มลพิษสิ่งแวดล้อมและหลักการบำบัด/กำจัด

1. ความหมาย ชนิด/ประเภท และแหล่งกำเนิด

1.1 ความหมายของมลพิษสิ่งแวดล้อมและคำที่เกี่ยวข้อง

1.1.1 ความหมายตามกฎหมายหลักทางสิ่งแวดล้อม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของคำที่เกี่ยวข้องไว้หลายคำ เช่น

มลพิษ (Pollutant) หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่น ๆ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้ และให้หมายรวมถึง รังสี ความร้อน แสง เสียงรบกวน กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น หรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย

ภาวะมลพิษ (Polltion) หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนด้วยมลพิษ ซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษในดิน

แหล่งกำเนิดมลพิษ (Source of pollutant) หมายความว่า ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร สิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะ สถานที่ประกอบกรใดๆ หรือสิ่งอื่นใดซึ่งเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ

ของเสีย (Waste) หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสาร หรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว ก๊าซ

น้ำเสีย (Waste water) หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้ง มลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

อากาศเสีย (Air pollution) หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นไอเสีย กลิ่น คับ ก๊าซ เขม่า ฝุ่นละออง แก๊สพิษหรือมลสารอื่นที่มีสภาพละเอียดบางเบาจนสามารถรวมตัวอยู่ในบรรยากาศได้

วัตถุอันตราย (Hazardous Material/Substance) หมายความว่า วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์ และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่

ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุตกกระทบ วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง วัตถุอย่างอื่น ไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ หรือสิ่งแวดล้อม

คุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental quality) หมายความว่า คุณภาพของธรรมชาติ อันได้แก่ สัตว์ พืชและทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ และสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีพของประชาชนและความสมบูรณ์สืบไปของมนุษยชาติ

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Standard of Environmental Quality) หมายความว่า ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ อากาศ เสียง และสภาวะอื่นๆ ของสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดเป็นเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

1.1.2 ความหมายที่นักสิ่งแวดล้อมควรทำความเข้าใจ

คำที่เกี่ยวข้องและควรทำความเข้าใจให้ถูกต้องชัดเจนยังมีอีกหลายคำ ซึ่ง พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษา ฯ ไม่ได้ให้ความหมายไว้ แต่สามารถรวบรวมและสรุปจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาการสิ่งแวดล้อมได้ เช่น

ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental problem) หมายถึง ปัญหาทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมร่อยหรอ /ขาดแคลน (Depletion) เช่น ทรัพยากรสัตว์น้ำในอ่าวไทยปัจจุบัน การลดลงของพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เป็นต้น และปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม เช่น พื้นที่การเกษตรขาดความอุดมสมบูรณ์จนต้องเพิ่มปุ๋ยให้ดินทุกฤดูการเพาะปลูก หรืออาจเกิดความเสื่อมโทรมรุนแรงถึงขั้นเป็นอันตราย กล่าวคือ พื้นที่แห่งนั้นไม่สามารถใช้ทำเกษตรกรรมได้อีกต่อไป เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการฟื้นฟู เป็นต้น ซึ่งเรา เรียกความเสื่อมโทรมในระดับรุนแรงหรือเป็นอันตรายว่า มลพิษสิ่งแวดล้อม (Pollution) นั่นเอง

มลพิษสิ่งแวดล้อม หมายถึง มลพิษสิ่งแวดล้อมทางชีวกายภาพ เช่น น้ำเสีย อากาศเสีย ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ขยะ/มูลฝอยเป็นพิษ ฯลฯ และมลพิษสิ่งแวดล้อมทางสังคม เช่น แหล่งชุมชนแออัด/สลัม ปัญหายาเสพติด อาชญากรรม โสเภณี และการค้ามนุษย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อกล่าวถึงมลพิษสิ่งแวดล้อม มักหมายถึงมลพิษสิ่งแวดล้อมทางชีวกายภาพ และเมื่อจะกล่าวถึงมลพิษที่เกิดจากปัญหาสังคม/คนมักเรียกว่า ปัญหาสิ่งแวดล้อมทางสังคม หรือ ปัญหาทางสังคม (Social Problem)

น้ำทิ้ง (Effluent water) หมายถึง น้ำที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งน้ำนั้นอาจเป็นน้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้ว และ/หรือ ไม่ได้ได้รับการบำบัด

แหล่งน้ำสาธารณะ (Public water body) หมายถึง แหล่งรับน้ำทั่วไปที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ และไม่ได้อยู่ในพื้นที่/ขอบเขตที่มีเจ้าของ ซึ่งอาจเป็นแม่น้ำ ลำธาร หนอง คลอง บึง และทางระบายน้ำ เป็นต้น

นอกจากนี้ เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อมสามารถเข้าใจและแยกแยะปัญหาสิ่งแวดล้อม/มลพิษสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงปัญหา/มลพิษทางสังคมด้วย ได้ชัดเจนและเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้นอันจะเป็นประโยชน์ในการจัดการต่อไป ผู้ที่ตั้งใจจะศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมควรทำความเข้าใจตัวอย่างการให้ความหมายของคำต่อไปนี้ ด้วย

พิษ (Toxic) หมายถึง อาการระคายเคือง ำคาญ หรืออันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ส่วนพิษในทางมลพิษทางสังคมซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับมนุษย์นั้น ได้แก่ กริยาอาการและพฤติกรรมที่ส่งผลให้เกิดการเบียดเบียนจากปกติซึ่งเป็นผลเสียต่อมนุษย์

เมื่อได้รับพิษ ซึ่งมักเป็นรูปธรรมเสมอ กล่าวคือ แรงแบบได้ เช่น ปริมาณของสาร(น้ำหนัก)ที่ทำให้สิ่งทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง (LD_{50}) และความเข้มข้นของสารที่ทำให้สิ่งทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) หรือเป็นจำนวนนับ เช่น อุทกภัยทำให้เกิดความเสียหาย 120 ล้านบาท มีคนตาย 5 คน เป็นต้น

ความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic toxicity) หมายถึง อาการที่แสดงออกมาเมื่อค่อยๆ ได้รับพิษแล้วสะสมไว้ ใช้เวลานาน จนถึงระดับที่แสดงความเป็นพิษออกมา เช่น การได้รับสารโลหะหนัก พวกละหุน (arsenic) ตะกั่ว ปรอท เป็นต้น หรือผู้ป่วยโรคจิต การเก็บกอดทางอารมณ์ ความเครียด แค้น

และอาการไม่เกรน เป็นต้น

ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) หมายถึง อาการที่แสดงออกมาเมื่อได้รับพิษในปริมาณที่มากพอที่จะแสดงฤทธิ์ในเวลาทีรวดเร็ว/ทันทีที่ได้รับพิษ ปกติเกิดขึ้นภายใน 1 วันแล้วแต่กรณี เช่น อาการคัน ผื่นแดง อาเจียน ชัก หายใจไม่ออก/ตายทันที การยั่วยุอารมณ์จนแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมาในขณะนั้น และการบันดลโทษะ เป็นต้น

1.2 ชนิด/ประเภทของมลพิษสิ่งแวดล้อม

1.2.1 ตัวอย่างมลพิษสิ่งแวดล้อม ได้แก่

- มลพิษทางน้ำ/น้ำเสีย (Water pollution)
- มลพิษทางอากาศ/อากาศเสีย (Air pollution)
- มลพิษทางดิน(Soil pollution)
- มลพิษทางเสียงและความสั่นสะเทือน (Noise and Vibration pollution)
- มลพิษทางในอาหาร(Food pollution)
- มลพิษทางสายตา/ทัศนอุจาด(Visual pollution)
- มลพิษทางแสง(Air pollution)
- มลพิษทางสังคม(Air pollution)
- ขยะ/มูลฝอยและสิ่งปฏิกูล (Solid waste and Night soil)

- ของเสียอันตราย (Hazardous waste) เป็นต้น

1.2.2 ประเภทของสารมลพิษ / ระบุลักษณะของมลพิษ

- 1) มลพิษพวกของแข็ง เช่น ขยะ/มูลฝอย กากสารพิษ ตะกอนจากระบบบำบัดนเสียยาเสื่อมคุณภาพ และ วัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ เช่น ภาชนะบรรจุที่ปนเปื้อน พวกกระป๋องยาฉีดกันยุง/แมลง ภาชนะบรรจุเคมี ภาชนะบรรจุน้ำยาทำความสะอาด เป็นต้น
- 2) มลพิษพวกของเหลว เช่น น้ำเสีย น้ำมันและไขมัน สารตัวทำละลายที่ปนเปื้อนเสื่อมคุณภาพ และ น้ำมันเครื่องเก่า เป็นต้น
- 3) มลพิษพวกก๊าซ เช่น อากาศเสีย ก๊าซพิษต่างๆ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนออกไซด์เพอร์ไดออกไซด์ ซีเอฟซี (คลอโรฟลูออโรคาร์บอน) และ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น
- 4) มลพิษที่มีสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น รังสี แสง เสียงอึกทึก/เสียงดัง/เสียงรบกวน และความสั่นสะเทือน เป็นต้น
- 5) มลพิษทางสังคม เช่น พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ต่างๆ เช่น การก้าวร้าว วาจาหยาบคาย การทะเลาะวิวาท และอาชญากรรม เป็นต้น

1.3 แหล่งกำเนิดมลพิษ

แหล่งกำเนิดมลพิษ แบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1.3.1 แหล่งกำเนิดที่แน่นอน (Point source) เป็นแหล่งกำเนิดที่สามารถระบุพื้นที่/บริเวณ/สถานที่ที่ก่อให้เกิดมลพิษได้อย่างแน่นอน เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มสุกร สถานีบริการน้ำมัน/เชื้อเพลิง สถานพยาบาล/โรงพยาบาล/สถานบริการสาธารณสุข และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ เป็นต้น

1.3.2 แหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (Nonpoint source) เป็นแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุพื้นที่/บริเวณ/สถานที่ที่ก่อให้เกิดมลพิษได้อย่างแน่นอน เช่น ชุมชน เกษตรกรรม อากาศทั่วไป/บรรยากาศ (Ambient air) และ แม่น้ำ /ลำธาร /แหล่งน้ำสาธารณะ เป็นต้น

2. ต้นเหตุของการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม

ปัญหาสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะ เป็นปัญหาระดับใด กล่าวคือ จะมีความรุนแรงมาก-น้อยแค่ไหน หรือรุนแรงถึงขั้นก่อให้เกิดภาวะมลพิษ/มลพิษสิ่งแวดล้อมก็ตาม ต่างมีต้นเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์เพื่อตอบสนองปัจจัยในการดำรงชีวิตทั้งสิ้น ทั้งนี้ เป็นที่ยอมรับกันว่า เนื่องมาจากประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีผู้กล่าวว่าประชากรมนุษย์กำลังจะล้นโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศด้อยพัฒนาและกำลังพัฒนา แม้ว่าบางประเทศในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สิงคโปร์ ญี่ปุ่น และ นอร์เวย์ เป็นต้น กำลังมีปัญหาคาคนคนหนุ่มคนสาวเพราะประชากรมีบุตรน้อยและไม่นิยมมีลูกหลานก็ตาม ทรัพยากรที่มีเหลือเฟือในประเทศที่เจริญแล้วเหล่านั้นใครจะสามารถนำ

มาแบ่งปันกันได้ เท่าที่ผ่านมา มักจะพบแต่ปรากฏการณ์ในด้านตรงกันข้ามเพราะความไม่รู้เท่าทันและความด้อยอำนาจทางเศรษฐกิจของกลุ่มประเทศด้อยพัฒนาและกำลังพัฒนามาโดยตลอด

ตัวอย่างการกระทำที่เป็นต้นเหตุของการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม ได้แก่

2.1 การใช้ทรัพยากรไม่ถูกหลักวิชาการ

การใช้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ควรคำนึงถึง การมีให้ใช้ได้ตลอดไปทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งเป็นช่วงเวลาของรุ่นลูกหลาน ดังนั้น การใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมให้ถูกหลักวิชาการจึงควรใช้แนวความคิดเรื่องระบบนิเวศเป็นหลักในการพิจารณา ซึ่งเป็นการใช้ที่สอดคล้องกับหลักการอนุรักษ์ ที่ประกอบด้วย การใช้อย่างยั่งยืน การซ่อมแซม/ฟื้นฟูทรัพยากรที่เสื่อมโทรม และ การสงวนของหายาก นั้นเอง เพื่อป้องกันผลเสียที่จะเกิดขึ้นจากการใช้ที่ไม่ถูกต้อง เช่น การใช้ทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมมากเกินไปกำลังผลิตหรือเกินความสามารถในการฟื้นฟูตัวเองของทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมนั้นๆ และการใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสมในขั้นตอนต่างๆของการนำทรัพยากร/สิ่งแวดล้อมมาก่อให้เกิดประโยชน์ตามต้องการ เป็นต้น ทั้งนี้ ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม คือ การเร่งผลิตปลุกข้าวในพื้นที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยการใช้ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของผู้ขายปุ๋ย เป็นต้น

2.2 การใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสม

ปัจจุบัน มีเทคโนโลยีมากมายให้เลือกใช้ ซึ่งคนส่วนใหญ่มักคิดว่าเทคโนโลยีที่ทันสมัย/ราคาแพงที่สุด หรือเทคโนโลยีนำเข้าจากประเทศที่พัฒนาแล้วเป็นเทคโนโลยีที่ควรเลือกใช้ แต่ในทางปฏิบัติควรเลือกใช้โดยคำนึงถึง ความเหมาะสมของเทคโนโลยีต่อทรัพยากร ความต้องการของผู้ใช้หรือผู้รับประโยชน์ และความสามารถ/ความพร้อมของผู้ใช้เทคโนโลยีนั้น เป็นสำคัญ อาจกล่าวโดยสรุปว่า ควรเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) เพื่อป้องกันปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น และหลีกเลี่ยงการใช้เทคโนโลยีเกินจำเป็น/มากเกินไป (Over Technology) ซึ่งจะก่อให้เกิดการสูญเปล่าและ/หรือมลพิษสิ่งแวดล้อมตามมา เช่น การใช้พนักงานพิมพ์ดีดที่ไม่มีความรู้/ความชำนาญในการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ความเร็วสูงสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตและจัดเก็บข้อมูลที่ได้ในรูปเอกสารพิมพ์ปกติ เป็นการใช้เทคโนโลยีไม่เหมาะสม เพราะใช้เทคโนโลยีมากเกินไป ผู้ใช้ไม่มีความสามารถเพียงพอ และสูญเสียเงินจัดซื้อโดยไม่จำเป็นอันเป็นการสูญเปล่าด้านเศรษฐกิจ มลพิษที่เกิดขึ้นในกรณีนี้ อาจเป็น ความเครียดของพนักงาน กระดาษเสียที่เกิดจากการใช้งานไม่เป็นซึ่งมีหมึกพิมพ์ที่มาจากสารเคมี กระแสไฟฟ้าที่ใช้ซึ่งผ่านกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดของเสียสู่สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

บางกรณี จำเป็นต้องเลือกใช้เทคโนโลยีนำเข้า สมัยใหม่ มีราคาแพงและผู้ที่ไม่คุ้นเคย ก็ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้นให้เข้าใจ ใช้งานได้ โดยอาจต้องมีการฝึก/ให้ควมรู้ ทักษะการใช้ให้แก่ผู้ใช้งานตัดสินใจนำมาใช้ในพื้นทีจริง หรือปรับปรุง ดัดแปลงเทคโนโลยีนั้น ให้เหมาะสมกับการ

นำมาใช้ก่อน เพื่อให้กลายเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่จะใช้ เช่น กังหันน้ำชัยพัฒนา ระบบประกันคุณภาพการศึกษา เป็นต้น

2.3 ความกดดันทางเศรษฐกิจ การเมือง และนโยบายของรัฐบาล/การปกครอง

การเร่งใช้ทรัพยากรเพื่อให้เกิดผลผลิตสูงอันจะนำมาซึ่งรายได้ดี เศรษฐกิจของตนเอง ครอบครัว กลุ่มพวกและประเทศเจริญก้าวหน้าขึ้นตามต้องการและ/หรือให้เกิดผลผลิตที่เพียงพอต่อประชากรที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา เป็นต้นเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อมด้านต่างๆ เช่น การเพาะปลูกพืชชนิดเดียวซ้ำๆเป็นเวลานาน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในที่ดินผืนเดิม จะเป็นต้นเหตุให้เกิดมลพิษทางน้ำ และทางดิน อาจโดยการระบายน้ำผ่านพื้นที่นี้ การชะล้างหน้าดินผ่านชั้นดิน เนื่องจากน้ำจากพื้นที่นี้มีสิ่งปนเปื้อนเกินมาตรฐาน เช่น สารเคมีฆ่าแมลง สารปุ๋ย ตะกอนดินจากการชะล้างพังทลายของดิน และเศษซากพืชผัก เป็นต้น นอกจากนี้ ยังอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเนื่องจากการโรยปุ๋ย การฉีดพ่นสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

สำหรับสาเหตุของมลพิษสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากปัจจัยทางการเมือง ทั้งในระดับท้องถิ่นและประเทศนั้น ได้แก่ การสัญญาว่าจะให้ การผลักดันโครงการพัฒนาต่างๆ โดยยึดความพึงพอใจของกลุ่มชนบางกลุ่ม เพื่อให้ได้รับเลือกตั้ง หรือเพื่อรักษาฐานเสียง เป็นต้น รวมทั้ง นโยบายของรัฐบาล เช่น โครงการอาหารในรูปแบบและชื่อโครงการต่างๆ ทั้งหลายเพื่อเร่งให้มีการใช้จ่าย เป็นเวลานานโดยละเลยการพัฒนาความสามารถในการผลิตของประชาชนหรือภาคผลิตที่แท้จริง และระบอบการปกครองแบบเผด็จการ ไม่ว่าจะเรียกชื่อหรือแอบแฝงในรูปแบบใดก็ตาม แต่มีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นที่สำคัญคือ มีการตัดสินใจในการใช้ทรัพยากร/พัฒนาโครงการต่างๆโดยผู้นำ/กลุ่มพวกผู้บริหารฝ่ายเดียวเป็นสำคัญ เหล่านี้ ต่างเป็นเหตุของการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อมได้ทั้งสิ้น ซึ่งกรณีตัวอย่างในปัจจุบัน(พ.ศ.2547)ที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น การอนุญาตให้มีการปลูกพืชจีเอ็มโอในระดับไร่นาของประเทศไทย โครงการท่อแก๊สไทย-มาเลเซีย โครงการความร่วมมือลุ่มน้ำโขงระหว่าง 4 ประเทศ คือ ไทย จีน พม่า และลาว ซึ่งมีการระเบิดเกาะแก่ง ที่เป็นอุปสรรคในการเดินเรือสินค้าจากจีนมาสู่ประเทศความร่วมมือทั้งสาม ก่อให้เกิดการทำลายระบบนิเวศธรรมชาติในแม่น้ำโขงอย่างต่อเนื่อง และปัญหาที่อาจจะตามมาอีก คือ น้ำท่วมและการกัดเซาะพื้นดินริมแม่น้ำเพราะเกาะแก่งที่ช่วยลดความแรงของน้ำในหน้าน้ำมากตามธรรมชาติได้ถูกทำลายลงแล้วนั่นเอง ยิ่งไปกว่านั้นพืชภัยที่อาจจะเกิดขึ้นที่ยังไม่สามารถคาดเดาได้ว่าจะเกิดขึ้นอีกในอนาคตอันใกล้ และในรุ่นลูกหลานต่อไปในอนาคตที่ยาวนาน

2.4 อุบัติเหตุและอุบัติเหตุ

กลุ่มศึกษาและรณรงค์มลภาวะอุตสาหกรรม โดย อภิญา ตันทวีวงศ์ (2544) ได้รวบรวมกรณีอุบัติเหตุและเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดพิษภัยแก่ประชาชนคนไทย ไว้ในหนังสือชื่อ “ พายุพิษ บ้านทึก

9 กรณีวิกฤตยุคสังคมเสี่ยงภัย “ ซึ่งนับเป็นตัวอย่างที่ดีของกรณีมลพิษสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2534 – 2543 ได้เป็นอย่างดี ได้แก่

1) คลังสารเคมีระเบิดที่ทำเรือคลองเตย พ.ศ. 2534 มีผู้เสียชีวิต 6 คนบาดเจ็บ 16 คน ค่าเสียหายประมาณ 150 ล้านบาท และเกิดความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินค่าได้ต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งอากาศ ดินและน้ำ

2) กลิ่นเหม็นเรื้อรังที่มาบตาพุด จ.ระยอง โดยเฉพาะที่โรงเรียนมาบตาพุดพันพิทยาคาร ซึ่งตั้งอยู่ใกล้นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ปรากฏเป็นระยะๆ โดยเหม็นมากในช่วงที่ฝนจะตกเพราะเป็นช่วงที่อากาศปิด และช่วงลมพัดกลับจากทะเลหลังฤดูหนาว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2536 – ต้นปี พ.ศ.2544 ซึ่งมีที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

3) สารตะกั่วปนเปื้อนในห้วยคลิตี้ จ.กาญจนบุรี เหตุการณ์ยาวนานมากกว่า 20 ปี เกิดจากโรงแต่งแร่ตะกั่วที่ตั้งอยู่ริมเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ปล่อยน้ำทางแร่ จนก่อให้เกิดสารตะกั่วปนเปื้อนลำห้วยคลิตี้ตลอดสาย และชาวกะเหรี่ยงแห่งบ้านคลิตี้ล่างเจ็บป่วยล้มตายเป็นระยะๆ

4) โรงชำไสยอบแห้งระเบิด ที่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ พ.ศ.2542 มีผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น 36 คน บาดเจ็บสาหัส 2 คน บ้านเรือนที่อยู่รอบโรงงานในรัศมี 1 กิโลเมตร เสียหายรวม 562 หลัง เป็นวัด โรงเรียนสถาน ที่ราชการ ประเมินเป็นค่าเสียหาย 212 ล้านบาท แต่ไม่รวมความสูญเสียด้านจิตใจและผลกระทบระยะยาวที่เกิดแก่ผู้รับเคราะห์ที่ตนไม่ได้ก่อ นับพันคน เหตุเกิดจากคณงานผสมสารไปแตสเซียมคลอไรด์ที่เก็บตุนไว้ในโกดังของโรงงานจำนวนมากกับสารอื่นๆ ตามสูตรสารเร่งดอกชำไสยแล้วเกิดการระเบิดอย่างไม่คาดฝัน

5) ก๊าซแอมโมเนียรั่วกลางสลัมคลองเตย พ.ศ.2542 เกิดขึ้นในวันที่ 10 หลังจากวันเกิดเหตุการณ์โรงชำไสย จ.เชียงใหม่ระเบิด ก๊าซฟุ้งกระจายเป็นรัศมีประมาณ 1 กิโลเมตรจากจุดเกิดเหตุซึ่งเป็นโรงงานห้องเย็น เขตคลองเตย ทำให้ประชาชนประมาณ 2000 คนได้รับผลกระทบ ซึ่งได้แก่ คนงานครูและนักเรียนโรงเรียนสามัคคีสงเคราะห์ซึ่งอยู่ห่าง 200 เมตร รวมทั้งชาวบ้านในชุมชนใกล้เคียง

6) อุบัติเหตุครั้งใหญ่ที่ไทยออยล์ พ.ศ.2542 เกิดเพลิงไหม้บริเวณถังบรรจุน้ำมันเบนซินของโรงกลั่นไทยออยล์ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี เพลิงขนาดยักษ์สีส้มตัดกับฟ้าดำมืดเนื่องจากเป็นเวลากลางคืน ลูกกลมหอยวิ่งเร็วไปยังบริเวณใกล้เคียงและมีการระเบิด คนงาน ชาวบ้านบาดเจ็บ และบ้านเรือนเสียหาย มีพนักงานบริษัทและเจ้าหน้าที่ดับเพลิงเสียชีวิตรวม 7 คน บาดเจ็บ 5 ราย ใช้เวลาดับเพลิงรวม 48 ชั่วโมง โดยใช้โฟมในการดับทั้งหมดกว่า 3 แสนลิตร และสูญเสียเบนซินไปกับเพลิงถึง 24.5 ล้านลิตร ทั้งนี้บริษัทไทยออยล์คาดว่ามูลค่าความเสียหายประมาณ 850 ล้านบาท

7) ไดออกซินได้สนามบินบ่อฝ้าย ช่วงเดือนมีนาคม 2542 ชาวการชุดพบ สารฝนเหลือง (agent orange) โดยบังเอิญที่สนามบินบ่อฝ้าย อ.หัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ได้ถูกเปิดเผยผ่านสื่อมวลชน ซึ่งเป็น"มรดกจีไอ" ที่ถูกใช้ในสงครามเวียดนาม ระหว่างปี พ.ศ.2504-2518 โดยทหารสหรัฐใช้กำจัดวัชพืชทำลายสภาพป่ารกที่บ่อฝ้ายเพื่อให้ทหารเวียดนามที่หลบเร้นจากมุมมองเบื้องบน สารฝนเหลืองนี้เป็นสารกลุ่มคลอโรฟีนอกซี มีส่วนผสมที่มีอันตรายร้ายแรงที่รู้จักกันในชื่อ ไดออกซิน มีฤทธิ์ตกค้างในสิ่งแวดล้อมทั้งดิน น้ำ อากาศ และระบบนิเวศยาวนานซึ่งอาจมีผลถึงปัจจุบันก็ได้

8) โคบอลต์-60 ภัยกัมมันตภาพรังสี ปรากฏเป็นข่าวเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2543 เนื่องจากผู้รับพิษจากรังสีที่แพร่กระจายออกจากชิ้นส่วนโคบอลต์-60 ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องฉายรังสีที่เสื่อมสภาพเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสมุทรปราการ โดยมีผู้ลักลอบเข้าไปถอดชิ้นส่วนโคบอลต์-60 จากโกดังที่เก็บซึ่งรกร้างและไม่มีผู้ดูแลของบริษัทกมลสุโกศลผู้ส่งนำเข้าไปขายให้กับชาเล้งและขายต่อให้กับร้านรับซื้อของเก่าในซอยวัดมหาหงษ์ จ.สมุทรปราการ ทำให้สิ่งแวดล้อมในบริเวณที่เกี่ยวข้องได้รับการปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสี และมีคนตาย 3 คน เป็นกลุ่มร้านรับซื้อของเก่า และมีผู้ป่วยและพิการเนื่องจากพิษรังสีรวมทั้งสิ้นกว่า 10 คน ซึ่งกลุ่มที่ปรากฏอาการชัดเจนเป็นกลุ่มคนงานร้านรับซื้อของเก่า 3 คนและกลุ่มชาเล้ง 5 คน เป็นต้น ส่วนพิษตกค้างจะยังคงมีผลอีกหรือไม่ไม่มีการติดตาม

9) ฟอสจีนรั่ว พิษร้ายในสายลม เหตุเกิดเมื่อ 6 มีนาคม 2543 ที่ บริษัท ไทยโพลีคาร์บอนเนต จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมผาแดง อ.เมือง จ.ระยอง เกิดการแตกรั่วของท่อส่งก๊าซคาร์บอนิลคลอไรด์ หรือที่รู้จักกันในชื่อ ก๊าซฟอสจีน ส่งผลให้เจ้าหน้าที่ รปภ.ของบริษัทตาย 1 คน และประชาชนจำนวนมากที่อยู่หมู่บ้านที่ห่างออกไปประมาณ 3 กิโลเมตรได้รับอันตรายจากการสูดดม เนื่องจากก๊าซพิษนี้ลอยไปตามกระแสลม

นอกจากนี้ วิทยุ ปานิชพันธ์ และ พิณฑิพ รื่นวงษา (2544) ได้รวบรวมสรุปเฉพาะเหตุอุบัติภัยจากวัตถุเคมีในประเทศไทย ตั้งแต่ พ.ศ.2528 - 2544 จำนวน 47 เหตุการณ์ และในต่างประเทศ ตั้งแต่ ค.ศ.1921 - 2001 จำนวน 29 เหตุการณ์ "ไว้ในหนังสือชื่อ " มหันตภัยจากวัตถุเคมี ความเสี่ยงและอันตราย " ซึ่งอุบัติภัยจากวัตถุเคมีบางเหตุการณ์ที่กล่าวถึงในหนังสือเล่มนี้ ก็ได้มีการกล่าวถึงในหนังสือ " พายุพิษฯ " ด้วย อย่างไรก็ตาม คาดว่ายังมีอุบัติภัยที่ยังไม่มีการบันทึก/เผยแพร่อีกจำนวนมาก ซึ่งต่างก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน แต่จะถึงขั้นกลายเป็นภาวะมลพิษหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับความรุนแรงและความคงทนของปัญหานั้นเอง

2.5 ภัยธรรมชาติ

ภัยธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด น้ำท่วม สภาพแห้งแล้ง พายุ และแผ่นดินไหว เป็นต้น ต่างอาจเป็นต้นเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเป็นตัวเร่งด้วยแล้วความเป็นไปได้ที่จะกลายเป็นมลพิษสิ่งแวดล้อมจะมีมากขึ้น

ตัวอย่าง เช่น เมื่อภูเขาไฟระเบิดจะก่อให้เกิดก๊าซบางชนิดซึ่งเป็นพิษ เช่นออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x) ภัยธรรมชาติจากพายุ น้ำท่วม และความแห้งแล้ง โดยปกติมักจะเกิดขึ้นตามฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยซึ่งอยู่ในแถบมรสุม แต่ปัจจุบัน ถ้าเกิดขึ้นจะรุนแรงและมีความสูญเสียมาก ยากแก่การฟื้นฟูโดยเร็ว และบางกรณีภาวะการต้องอพยพหนีภัยที่ทำกินใหม่เนื่องจากพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัตินั้นมีสภาพไม่เหมาะสมแก่การประกอบอาชีพดั้งเดิมคือการเกษตรอีกแล้ว เนื่องจาก เกิดดินถล่มทับพื้นที่เพราะมีการตัดไม้ทำลายป่าในพื้นที่สูงที่อยู่ในเส้นทางของน้ำป่า เช่น เหตุการณ์เกิดพายุภูเขาถล่ม ที่อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี พ.ศ.2531 เป็นต้น

3. หลักการและวิธีการบำบัด/กำจัดมลพิษ

3.1 หลักการเบื้องต้น ให้พิจารณา 3 ประการ ดังนี้ คือ

3.1.1 รายละเอียดของมลพิษ เช่น ชนิด/ประเภท และลักษณะของมลพิษ เกิดจากเทคโนโลยี/กิจกรรมใด มีแหล่งกำเนิดที่ใด และขนส่งอย่างไร เป็นต้น

3.1.2 ความต้องการในการบำบัด/กำจัด เช่น ต้องการบำบัด/กำจัดให้เป็นไปตามมาตรฐานใด จะใช้วิธีการ/กระบวนการ/เทคโนโลยีใด และอย่างไร ซึ่งอาจรวมทั้งวงเงินงบประมาณและความรู้-ความชำนาญในเทคโนโลยีที่จะเลือกใช้ในการจัดการบำบัด/กำจัดมลพิษ

3.1.3 การวางแผนงานและติดตามตรวจสอบผลการดำเนินโครงการ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต โอกาสการเกิดการปนเปื้อนของมลพิษ/ของเสีย และชนิด/ประเภทของมลภาวะ เป็นต้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรทราบในการบำบัด/กำจัด

3.2 วิธีการหรือกระบวนการบำบัด/กำจัดมลพิษสิ่งแวดล้อม

ในทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จะรวมปัญหาสังคมหรือมลพิษทางสังคมเป็นมลพิษสิ่งแวดล้อมประเภทหนึ่ง ซึ่งมีวิธีการ/กระบวนการบำบัด/กำจัดโดยเฉพาะ ทำให้สามารถสรุปว่า วิธีการ/กระบวนการบำบัด/กำจัดมลพิษ มี 5 ชนิด ใหญ่ๆ ดังนี้คือ

3.2.1 กระบวนการทางกายภาพ (Physical unit operation)

3.2.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical unit process)

3.2.3 กระบวนการทางชีววิทยา (Biological unit process)

3.2.4 กระบวนการทางกายภาพ-เคมี (Physical - chemical unit process)

3.2.5 กระบวนการแก้ไขมลพิษทางสังคม

ทั้งนี้ วิธีการที่ 1-4 เป็นวิธีการสำหรับบำบัด/กำจัดของเสียทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลวและก๊าซ ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป และ วิธีการที่ 5 เป็นวิธีการเฉพาะสำหรับปัญหาสังคม

กระบวนการแก้ไขมลพิษทางสังคม

โดยที่ มลพิษทางสังคม/ปัญหาสิ่งแวดล้อมทางสังคม เป็น เรื่องปัญหาความขัดแย้ง ไม่พอดี/เหมาะสมในเรื่องต่างๆ ของกลุ่มชนหรือชุมชน ได้แก่ การใช้ที่ดิน พื้นที่ทำมาหากิน ความสัมพันธ์ของคนในชุมชน การศึกษา และการพักผ่อน เป็นต้น ดังนั้น หลักในการแก้ไข-ป้องกัน คือ การขจัดความขัดแย้งหรือการสร้างการยอมรับของกลุ่มชนหรือของคนส่วนใหญ่ เช่น การจัดให้มีการวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับสมรรถนะของดินที่ที่ดิน การวางผังเมือง การควบคุมการก่อสร้างอาคาร การกำหนดระยะถอยร่นของสิ่งก่อสร้าง/โครงการ และกำหนดกฎเกณฑ์ต่างๆ จัดเป็นการ ออกกฎ ระเบียบ และกฎหมาย เพื่อแก้ไข-ป้องกันปัญหาสังคมด้วยเช่นกัน การให้การศึกษา การให้หลักการทางศิลปศึกษาแก้ไขปัญหามลพิษทางสายตา/ใช้ศาสตร์ทางภูมิสถาปัตยกรรม เมือง และ การให้ประชาธิปไตย โดยเน้นการมีหน้าที่ควบคู่กับการมีสิทธิของประชาชน และการจัดการและส่งเสริมด้านเศรษฐกิจอย่างเหมาะสมเพื่อรายได้ของประชาชน ชุมชน และประเทศชาติ เป็นการช่วยแก้ไข-ป้องกันปัญหาอาชญากรรม การเอารัดเอาเปรียบ และการใช้สารเสพติดของชุมชน อีกทางหนึ่ง เป็นต้น

4. ดัชนีมลพิษ

มลพิษสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภท จะมีดัชนีตัวบ่งชี้ และค่าที่ควรวิเคราะห์หรือที่เรียกว่า พารามิเตอร์(parameter) แตกต่างกัน ซึ่งมักเป็นการกำหนดโดยกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 5

ทั้งนี้ ปริมาณ/ความเข้มข้นของดัชนีต่างๆข้างต้น ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานโดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงสาธารณสุข เป็นต้น

5. กรณีศึกษา

5.1 การบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากแหล่งกำเนิดใดๆก็ตาม สามารถจำแนกลักษณะเด่นที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เป็น 2 ชนิด คือ น้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูง และน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์ต่ำหรือไม่มี ซึ่งความเหมาะสมในการเลือกใช้วิธีการบำบัดควรแตกต่างกันตามชนิดของน้ำเสียหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำเสียนั้นๆ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปมีวิธีการบำบัด 4 วิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ตัวอย่างดัชนีมลพิษ

มลพิษทางน้ำ/น้ำเสีย	มลพิษทางอากาศ/อากาศเสีย	มลพิษทางเสียง
1.ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 2. ของแข็ง (TDS, SS) 3. อุณหภูมิ 4. สีและกลิ่น 5. ซัลไฟด์ 6. ไสยาไนต์ 7. โลหะหนัก 8. น้ำมันและไขมัน 9. ฟอรัมาดีไฮด์ 10. สารประกอบฟีนอล 11. คลอรีนอิสระ 12. สารฆ่าแมลง 13. บีโอดี 14. ไนโตรเจนทั้งหมด 15. ซีโอดี	1. อนุภาคมลสาร (particulates) เช่น ฝุ่นละอองที่เข้าหมอกควัน สมีอก ... 2. ไอรระเหย (Vapours) ได้แก่ ไอ/ก๊าซของทั้งสารอินทรีย์ เช่น CO, NO _x , S ₂ O ... และ ไอ/ก๊าซของสารอินทรีย์ เช่น มีเทน เบนซิน ไสลีน และ HC เป็นต้น ในบรรยากาศทั่วไป เช่น CO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , Pb, ฝุ่น (TSP, PM-10, PM-2.5)... จากแหล่งกำเนิดต่างๆ 1. จากรถใช้งาน เช่น ควันดำ ควันขาว CO, HC ... 2. จากโรงงานไฟฟ้า เช่น SO ₂ , NO _x , ฝุ่นละออง 3. จากเตาเผามูลฝอย เช่น ฝุ่นละออง SO ₂ , NO _x , HCl สารประกอบไดออกซิน 4. จากโรงงาน(ตามแหล่งที่มา) เช่น ฝุ่นละออง โลหะหนัก, คลอรีน, HCl, H ₂ S, ไสลีน...	1.ระดับเสียง (หน่วยเป็น เดซิเบล : dB/dBA) จากแหล่งต่างๆ เช่น 1)ระดับเสียงโดยทั่วไป 2)ในสถานประกอบการ คือ - รถยนต์ - รถจักรยายนต์ - เรือ

5.1.1 กระบวนการ/วิธีการบำบัดน้ำเสีย

1) กระบวนการทางกายภาพ คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยแรงในรูปแบบต่างๆ ในการแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำเสีย ซึ่งมักเป็นขั้นตอนแรกของระบบบำบัดน้ำเสีย ตัวอย่างการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่ การดักด้วยตะแกรง (Screening) การบดตัด (Comminution) การกวาด (Skimming) การกวน (Mixing) การทำให้ลอย (Flotation) การตกตะกอน (Sedimentation) การแยกด้วยแรงเหวี่ยง (Centrifugation) การกรอง (Filtration) และการกำจัดกรวดทรายหรือตะกอนหนัก (Grit Removal) เป็นต้น

2) กระบวนการทางเคมี คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่มีการเติมสารเคมีลงในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสิ่งเจือปนในน้ำเสียน้ำกับสารเคมีที่เติมลงไปเกิดเป็นสารชนิดใหม่ที่สามารถแยกออกจากน้ำเสียได้ ตัวอย่างของการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางเคมี ได้แก่ การตกตะกอนทางเคมี (Precipitation) การทำให้เป็นกลาง (Neutralization) และ การฆ่าเชื้อโรค (Desinfection) เป็นต้น

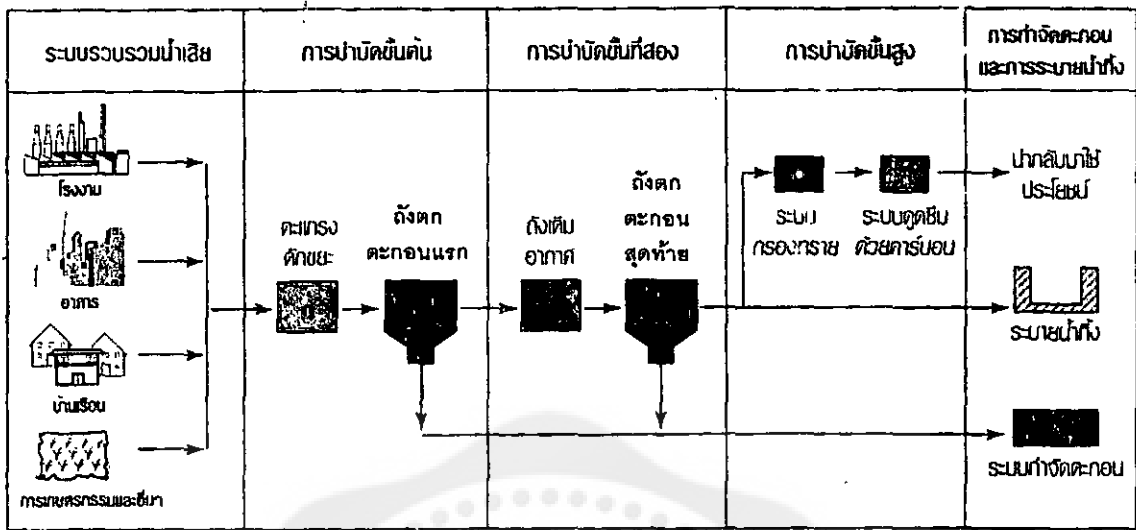
3) กระบวนการทางชีววิทยา คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายและเปลี่ยนสารอินทรีย์ในน้ำเสียเป็นก๊าซซึ่งจะได้จำนวนจุลินทรีย์เกิดขึ้นเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้การบำบัดน้ำเสียด้วยสระ/บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ระบบคูคลองวนเวียน (Oxidation pond) ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) ฯลฯ และระบบที่ใช้จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้/ไร้อากาศ เช่น ระบบกรองแบบไร้อากาศ (Anaerobic filter) และ ระบบบ่อไร้อากาศ (Anaerobic pond) เป็นต้น

4) กระบวนการทางกายภาพ-เคมี คือ วิธีการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยทั้งสมบัติทางกายภาพและเคมีรวมกันเช่น การดูดติดผิว (Adsorption) การแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange) และ ออสโมซิสผันกลับ (Reverse osmosis/RO) เป็นต้น

ทั้งนี้ ถ้าน้ำเสียเป็นชนิดมีสารอินทรีย์สูง มักจะบำบัดด้วยวิธีทางชีววิทยา แล้วอาจบำบัดต่อด้วยวิธีทางเคมี / กายภาพ / กายภาพ-เคมี ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการจัดการน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว หนึ่งในปัจจุบันได้มีการบำบัดน้ำเสีย โดยเลียนแบบปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น หนอง บึง หรือแหล่งน้ำขังทั่วไป ซึ่งมีพืชน้ำบางชนิดที่ขึ้นอยู่ในแหล่งน้ำขังเหล่านั้น และจุลินทรีย์ที่มีอยู่ เป็นตัวช่วยบำบัดความสกปรกของน้ำเสีย โดยมักเรียก การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการธรรมชาตินี้ว่า “ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติ” อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ได้มีการนำหลักการนี้ไปใช้สร้างเป็นระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ประกอบการหรือแหล่งกำเนิดน้ำเสียได้ โดยเรียกว่า “บึงประดิษฐ์” และมีการศึกษาค้นคว้าและวิจัยโดยใช้หลักการนี้อยู่อย่างต่อเนื่อง

5.1.2 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียอาจแบ่งเป็นขั้นตอน ได้ 4 ขั้นตอน (ภาพที่ 10) ดังนี้



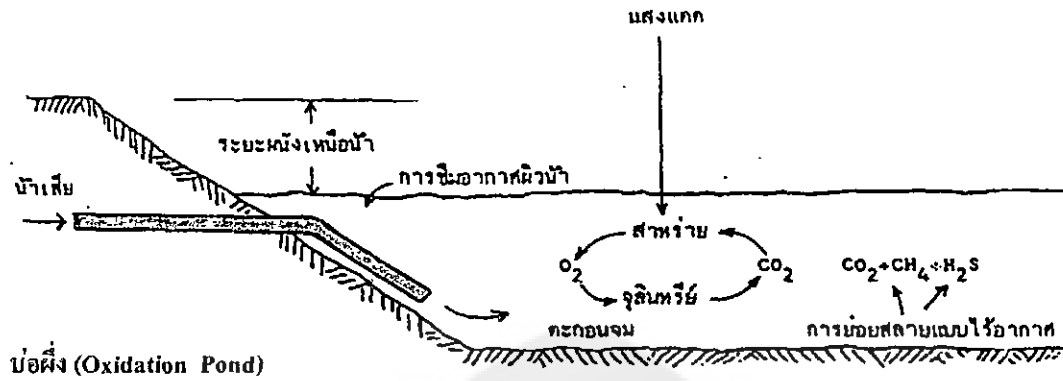
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

1) การบำบัดขั้นเตรียมการ/ก่อนขั้นต้น (Pretreatment/Preliminary Treatment) เป็นการปรับสภาพของน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดหลักเพื่อลดผลเสียที่อาจจะเกิดขึ้นต่อระบบหลัก เช่น การปรับเสถียร (Equalization) การทำให้เป็นกลาง การกำจัดน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease removal)

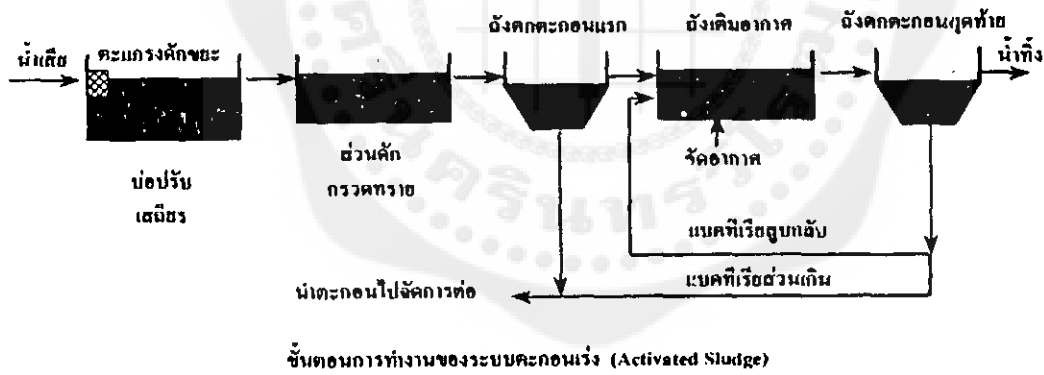
2) การบำบัดขั้นต้น (Primary treatment) เป็นการกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่ลอยหรือจมได้ในน้ำเสีย โดยทั่วไปสามารถลดปริมาณของแข็งและบีโอดีได้ 20 – 30 % เช่น การกรอง การกำจัด กวาดทราย และการตกตะกอน(ด้วยน้ำหนักของของแข็ง/แรงโน้มถ่วงของโลก)

3) การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary treatment) เป็นการแยกสารอินทรีย์และ/หรือ ตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยมากจะเป็นระบบบำบัดที่ใช้กระบวนการทางชีววิทยาหรือใช้จุลินทรีย์ ซึ่งโดยทั่วไปจะลดบีโอดีได้อีกประมาณ 50 – 90 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของระบบที่ใช้ การบำบัดด้วยจุลินทรีย์แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ

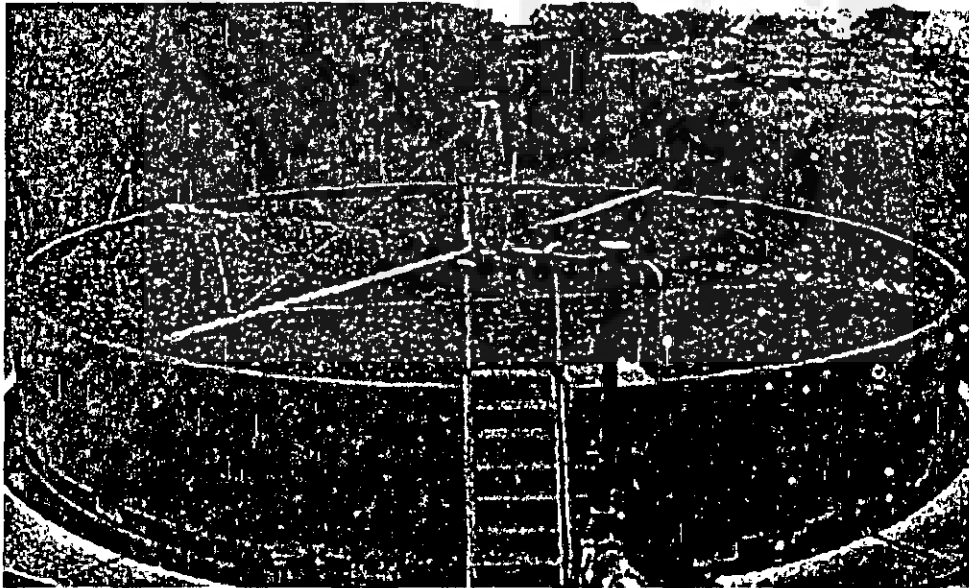
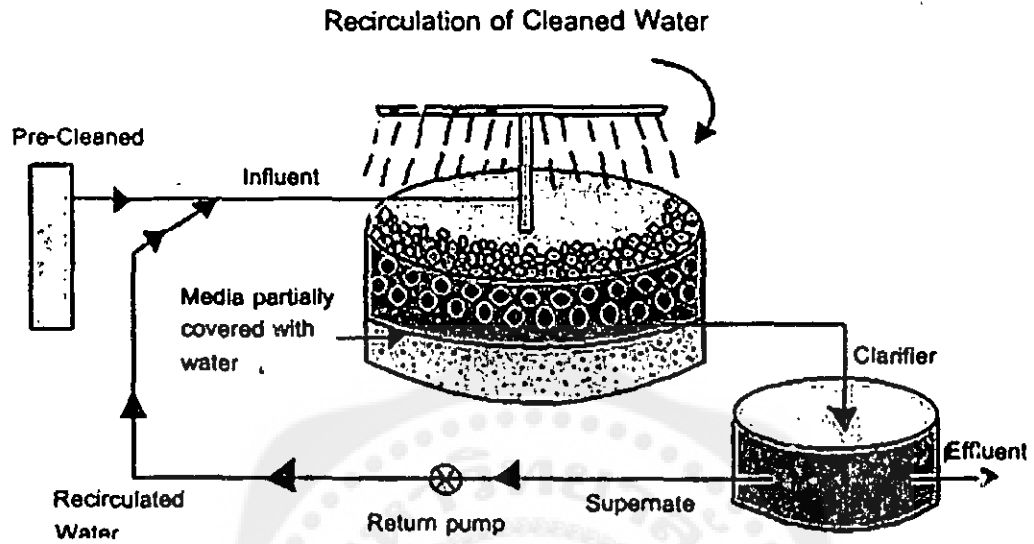
(1) การบำบัดด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ เช่น บ่อผึ่ง ดังภาพที่ 10 ระบบเลี้ยง ตะกอน (AS) ดังภาพที่ 11 ระบบโปรยกรอง (TF) ดังภาพที่ 12 และระบบบ่อ/ระเติมอากาศ (AL) ดังภาพที่ 13 เป็นต้น



ภาพที่ 10 ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ แบบบ่อผึ่ง



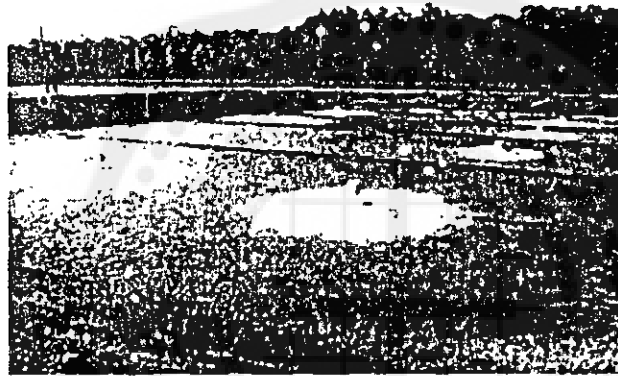
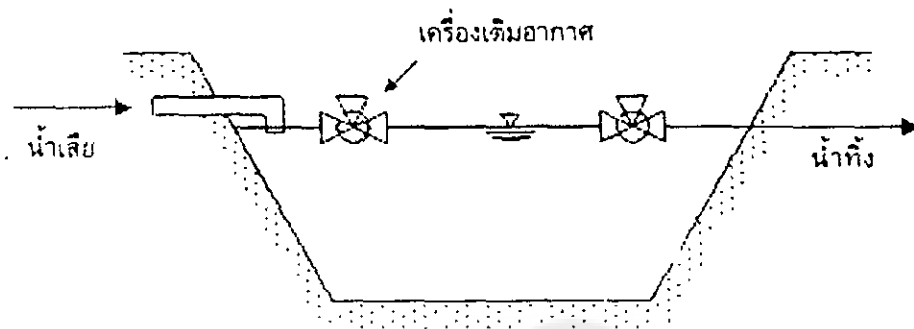
ภาพที่ 11 แผนภาพระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง



ภาพที่ 12 แผนผังของระบบไบรยกรอง (บน)

และภาพถ่ายดังปฏิกิริยาของระบบไบรยกรอง (ล่าง)

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2545)

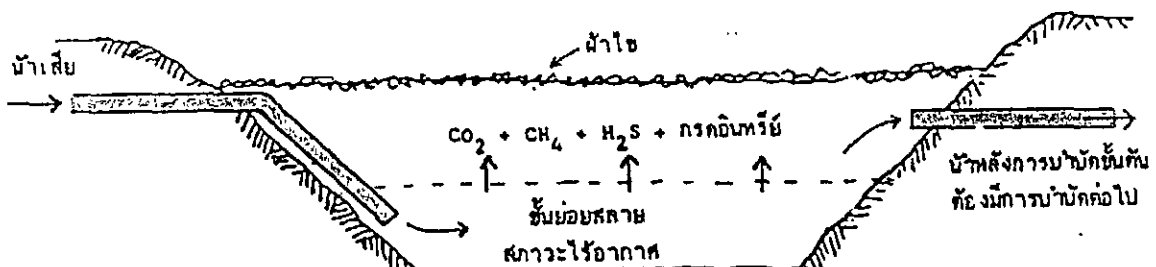


ภาพที่ 13 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อ/สระเติมอากาศ

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2545)

(2) การบำบัดด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ เช่น บ่อหมิ่นหรือบ่อหมักไร้อากาศ

ดังภาพที่ 14

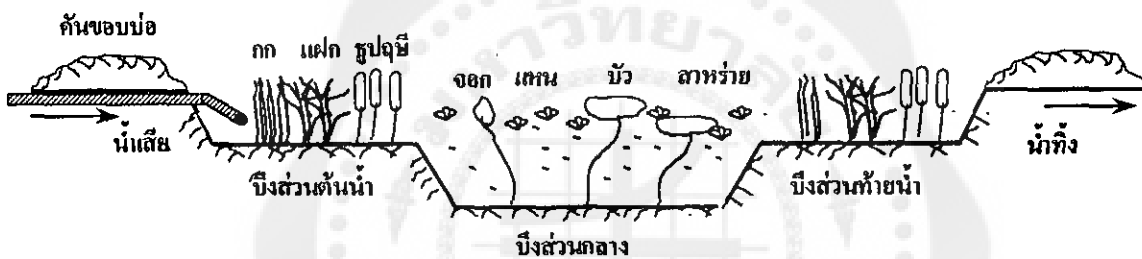


บ่อหมักไร้อากาศ (Anaerobic Pond)

ภาพที่ 14 ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (บ่อหมักไร้อากาศ)

4) การบำบัดขั้นที่สาม/ขั้นสูง (Tertiary/Advanced Treatment) เป็นขั้นที่ทำให้น้ำสะอาดหรือมีคุณภาพมากขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อได้แก่ การแยกและกำจัดสารแขวนลอยที่เหลือจากการบำบัดขั้นที่สอง เช่น การกำจัดไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส ในน้ำเสียที่มีธาตุสูง และการกำจัดโลหะหนักหรือแร่ธาตุในน้ำก่อนใช้ในกระบวนการผลิตยา/ใช้เป็นน้ำหล่อเย็นด้วยระบบแลกเปลี่ยนประจุ การดูดติดผิว และออสโมซิสผันกลับ เป็นต้น

นอกจากนี้ อาจใช้การบำบัดน้ำเสียโดยเลียนแบบธรรมชาติ เช่นเดียวกับบึงหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่พบทั่วไป ซึ่งอาศัยพืชน้ำและจุลินทรีย์ในดินเป็นตัวช่วยบำบัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสีย ทั้งนี้ อาจเรียกระบบเลียนแบบธรรมชาตินี้ว่า บึงประดิษฐ์ ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์

5.1.3 การบำบัด/กำจัดตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย (Sludge treatment / Disposal)

การบำบัด/กำจัดตะกอนจากระบบบำบัดน้ำ เป็นการจัดการตะกอนที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสีย (Sludge) ซึ่งมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวหรือคล้ายขี้เลน ซึ่งได้จากก้นถังตกตะกอนหรือถังเก็บตะกอนส่วนเกินของระบบ AS

การบำบัด/กำจัด Sludge มีหลายวิธีให้เลือกใช้ เช่น การทำให้ข้น (Thickening) การย่อยเพื่อฆ่าเชื้อโรค (Aerobic or Anaerobic digestion) การรีดน้ำ (Dewatering) และ การตากแห้งในลานตาก (Drying Bed) เป็นต้น หลังจากนั้นควรนำตะกอนค่อนข้างแห้งที่ได้ไปจัดการต่อด้วยวิธีที่เป็นไปตามหลักวิชาการที่เหมาะสม เช่น ฝังกลบ (Landfilling) และ เผา (Incineration) เป็นต้น หรือนำ Sludge ที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสียไปทำเป็นปุ๋ยหมัก หรือใช้เป็นวัสดุสำหรับการเพาะปลูก ก็ได้ โดยควรหลีกเลี่ยงการนำไปใช้ในพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ หรือพื้นที่ที่มีการระบายน้ำสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรง เพราะตะกอนเหล่านี้ ก็คือ สารอินทรีย์ที่สามารถทำให้น้ำเน่าเสียได้เช่นเดียวกับสารอินทรีย์อื่นๆ

5.2 การป้องกันและแก้ไขมลพิษทางอากาศ

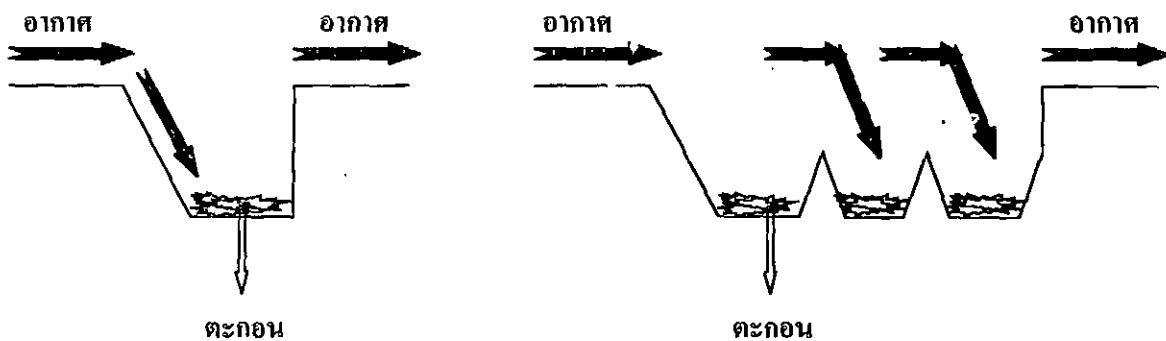
สารมลพิษทางอากาศที่สำคัญและมีการรายงานใน "รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย" ซึ่งเป็นรายงานประจำปี ที่จัดทำโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ฝุ่นละออง (ฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็ก:PM-10) สารตะกั่ว CO, S₂O, HC และ NO₂ โดยมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญ คือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในกิจการต่างๆ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรม โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า รถยนต์ เรือยนต์ พาหนะอื่นที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ เป็นต้น

5.2.1 เทคโนโลยีในการควบคุม/ป้องกันและแก้ไขมลพิษทางอากาศ

ในการควบคุม/ป้องกันและแก้ไขสารมลพิษทางอากาศ สามารถใช้วิธีทางกายภาพ เคมีและกายภาพ-เคมี ได้เช่นเดียวกับการบำบัดน้ำเสีย แต่มักเน้นหนักที่ตัวอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเป็นสำคัญ เช่น ไอสารเคมีอาจใช้วิธีให้ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารเคมีชนิดหนึ่งเพื่อเกิดเป็นสารอีกชนิดหนึ่งที่ไม่เป็นพิษหรือเป็นพิษน้อยกว่า ตัวอย่างเช่น ผ่าน ก๊าซ HCl เข้าไปในเครื่องเก็บแบบเปียก(wet scrubber) ที่มีการโปรยสารละลายต่าง : Ca(OH)₂ ลงมาบนก๊าซ HCl เพื่อเปลี่ยนเป็นสารใหม่ คือ CaCl₂ และ H₂O โดยในกรณีนี้ขณะทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอุปกรณ์ wet scrubber เป็นต้น

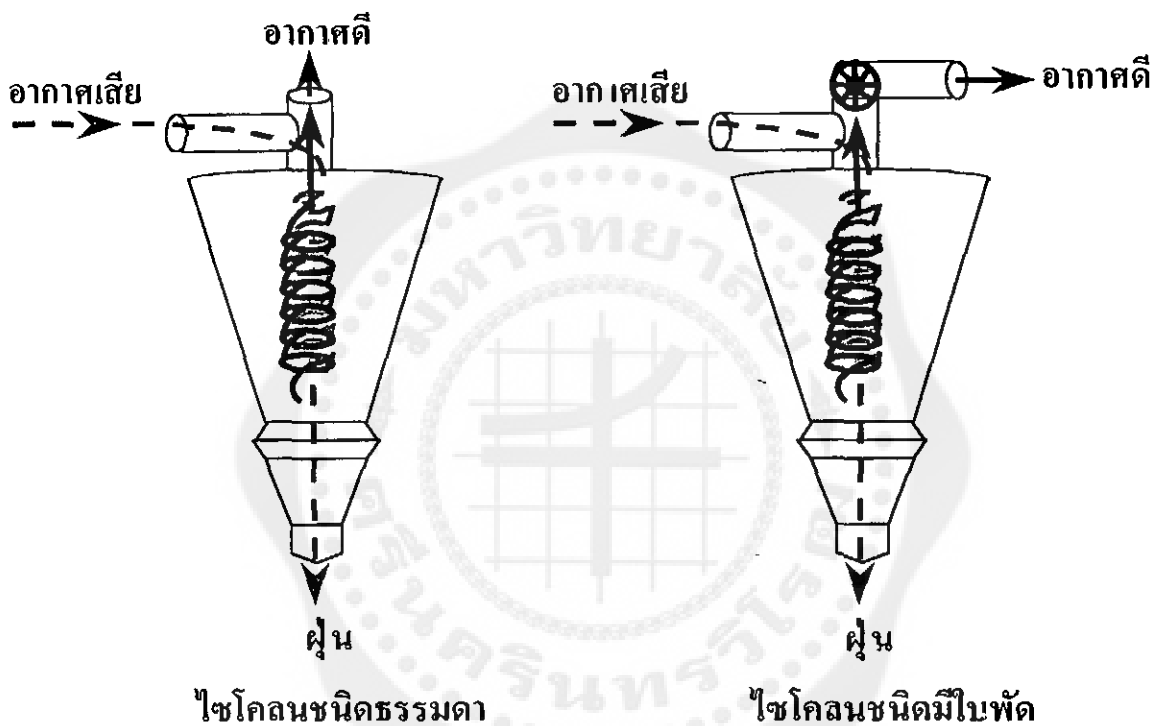
การเลือกใช้เทคโนโลยีใด ขึ้นอยู่กับขนาด สมบัติของสารมลพิษ และกลไกในการจับอนุภาค โดยส่วนใหญ่มักเป็นอุปกรณ์ในการควบคุมฝุ่นละออง ซึ่งบางกรณี/สารมลพิษบางชนิดอาจจำเป็นต้องกำจัดด้วยวิธีอื่นควบคู่ไปด้วยดังกล่าวแล้วในกรณีของก๊าซ HCl ทั้งนี้ อุปกรณ์ที่นิยมใช้ได้แก่

1) การแยกด้วยแรงถ่วง(Gravity Separation) เช่นห้องตกตะกอน(Gravitational aetting chamber) เหมาะสำหรับดักจับอนุภาคขนาดใหญ่ (> 50 ไมครอน) โดยมีประสิทธิภาพประมาณ 50 % (รูปห้องตกตะกอน ดังภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ห้องเก็บตะกอน (Gravitational Setting Chamber)

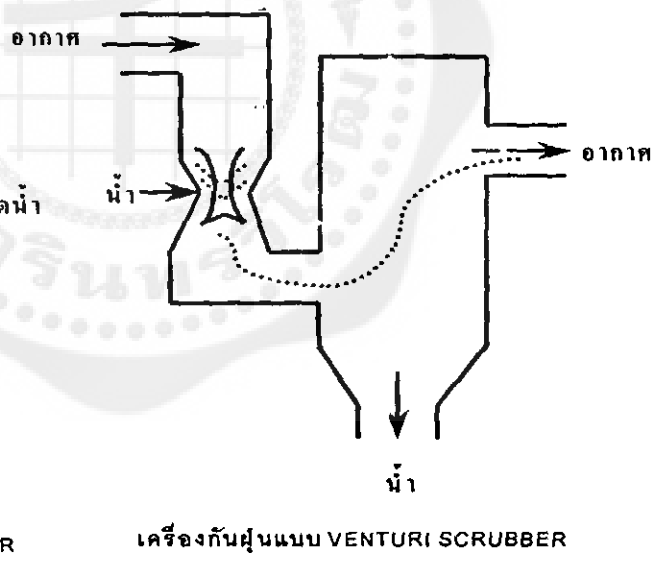
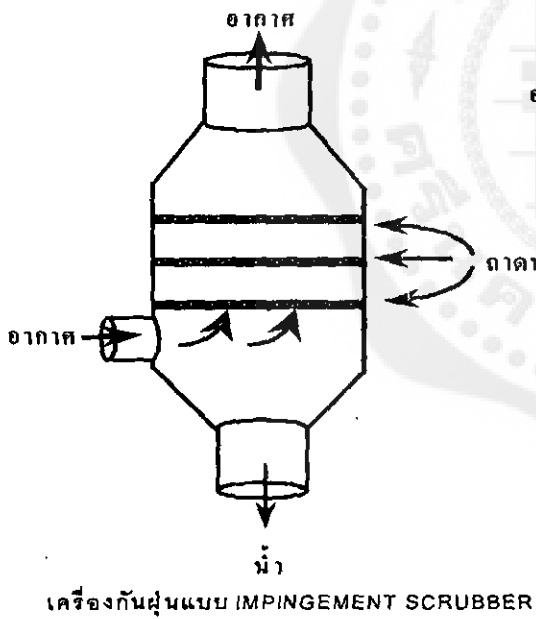
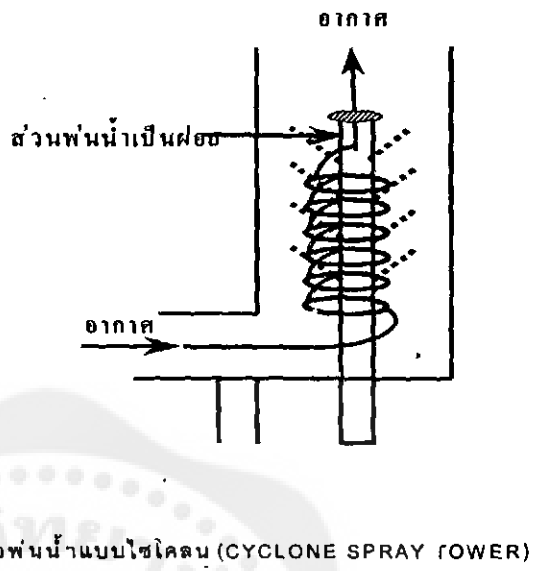
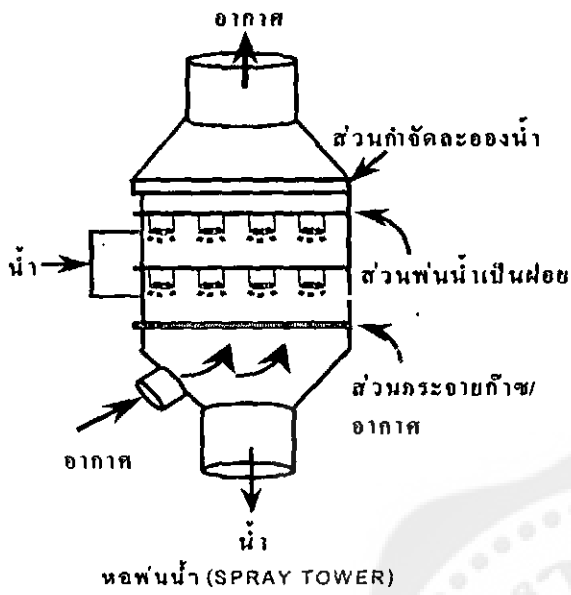
2) การแยกด้วยแรงเหวี่ยง (Centrifugal separation) หรือ ไซโคลน (Cyclone) ดังรูปในภาพที่ 17 โดยใช้หลักการ การทำให้ก๊าซหมุนเป็นเกลียว เพื่อให้อนุภาคตกลงสู่ที่รองรับโดยแรงเหวี่ยง สำหรับอนุภาคขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนขึ้นไป ประสิทธิภาพประมาณ 90 %



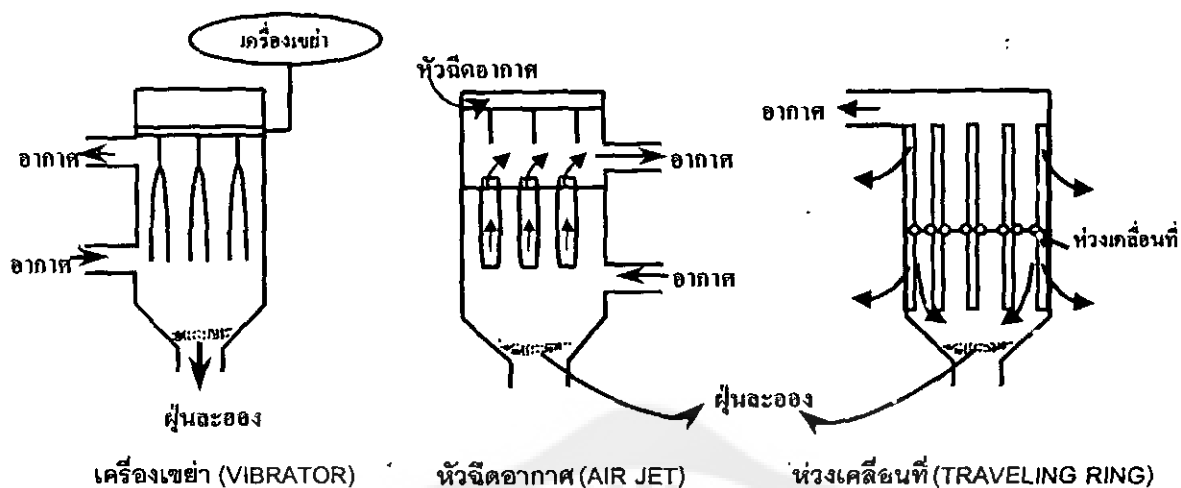
ภาพที่ 17 เครื่องแยกตะกอนแบบแรงเหวี่ยง (Cyclone)

3) เครื่องเก็บแบบเปียก (Wet scrubber) ดังภาพที่ 18 ใช้ของเหลวซึ่งอาจเป็นสารละลายต่าง แต่โดยปกติใช้น้ำฉีดเข้าไปในอากาศ เพื่อทำให้อนุภาคเปียกและอาจทำปฏิกิริยาเคมีเป็นสารใหม่ด้วย และเมื่อเปียกก็จะหนักและตกลงในน้ำหรือสารละลาย ใช้ได้ดีสำหรับอนุภาคขนาด 0.1 – 02.0 ไมครอน

4) เครื่องกรองใย (Fabric filter) ทำงานโดยให้อากาศผ่านเข้าไปในห้องแยก (Baghouse) ซึ่งมีถุงกรองหลายใบแขวนอยู่ เพื่อทำหน้าที่กรองอนุภาคจากอากาศ เมื่อถุงสกปรกอาจใช้ลมเป่าหรือห้วงเคลื่อนที่ดังภาพที่ 19

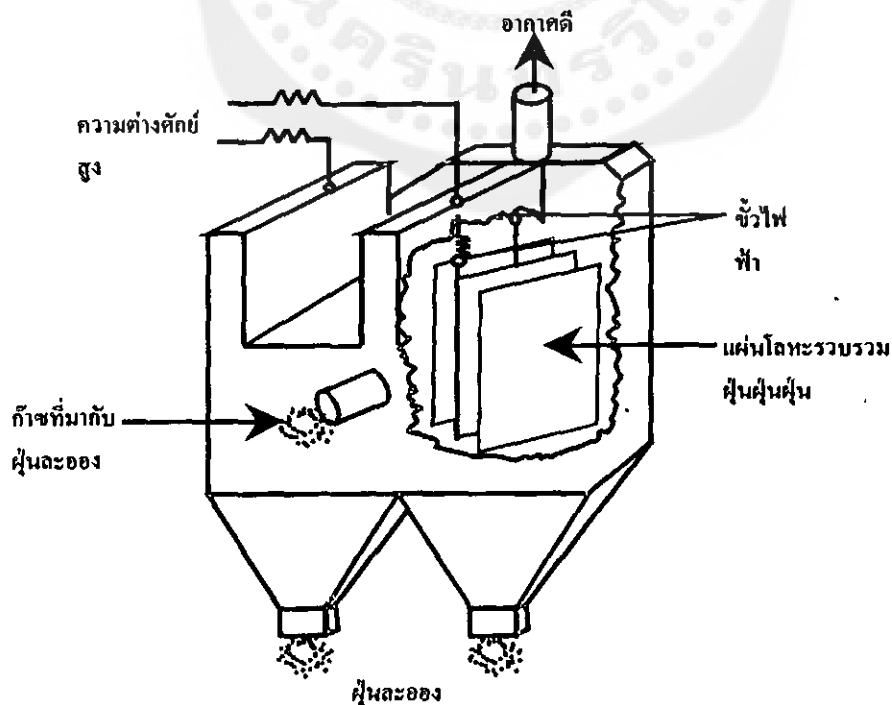


ภาพที่ 18 เครื่องเก็บฝุ่นแบบเปียก



ภาพที่ 19 เครื่องกรองโย

4) เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic precipitator) ภาพที่ 20 เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการขจัดอนุภาค ทั้งของแข็งและของเหลว ที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน และใช้ได้ดีกับอากาศที่มี SO_2 และ NO_x รวมทั้งอนุภาคกรด มีราคาแพง มักใช้เมื่อมีปริมาณอากาศมาก ฝุ่นละอองจะตกจากแผ่นเก็บเมื่อถูกเคาะ



ภาพที่ 20 เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์

5.3 การกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอย ในที่นี้จะกล่าวถึงมูลฝอยชุมชน ซึ่งมีเทคโนโลยีการกำจัดแบ่งออกเป็น 3 ระบบใหญ่ๆ คือ

5.2.1 ระบบหมักทำปุ๋ย

เป็นระบบที่อาศัยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางชีววิทยา ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน เป็นต้น โดยจุลินทรีย์เป็นผู้ย่อยสลายมูลฝอยอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ ให้แปรสภาพเป็นสารอินทรีย์หรือสารประกอบที่มีโมเลกุลเล็กลง จนเป็นประโยชน์ได้ง่ายแก่พืช โดยผลที่ได้ปรากฏเป็นผงหรือก้อนเล็กๆสีดำค่อนข้างแห้ง ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินหรือเป็นปุ๋ยได้

กระบวนการหมักทำปุ๋ย มี 2 ชนิด คือ กระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน จะทำให้มูลฝอยอินทรีย์แปรสภาพเป็นปุ๋ยได้รวดเร็ว และไม่เกิดก๊าซกลิ่นเหม็น คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogensulfide : H_2S) ขึ้นในระบบ ทั้งนี้ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยเป็นพวกใช้ออกซิเจนจากอากาศ ส่วนอีกชนิดเป็น กระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน คือ ระบบการหมักที่อาศัยจุลินทรีย์ช่วยย่อยพวกที่ไม่ใช้ออกซิเจนจากอากาศ แต่ใช้ออกซิเจนจากสารประกอบในดินพวกที่มีออกซิเจนหลายอะตอมเป็นองค์ประกอบ เช่น สารซัลเฟต (SO_4^{2-}) ทำให้เกิดก๊าซกลิ่นเหม็น (H_2S) และมูลฝอยอินทรีย์จะแปรสภาพเป็นปุ๋ยได้ช้ากว่ากระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน แต่มีผลดี คือเกิดก๊าซมีเทน (Methane Gas : CH_4) ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

วิธีการหมักทำปุ๋ยนี้ ส่วนใหญ่นิยมใช้การหมักแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งจะช่วยให้ย่อยเชื้อโรคได้หลายชนิดที่อุณหภูมิ ระหว่าง 50-70 องศาเซลเซียส และจะได้ปุ๋ยประมาณร้อยละ 50 ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้กำหนดเกณฑ์ มาตรฐานในการหมักทำปุ๋ยไว้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการหมัก ควรประกอบด้วย

- ความชื้นในมูลฝอยอยู่ในช่วงร้อยละ 40-60
- คาร์บอนต่อไนโตรเจนของอินทรีย์วัตถุ อยู่ในช่วง 25-35 ต่อ 1
- ต้องควบคุมปริมาณออกซิเจนในกองหมักให้เพียงพอ โดยพ่นอากาศเข้าไป

หรือ พลิกกองหมัก รวมทั้งบดย่อยมูลฝอยให้มีขนาดเล็กก่อนทำการหมัก

5.2.2 ระบบเตาเผา

การกำจัดมูลฝอยด้วยการเผาในเตาเผา (Incinerator) เป็นวิธีที่สามารถลดปริมาณมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยลดได้ประมาณร้อยละ 80-90 การเผาภายในเตาเผาอาศัยสมบัติของมูลฝอยที่สามารถติดไฟและถูกเผาไหม้ได้ โดยมีอากาศ และ/หรือเชื้อเพลิงเสริม ภายใต้ อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของเตาเผาแต่ละประเภท ผลจากการ

เผาไหม้เป็นก๊าซชนิดต่างๆ ไอน้ำ ผุน และซีเด้้า โดยทั่วไป อุณหภูมิในเตาเผาอยู่ระหว่าง 850-1200 องศาเซลเซียส เพื่อให้การเผาไหม้มูลฝอยสมบูรณ์ที่สุด อย่างไรก็ตาม ก๊าซที่เกิดขึ้นมักมีก๊าซพิษเช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide : H₂S) รวมอยู่ด้วย และอาจเกิดไดออกซิน(Dioxins) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งขึ้นด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศประกอบด้วย ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้กำหนดเกณฑ์ มาตรฐานในการเผามูลฝอยชุมชนไว้ว่า ควรมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

- บ่อรับมูลฝอย(Refuse Storage Pit)
- ระบบป้อนมูลฝอย(Refuse Feed System)
- เตาเผา(Incinerator)
- การทำให้ไอเสียเย็นลงและการนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ (Flue Gas Cooling And Heat Recovery)
- การกำจัดไอเสีย(Flue Gas Treatment)
- การกำจัดเด้้า(Residue Handling)
- การกำจัดน้ำเสีย(Wastewater Treatment)

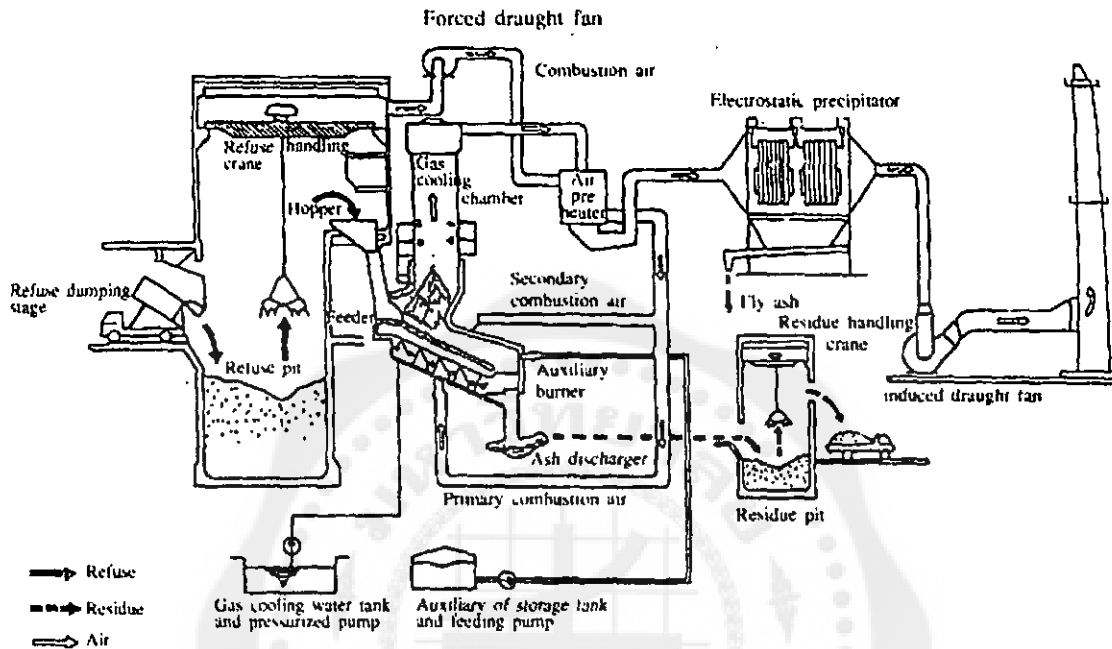
การกำจัดมูลฝอยชุมชนด้วยวิธีการเผานั้น เตาเผาเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญ ซึ่งมีหลายรูปแบบ ที่นิยมใช้มี 3 ประเภท ดังนี้

1) เตาเผาชนิดมีแผงตะแกรง(Stoker-Fired Incinerator) ภาพที่ 21 เป็นเตาเผามูลฝอยชุมชนประเภทที่ใช้กันเป็นส่วนมากในปัจจุบัน โดยแผงตะแกรงทำหน้าที่ป้อนมูลฝอยภายในเตา การเผาใช้อากาศมากเกินไป(Excess Air) และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเสริมในการเผาไหม้ด้วย อุณหภูมิในเตาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เหมาะสมกับมูลฝอยที่มีปริมาณมาก คือ 6 ตันต่อชั่วโมงขึ้นไป หรือ 150 ตันต่อวัน

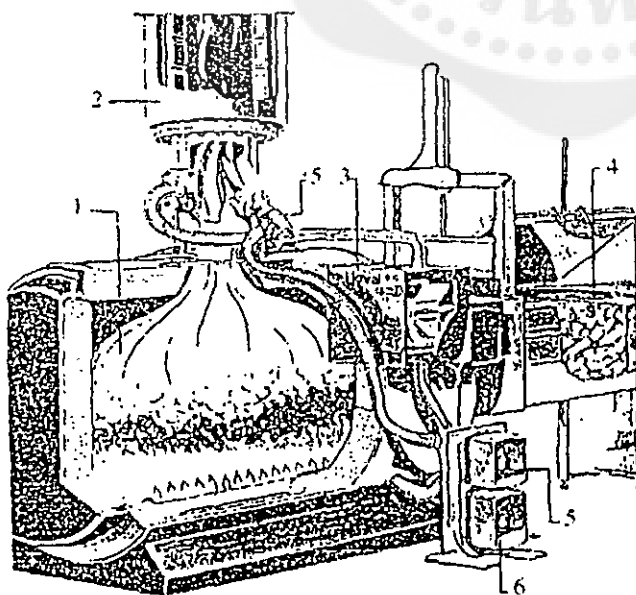
2) เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้(Pyrolytic Incinerator) ภาพที่ 22 เป็นเตาเผาที่แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกจะควบคุมการเผาไหม้ในสภาวะไร้อากาศหรือใช้อากาศค่อนข้างน้อย(Saved Air) ที่อุณหภูมิประมาณ 450 องศาเซลเซียส และในขั้นตอนที่สองจะเผาไหม้ในสภาวะอากาศมากเกินไป(Excess Air)และอาจใช้น้ำมันเชื้อเพลิงด้วย อุณหภูมิในช่วงนี้ประมาณ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้ใช้กับมูลฝอยที่มีปริมาณน้อย คือ ไม่เกิน 1 ตันต่อชั่วโมง หรือ 10 ตันต่อวัน

3) เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน(Fluidized Bed Incinerator) ภาพที่ 23 ตัวกลางที่ใช้ในเตาเผา เป็นแร่ควอทซ์หรือทรายแม่น้ำขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร มูลฝอยต้องถูกย่อยให้มีขนาดเล็ก โดยตัวกลางและมูลฝอยจะถูกกวนผสมกันในเตา และเผาไหม้โดยใช้อากาศมาก

เกินพอ(Excess Air) อุณหภูมิในเตาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียส เตาเผาประเภทนี้เหมาะสมกับมูลฝอยขนาด 1-5 ตันต่อชั่วโมง หรือ 25-100 ตันต่อวัน

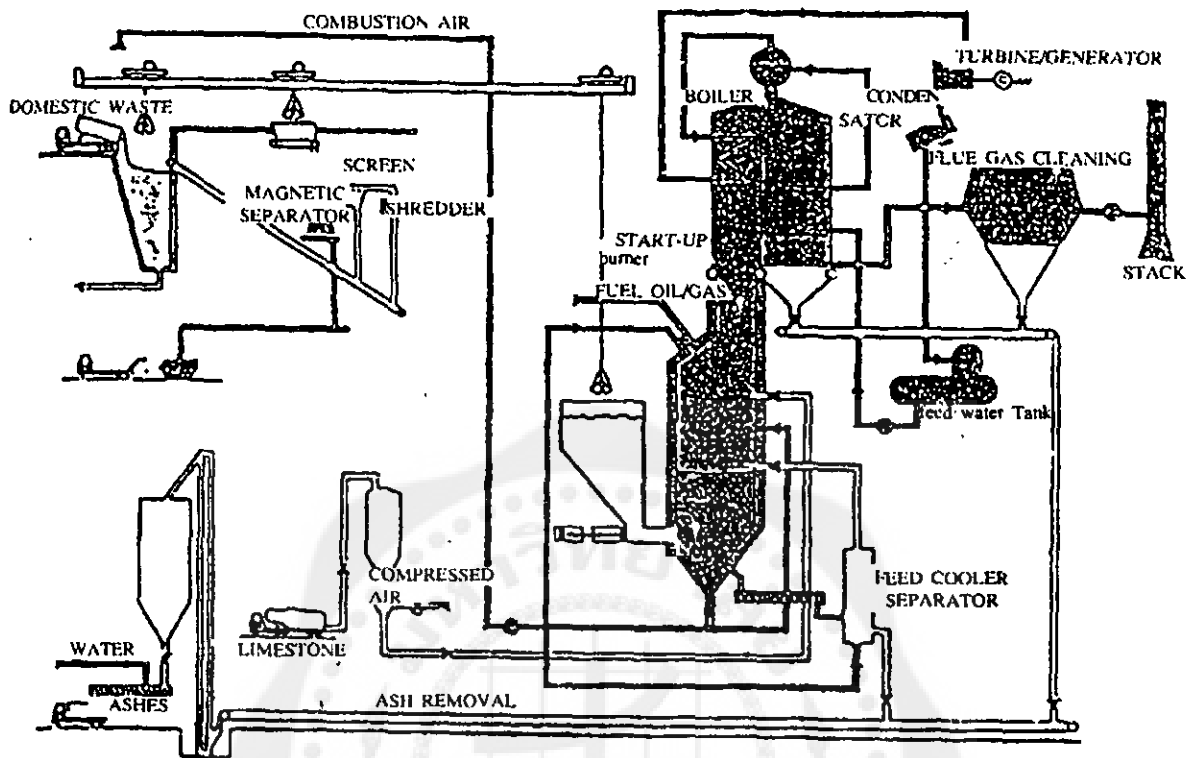


ภาพที่ 21 เตาเผาชนิดมีแผงตะกรับ
ที่มา : ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ (2541)



- 1.ห้องเผามูลฝอย
- 2.ห้องเผาไหม้หลัก
- 3.กล่องกระจายลม
- 4.ห้องป้อนมูลฝอย
- 5.หัวเผาไหม้หลัก
- 6.หัวเผามูลฝอย

ภาพที่ 22 เตาเผาชนิดควบคุมการเผาไหม้
ที่มา : ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ (2541)



ภาพที่ 23 เตาเผาชนิดใช้ตัวกลางนำความร้อน
ที่มา : ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ (2541)

5.2.3 ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

ระบบฝังกลบสำหรับมูลฝอยชุมชนนั้น เป็นการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งมีหลักการ คือ การเทมูลฝอยและบดอัดในพื้นที่ที่เตรียมไว้ โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของประชาชน รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ

ผลกระทบและความเดือดร้อนรำคาญ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการฝังกลบมูลฝอยชุมชน ได้แก่ กลิ่นเหม็น น้ำเสีย สัตว์และแมลง เป็นต้น เกิดจากส่วนประกอบส่วนใหญ่ของมูลฝอยชุมชนเป็นสารอินทรีย์ซึ่งยังเป็นอาหารของสัตว์และแมลงดังกล่าวได้ การย่อยสลายสารอินทรีย์ในกองเมื่อมีอากาศน้อยจึงเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ก่อให้เกิดความชื้นและก๊าซชนิดต่างๆรวมทั้งก๊าซกลิ่นเหม็น (H_2S) และมีเทนขึ้นด้วย

การลดผลกระทบและป้องกันปัญหา จึงใช้การเทกองมูลฝอยลงในพื้นที่เป็นชั้นๆแต่ละชั้นสูงประมาณ 2 เมตร มีการเกลี่ย และบดอัดให้แน่น/ยุบตัวระหว่างเทกอง และกลบทับด้วยดิน

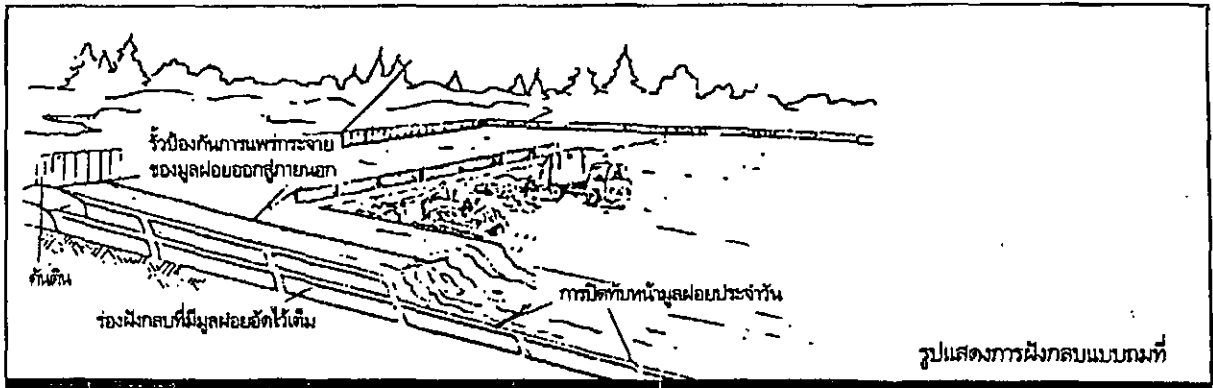
หรือวัสดุกลบระหว่างชั้น และระหว่างวัน เพื่อลดและป้องกันการรบกวนของสัตว์และแมลง และ กลิ่น รวมทั้งการปนเปื้อนของชั้นส่วนมูลฝอย และน้ำฝนชะผ่านมูลฝอยโดยตรง ในส่วนของน้ำเสียซึ่งเกิด จากความชื้นที่เกิดขึ้นในกระบวนการย่อยสลายและน้ำชะมูลฝอย(Leachate) จะมีระบบรวบรวมน้ำชะ มูลฝอยออกไปกำจัด และมีมาตรการป้องกันการรั่วไหลออกจากพื้นที่ โดยการปูพื้นด้านล่างและด้าน ข้างโดยรอบของพื้นที่ฝังกลบด้วยวัสดุกันซึมสังเคราะห์หรือดินเหนียวที่มีค่าการซึมผ่านน้ำต่ำ มีระบบ รวบรวมและระบายก๊าซออกจากพื้นที่ฝังกลบ ซึ่งอาจนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงหรือเผาทำลาย

นอกจากนี้ การกลบผิวหน้ากองที่ยังใช้ฝังกลบ ด้วยวัสดุกลบทุกวันจะช่วยลด ปัญหาการทำลายสภาพภูมิทัศน์ได้ระดับหนึ่ง และเมื่อทำการเท/ถมมูลฝอยเต็มพื้นที่แล้วต้องมีมาตร การปิดพื้นที่ตามมาตรฐาน แล้วปลูกพืชตกแต่งพื้นที่ให้เรียบร้อย ตลอดจนมีมาตรการติดตามตรวจสอบ คุณภาพน้ำใต้ดิน ในระหว่างดำเนินการฝังกลบและหลังการเลิกใช้พื้นที่เพื่อการฝังกลบตลอดไป หรือไม่น้อยกว่า 10 ปี นับจากวันปิดพื้นที่ฝังกลบเป็นทางการ

1) วิธีการฝังกลบ มี 4 แบบ คือ การฝังกลบบนพื้นที่ราบ การฝังกลบบนบ่อ การ ฝังกลบบนบ่อหรือพื้นที่ต่ำ และการฝังกลบในพื้นที่ที่เป็นหุบเขา ซึ่งจะเลือกรูปแบบใดขึ้นอยู่กับสภาพ ของพื้นที่เป็นหลัก

(1) การฝังกลบบนพื้นที่ราบ (Area Method) พื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง คือ ระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินเล็กน้อย หรือน้อยกว่า 1 เมตร ไม่สามารถขุดลึกลงไปอีกเพราะขุด ลงไปนิดเดียวก็พบน้ำ และมีความเสี่ยงต่อการที่น้ำใต้ดินอาจถูกปนเปื้อนจากการฝังกลบมูลฝอยได้ ง่าย จึงมักใช้การฝังกลบมูลฝอยด้วยวิธีนี้ โดยถมมูลฝอยในแนวราบก่อน แล้วบดอัดทับในชั้นสูงถัด ขึ้นไปเรื่อยๆ จนได้ระดับตามที่กำหนด โดยมีการทำคันดิน (Embankment) ตามแนวขอบพื้นที่ฝังกลบ เพื่อเป็นผนังและขอบยันการบดอัดมูลฝอย และทำหน้าที่ป้องกันน้ำเสียที่เกิดจากการย่อยสลายของ มูลฝอยที่ฝังกลบแล้ว ไม่ให้ซึมออกนอกพื้นที่ฝังกลบ (ภาพที่ 24) วิธีนี้จึงต้องหาดินจากที่อื่นมาทำคัน กั้นขอบ ใช้เป็นวัสดุกลบปิดทับมูลฝอยในแต่ละวัน และแต่ละชั้น รวมทั้งใช้ในการปิดผิวด้านบนของพื้นที่ ฝังกลบชั้นสุดท้าย ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงขึ้น

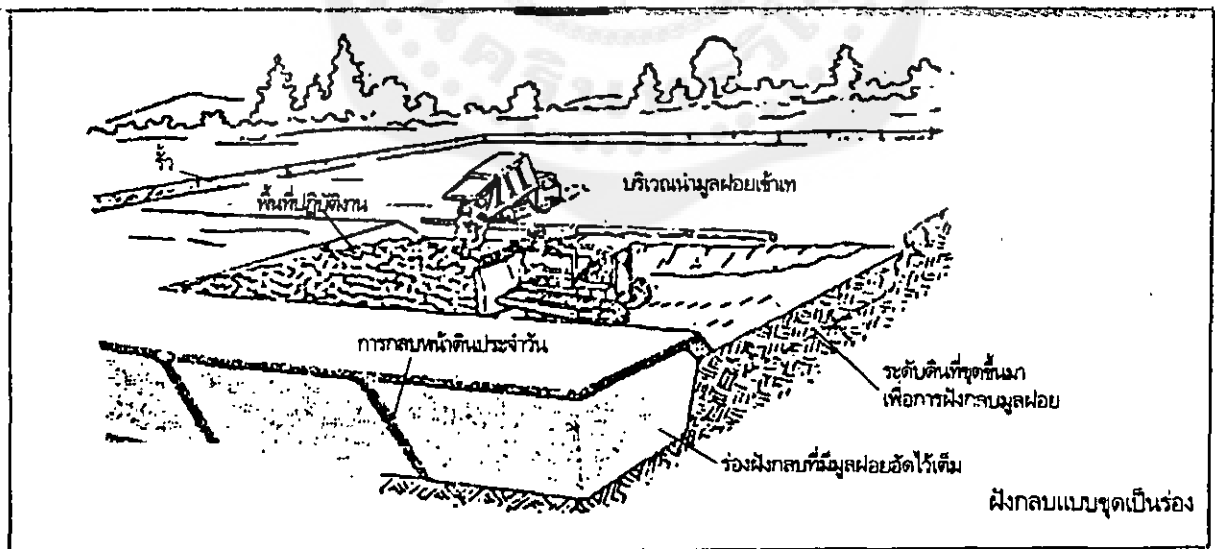
(2) การฝังกลบบนขุดร่อง (Trench Method) พื้นที่ที่มีระดับ น้ำใต้ดินต่ำหรือ ลึกจากผิวดิน อย่างน้อยระดับพื้นที่จะเทกองมูลฝอยควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน ไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยยึดระดับน้ำในฤดูฝนเป็นเกณฑ์เพื่อป้องกันความเสี่ยงในการเกิดการปนเปื้อนต่อน้ำใต้ดิน ทั้งนี้ การฝังกลบวิธีนี้ เริ่มจากการขุดดินลึกลงไปเป็นร่องให้ได้ระดับที่กำหนด ปูพื้นและด้านข้างร่องด้วยดิน เหนียวที่มีความซึมผ่านน้ำต่ำ และ/หรือวัสดุกันซึมสังเคราะห์ เทถมมูลฝอย เกลี่ย และบดอัดให้แน่น เป็นชั้นๆสูงขึ้นเรื่อยๆ ระหว่างชั้นกลบทับด้วยวัสดุกลบ และก่อนจะปิดหลุม



ภาพที่ 24 การฝังกลบบแบบบนพื้นที่ราบ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (เอกสารเผยแพร่ มปป.)

ฝังกลบบจะใช้วัสดุกลบปิดปากหลุมอีกครั้ง (ภาพที่ 25) การฝังกลบบแบบขุดร่องนี้ ไม่จำเป็นต้องทำคันดินเพราะสามารถใช้ผนังของร่องเป็นกำแพงยันมูลฝอยที่จะบดอัดได้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องขนดินมาจากที่อื่น รวมทั้งใช้ดินที่ขุดออกแล้วนั้นมาเป็นวัสดุกลบได้อีก เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการส่วนหนึ่ง

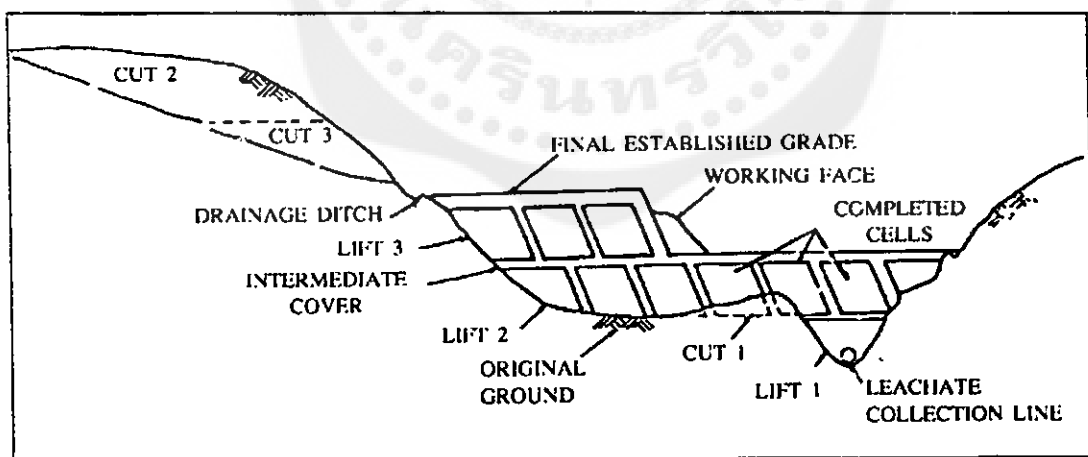


ภาพที่ 25 การฝังกลบบแบบขุดร่อง

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (เอกสารเผยแพร่ มปป.)

(3) การฝังกลบแบบบ่อหรือพื้นที่ต่ำ (Low Area Method) การฝังกลบวิธีนี้ จะใช้พื้นที่ที่เป็นหลุมเป็นบ่อหรือพื้นที่ต่ำไม่ราบเรียบมาจัดสร้างเป็นพื้นที่/หลุมฝังกลบ ซึ่งอาจเป็นการช่วยปรับพื้นดินให้มีระดับสูงขึ้น ทำให้เมื่อเลิกใช้พื้นที่ทั้งหมดสำหรับการฝังกลบและปรับแต่งบริเวณแล้ว จะมีภูมิทัศน์ที่สวยงามขึ้นมาก การฝังกลบวิธีนี้ดำเนินการเช่นเดียวกับการฝังกลบบนที่ราบ ต้องมีการขุดดินและ/หรือวัสดุกลบมาจากที่อื่น ทั้งนี้ถ้ามีน้ำขังในพื้นที่ ก่อนทำการสร้างเป็นพื้นที่ฝังกลบต้องพิจารณาให้รอบคอบถึงความเหมาะสมและต้องมีมาตรการเพิ่มเติม เช่น สูบน้ำออกให้หมด ปรับสภาพพื้นโดยรวบหลุมด้วยดินเหนียวอัดแน่นเพื่อป้องกันน้ำเข้า-ออก มีระบบตรวจสอบน้ำรั่วซึม เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของแต่ละพื้นที่

(4) การฝังกลบในพื้นที่ที่เป็นหุบเขา (Valley of Ravine Method) การดำเนินการฝังกลบมูลฝอยในพื้นที่หุบเขา มีข้อดีตรงที่ไม่ต้องขุดหลุมฝังกลบทุกหลุม แม้จะต้องมีการปรับแต่งในบางจุดบ้าง และการรวบรวมน้ำชะมูลฝอยสู่บ่อพักน้ำเสียสามารถใช้ข้อได้เปรียบในด้านความลาดเอียงของพื้นที่ แทนการใช้เครื่องสูบเช่นในการฝังกลบบนที่ราบและ/หรือแบบขุดร่อง (ภาพที่ 26) การฝังกลบวิธีนี้ มีการใช้เครื่องจักรกล เช่น ลิฟท์ในการนำมูลฝอยจากรถขนถ่ายมูลฝอยไปเทถมลงในหุบเขา และใช้ขนำวัสดุกลบไปทำการกลบทับชั้นมูลฝอยเมื่อเสร็จสิ้นในแต่ละวันและระหว่างชั้นมูลฝอย โดยอาจใช้ดินจากบริเวณใกล้เคียงหุบเขานั้นเป็นวัสดุกลบด้วย



ภาพที่ 26 การฝังกลบในพื้นที่หุบเขา

ที่มา : ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ (2541)

2) ข้อควรพิจารณาในการฝังกลบมูลฝอย ด้วยเหตุที่การฝังกลบมูลฝอยอาจก่อให้เกิดผลกระทบหลายประการ การดำเนินการจึงจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม โดยพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมการก่อนการฝังกลบ ดังนี้

(1) ความรู้-ความเข้าใจในการฝังกลบมูลฝอย บุคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้องควรได้รับความรู้-ความเข้าใจ เพื่อการปฏิบัติอย่างถูกต้องเหมาะสมในหน้าที่ และมั่นใจในความปลอดภัยของการดำเนินการฝังกลบมูลฝอย เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานของตนและสามารถช่วยชี้แจงแก่ผู้ที่ไม่แน่ใจได้ เป็นต้น

(2) มาตรการป้องกัน-แก้ไขผลกระทบ มีข้อกำหนดในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอนและติดตามการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เป็นระบบ สามารถตรวจสอบได้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและมาตรการด้านสุขภาพสำหรับบุคลากร และมีการเผยแพร่-ประชาสัมพันธ์ขั้นตอนและผลการดำเนินการ รวมทั้งมีโครงการให้ความรู้แก่สาธารณชน

(3) ความเหมาะสมของสถานที่ฝังกลบ ควรพิจารณาตั้งแต่ ระยะทางการขนส่ง การเข้าถึงสถานที่ สภาพแวดล้อม พื้นที่ฝังกลบมูลฝอย และพื้นที่กันชน ดังนี้

(4) ระยะทางการขนส่งมูลฝอย ควรสั้นที่สุดและหลีกเลี่ยงการขนส่งผ่านชุมชนเท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้งในกรณีที่ขนส่งจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยถึงสถานที่ฝังกลบ หรือจากสถานีขนถ่ายย่อยซึ่งอาจเรียกว่าสถานเก็บกักมูลฝอยชั่วคราวถึงสถานที่ฝังกลบ เพื่อประหยัดค่าขนส่ง ช่วยลดปัญหามูลฝอยตกค้างในแต่ละวัน และหลีกเลี่ยงเหตุร้องเรียนจากชุมชน อันอาจเกิดจากการหกหล่น-รั่วไหลและการรบกวนกิจกรรมตามปกติของชุมชน เป็นต้น

(5) การเข้าถึงสถานที่ฝังกลบ มีทางเข้าออกสถานที่ฝังกลบได้สะดวก ถนนแข็งแรงบดอัดอย่างดี

(6) สภาพแวดล้อมโดยรอบสถานที่ฝังกลบ ตามเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ของสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยของกรมควบคุมมลพิษ (2544) ได้กำหนดข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

- ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และ 2
- ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตโบราณสถาน ไม่น้อยกว่า 1 กิโลเมตร
- ตั้งอยู่ห่างจากแนวเขตสนามบิน ไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร
- ตั้งอยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มหรือโรงผลิตน้ำประปาในปัจจุบันไม่น้อยกว่า 700 เมตร
- ควรตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำ ไม่น้อยกว่า 300 เมตร ยกเว้น แหล่งน้ำที่ตั้งอยู่ในสถานที่ฝังกลบ

พื้นที่ฝังกลบมูลฝอย ในที่นี้ หมายถึง บริเวณที่ใช้เป็นหลุมถมฝังมูลฝอยชุมชนทั้งหมด ควรมีลักษณะที่สำคัญดังนี้

- มีเนื้อที่เพียงพอสำหรับใช้ฝังกลบมูลฝอยได้ประมาณ 20 ปี
- ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ควรเป็นชั้นดินชั้นหินตามธรรมชาติ ซึ่งมีอัตราการซึมผ่านของน้ำ ไม่มากกว่าหรือเท่ากับ 1×10^{-7} เซนติเมตร/วินาที ความหนาของชั้นดินชั้นหิน ไม่น้อยกว่า 3 เมตร และมีการแผ่กระจายกว้างกว่าพื้นที่ฝังกลบ ไม่น้อยกว่าด้านละ 50 เมตร
- ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว รอยเลื่อน แผ่นดินถล่ม และหลุมยุบ มีการวิเคราะห์รากฐานที่รองรับภาระและแรงกดลงจากการฝังกลบ สภาพการทรุดตัวภายหลังการฝัง
- ควรเป็นที่ดอน มีระดับน้ำใต้ดินลึก หรือระดับกั้นบ่อฝังกลบต้องอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 เมตร ยกเว้นมีการออกแบบพิเศษ
- ควรคัดเลือกพื้นที่ไว้ 1-3 แห่ง แล้วจัดทำประชาพิจารณ์ให้เกิดการยอมรับของประชาชนก่อนดำเนินการจัดสร้างสถานที่ฝังกลบ

พื้นที่กันชน หรือพื้นที่จนวน (Buffer Zone) หมายถึง พื้นที่โดยรอบภายในอาณาเขตของสถานที่ฝังกลบ โดยอาจจัดเป็นพื้นที่ปลูกต้นไม้ รวมทั้งถนนหรือคูระบายน้ำ และอาคาร เพื่อปิดกั้นสายตาหรือลดปัญหาด้านทัศนียภาพจากการฝังกลบมูลฝอย/ของเสีย ฝุ่นระหว่างการถมฝัง และกลิ่นรบกวนสู่ภายนอก

บรรณานุกรม

1. กนก จันทร์ทอง. (2538). สิ่งแวดล้อมศึกษา : ความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม. บัณฑิตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
2. กรมควบคุมมลพิษ. (2548). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2547. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.
3. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2543). ชีวิตกับวิถีภัยจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
4. เกษม จันทร์แก้ว. (2544). วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
5. ----- . (2541). เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โครงการสหสาขาวิทยาการ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
6. ชูเกียรติ ธีระนิติกุล. (2543). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม เรื่อง ปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปริญญา นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
7. นิวัติ เรืองพานิช. (2537). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซต.
8. ปราณี พันธุ์สินชัย.(2538). มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์.
9. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ และ ศศิธร พ่วงปาน. (2543). คู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หลักสูตรที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : หน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤษณีเวชวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
10. ภิญญา พานิชพันธ์ และพิณทิพ รื่นวงษา. (2544). มหันตภัยจากวัตถุเคมี : ความเสี่ยงและอันตราย. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
11. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2541). สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและชีวิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
12. สุธิลา ตูลยะเสถียร และคณะ. (2544). มลพิษสิ่งแวดล้อม(ปัญหาสังคมไทย:THAI SOCIAL PROBLEMS). กรุงเทพฯ : อมรการพิมพ์.
13. สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. (2548). การจัดการของเสียชุมชน. (ถ่ายสำเนา)

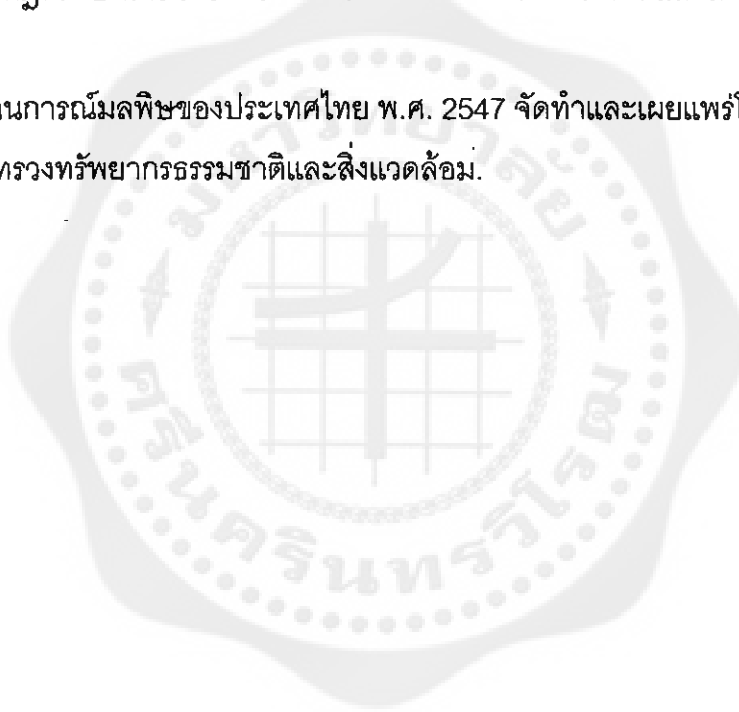
14. อภิญา ตันทวีวงศ์. (2544). *พ่ายพิษ : บันทึก 9 กรณีวิกฤตยุคสังคมเสี่ยงภัย*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.
15. Anderson, Standley H., Beiswenger, Ronald E. & Purdom, P. Walton. (1993). *Environmental Science*. 4th ed. New York : Macmillan Publishing.
16. Enger, Eldon D. & Smith, Bradley F. (200). *Environmental Science : A Study of Interrelationships*. 7thed. Thailand : McGraw – Hill.
17. Nebel, Bernard J. & Wright, Richard T. (1993). *Environmental Science*. 4th ed. New Jersey : Prentice – Hill.



ภาคผนวก
กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

- กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทั่วไป
- กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำ
- กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางด้านอากาศและเสียง
- กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางด้านของเสียอันตรายและสารอันตราย

ที่มา : รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2547 จัดทำและเผยแพร่โดย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.



คุณลักษณะของคุณ

สิ่งแวดล้อมทั่วไป

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

<p>ประกาศกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่อง ยกเลิกการ แต่งตั้งเจ้าพนักงานควบคุม มลพิษ</p>	<p>ยกเลิกประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2536) ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2540) ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2540) และฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2545) เรื่อง แต่งตั้งเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษ</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 33 ง วันที่ 22 มีนาคม 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่อง แต่งตั้ง เจ้าพนักงานควบคุมมลพิษ</p>	<p>แต่งตั้งให้นายอำเภอทุกอำเภอ และปลัดอำเภอผู้เป็น หัวหน้าประจำกิ่งอำเภอทุกกิ่งอำเภอ เป็นเจ้าพนักงาน ควบคุมมลพิษ มีอำนาจหน้าที่ตามพระราชบัญญัติ ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เฉพาะในเขตท้องที่ของตน</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 33 ง วันที่ 22 มีนาคม 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดเขต พื้นที่และมาตรการคุ้มครอง สิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นที่อำเภอ บ้านแหลม อำเภอเมืองเพชรบุรี อำเภอยาย่าง และอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี อำเภอหัวหิน และอำเภอปราณบุรี จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดให้พื้นที่ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2539) และพื้นที่ตาม ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเขต ห้ามใช้เครื่องมืออวนลากและอวนรุนที่ใช้กับเรือยนต์ ทำการประมง ลงวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2514 เฉพาะพื้นที่ตามแผนที่ท้ายประกาศ เป็นเขตพื้นที่ ที่ใช้มาตรการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมตามหลักเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ในประกาศ แบ่งออกเป็น 7 บริเวณ โดย แต่ละบริเวณจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรการ ที่กำหนด เช่น ห้ามสร้างโรงงานบางจำพวกหรืออาคาร ขนาดใหญ่ เป็นต้น และส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือ เอกชนที่จะดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ดังกล่าวจะต้องจัดทำ</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 86 ง วันที่ 30 กรกฎาคม 2547 มีกำหนด 5 ปีนับแต่วัน ถัดจากวันประกาศใน ราชกิจจานุเบกษาเป็นต้น ไป</p>

เรื่อง

สาระสำคัญ

ราชกิจจานุเบกษา

รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น หรือรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม แล้วแต่กรณี รวมทั้งให้จังหวัดมีหน้าที่ในการส่งเสริม สนับสนุนการสร้างจิตสำนึกแก่ประชาชนในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมและสนับสนุนการฟื้นฟูและบำบัดสิ่งแวดล้อม โดยให้รัฐมนตรีมีอำนาจแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อกำกับดูแลและติดตามผลเป็นระยะ ทั้งนี้ ได้กำหนดบทเฉพาะกาลไว้ด้วยเพื่อรองรับสิทธิของผู้ที่จะได้รับผลกระทบจากการออกประกาศในเรื่องนี้

พระราชบัญญัติสถานบริการ
(ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2546

- กำหนดให้พนักงานเจ้าหน้าที่ดำเนินถึงประวัติการกระทำผิดต่อกฎหมายของผู้ขออนุญาตตั้งสถานบริการประกอบการพิจารณาอนุญาต
- กำหนดให้พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจไม่ต่ออายุใบอนุญาตหรือสั่งพักใช้ใบอนุญาตหรือสั่งเพิกถอนใบอนุญาตได้ในกรณีที่ผู้รับอนุญาตตั้งสถานบริการดำเนินกิจการโดยไม่ปฏิบัติตามหรือฝ่าฝืนบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัตินี้หรือกฎกระทรวง
- สถานที่เพื่อสุขภาพหรือเพื่อเสริมสวยต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

เล่ม 121

ตอนที่ 6 ก

วันที่ 12 มกราคม 2547



พระราชบัญญัติปิโตรเลียม พ.ศ. 2514

<p>ประกาศกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การรายงานผลการประกอบกิจการปิโตรเลียม</p>	<p>กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการประกอบกิจการปิโตรเลียม โดยกำหนดให้ผู้รับสัมปทานจะต้องจัดทำรายงานผลการสำรวจภาคสนาม การวัดความสิ้นสะท้อนของชั้นดินและชั้นหิน การเจาะหลุมเพื่อสำรวจและพัฒนาปิโตรเลียม การรายงานผลผลิตปิโตรเลียม และการประเมินผลการสำรวจและพัฒนาแหล่งปิโตรเลียม เป็นต้น</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 33 ง วันที่ 22 มีนาคม 2547</p>
---	--	---

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการดำเนินการกรณีการประกอบกิจการโรงงานซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ความเสียหายหรือความเดือดร้อนอย่างร้ายแรง</p>	<p>- กำหนดให้ดำเนินการสั่งการให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานหยุดประกอบกิจการโรงงานทันที กรณี</p> <p>(1) การประกอบกิจการโรงงานนั้นอาจจะก่อให้เกิดอันตราย ความเสียหาย หรือความเดือดร้อนอย่างร้ายแรงแก่บุคคลหรือทรัพย์สินที่อยู่ในโรงงานหรือที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงงานหรือที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>(2) ผู้ประกอบกิจการโรงงานนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นของเสียอันตรายออกนอกบริเวณโรงงานไปทิ้งหรือฝังในสถานที่ที่ไม่ได้รับอนุญาตหรือสถานที่ที่ไม่เหมาะสมถูกต้องตามที่กำหนด</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 127 ง วันที่ 10 พฤศจิกายน 2547</p>
--	---	---

เรื่อง

สาระสำคัญ

อาชีพงานเบกษา

- กำหนดให้ดำเนินการสั่งการให้ประกอบกิจการโรงงานต่อไปได้ หากผู้ประกอบการโรงงานสามารถแก้ไขปรับปรุงโรงงานหรือปฏิบัติให้ถูกต้องได้ แต่หากไม่สามารถกระทำได้ ให้ดำเนินการสั่งปิดโรงงาน
- กำหนดให้ประทับตราข้อระมัดระวังหรือคำเตือนดังกล่าวลงบนใบอนุญาต ใบแทนใบอนุญาต หรือใบรับแจ้งการประกอบกิจการโรงงาน แล้วแต่กรณี



กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับ มลพิษทางน้ำ

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

<p>ประกาศกระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนด มาตรฐานควบคุมการระบาย น้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ชายฝั่ง</p>	<p>กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจาก บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มและสัตว์น้ำกร่อยที่ตั้งอยู่ใน บริเวณนอกแนวป้องกันน้ำเค็มของกรมชลประทานหรือ ในแนวเขตที่ดินชายทะเลชั้นในของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่ง มีพื้นที่บ่อตั้งแต่ 10 ไร่ขึ้นไป โดยบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ชายฝั่งดังกล่าวต้องมีค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่มีค่าความ เป็นกรดและด่าง (pH) ค่าบีโอดี (BOD) สารแขวนลอย (Suspended Solids) แอมโมเนีย (NH₃ - N) ฟอสฟอรัส รวม (Total Phosphorous) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen) และต้องใช่วิธีการเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทิ้งตามที่กำหนดไว้</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 49 ง วันที่ 1 พฤษภาคม 2547</p>
<p>ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของ แหล่งน้ำในแม่น้ำระยอง</p>	<p>กำหนดให้แม่น้ำระยองตั้งแต่ปากแม่น้ำระยอง ตำบล บ้านปากคลอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง กิโลเมตรที่ 0 จนถึงแม่น้ำระยอง สะพานถนนจันทบุรี-ระยอง ตำบลเชิงเนิน อำเภอเมือง จังหวัดระยอง กิโลเมตรที่ 19 เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 และกำหนดให้แม่น้ำ ระยองตั้งแต่สะพานถนนจันทบุรี-ระยอง ตำบลเชิงเนิน อำเภอเมือง จังหวัดระยอง กิโลเมตรที่ 19 จนถึง แม่น้ำระยอง ตำบลปากแพรก อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง กิโลเมตรที่ 55 เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 144 ง วันที่ 31 ธันวาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำจันทบุรี	กำหนดให้แม่น้ำจันทบุรี ตั้งแต่ปากแม่น้ำจันทบุรี ตำบลบ้านปากคลอง อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี กิโลเมตรที่ 0 จนถึงแม่น้ำจันทบุรี ตำบลบ้านทุก อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี กิโลเมตรที่ 60 เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3	เล่ม 121 ตอนพิเศษ 144 ง วันที่ 31 ธันวาคม 2547
ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำตราด	กำหนดให้แม่น้ำตราดตั้งแต่ปากแม่น้ำตราด ตำบลบ้านด่านเก่า อำเภอเมือง จังหวัดตราด กิโลเมตรที่ 0 จนถึงแม่น้ำตราด ตำบลบ้านศรีบัวทอง อำเภอเขาสลิม จังหวัดตราด กิโลเมตรที่ 54 เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3	เล่ม 121 ตอนพิเศษ 144 ง วันที่ 31 ธันวาคม 2547
ประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 58 ลงวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2515		
ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง หลักเกณฑ์การดำเนินการเกี่ยวกับสัมปทานประกอบกิจการประปาเพื่อความปลอดภัยหรือผาสุกของประชาชน	กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับวิธีการขอรับ และโอนสัมปทาน การปฏิบัติตามเงื่อนไขสัมปทาน การประกอบกิจการประปา และการขอปรับอัตราค่าน้ำประปา ค่ารักษามาตรวัดและการขออนุญาตจำหน่ายน้ำประปา	เล่ม 121 ตอนพิเศษ 22 ง วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2547

เรื่อง

สาระสำคัญ

ราชกิจจานุเบกษา

พระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2534

ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่า
ด้วยการป้องกันและขจัดมลพิษ
ทางน้ำเนื่องจากน้ำมัน พ.ศ.
2547

- ยกเลิกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการป้องกัน
และขจัดมลพิษทางน้ำเนื่องจากน้ำมัน พ.ศ. 2538
- ระเบียบฉบับใหม่ที่จัดทำขึ้นยังคงมีสาระสำคัญ เช่น
เดียวกับระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีฯ พ.ศ. 2538 โดย
มีการแก้ไขเพิ่มเติมเฉพาะในส่วนของบทนิยามจาก
"แผนปฏิบัติการ" เป็น "แผนป้องกัน" แก้ไขชื่อ
หน่วยงานให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติปรับปรุง
กระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 และปรับปรุง
ถ้อยคำในข้อ 8(3) ให้กระชับยิ่งขึ้น

เล่ม 121
ตอนพิเศษ 23 ง
วันที่ 2 มีนาคม 2547

พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ประกาศกระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนด
หลักเกณฑ์การรับเงิน การจ่ายเงิน
การเก็บรักษาเงิน การจัดหา
ผลประโยชน์ การจัดการ และ
จำหน่ายทรัพย์สินและ
การตรวจสอบภายในเกี่ยวกับ
การใช้จ่ายเงินของกองทุนพัฒนา
น้ำบาดาล พ.ศ. 2547

กำหนดให้กองทุนฯ รับเงินค่าใช้จ่ายน้ำบาดาลต่อผู้ชำระ
ด้วยการรับเงินสด เช็ค หรือโดยผ่านธนาคาร และเงิน
ที่ได้รับดังกล่าวให้นำไปใช้ได้เฉพาะตามวัตถุประสงค์
ในการจัดตั้งและตามแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาและ
อนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการเบิก
จ่ายเงินจะต้องทำเป็นหนังสือและแนบมติคณะกรรมการ
หรือแผนการจ่ายเงินมาด้วย รวมทั้งต้องได้รับอนุมัติ
จากประธานกรรมการ โดยให้จ่ายเงินเป็นเช็คเท่านั้น
เว้นแต่จะมิวงเงินไม่เกิน 20,000 บาท จะจ่ายเป็น
เงินสดก็ได้ การเก็บรักษาเงินในส่วนกลางให้เปิดบัญชี

เล่ม 121
ตอนพิเศษ 23 ง
วันที่ 2 มีนาคม 2547

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

เงินฝากไว้ที่กรมบัญชีกลาง ส่วนภูมิภาคให้เปิดบัญชีเงินฝากไว้ที่สำนักงานคลังจังหวัดหรือคลังอำเภอ การจัดหาผลประโยชน์จากเงินหรือทรัพย์สินของกองทุนฯ ให้เป็นไปตามมติของคณะกรรมการ โดยความเห็นชอบของกระทรวงการคลัง การจัดซื้อจัดจ้าง การพัสดุ และการจำหน่ายทรัพย์สินของกองทุนฯ ให้เป็นไปตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ และให้สำนักงานกองทุนรับผิดชอบในการจัดทำรายงานต่างๆ การตรวจสอบการเงิน การบัญชี และการพัสดุของกองทุน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

กฎกระทรวงกำหนดอัตราค่าอนุรักษณ์้ำบาดาลและหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการเรียกเก็บค่าอนุรักษณ์้ำบาดาล พ.ศ. 2547

กำหนดให้อัตราค่าอนุรักษณ์้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี พระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ สมุทรสาคร และนครปฐม ต้องเป็นไปตามที่กำหนด โดยการคำนวณค่าอนุรักษณ์้ำบาดาลให้คำนวณตามปริมาณที่ใช้จากมิเตอร์วัดน้ำหรือปริมาณสูงสุดที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตในกรณีที่ไม่มีมิเตอร์วัดน้ำ ซึ่งพนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจประเมินค่าอนุรักษณ์้ำบาดาลเพิ่มขึ้นได้ ถ้าปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้สูงกว่าที่กำหนดไว้ในใบอนุญาต และผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลจะต้องชำระค่าอนุรักษณ์้ำบาดาลปีละ 4 งวดภายใน 30 วันนับแต่วันเริ่มงวดถัดไป ทั้งนี้ ถ้าไม่ชำระภายในกำหนดต้องเสียเงินเพิ่มขึ้นตามอัตราที่กำหนดไว้

เล่ม 121
 ตอนพิเศษ 49 II
 วันที่ 31 สิงหาคม 2547

เรื่อง

สาระสำคัญ

ราชกิจจานุเบกษา

พระราชบัญญัติการทำเรือแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2494

ระเบียบ

การทำเรือแห่งประเทศไทย
ว่าด้วยการขุดลอกและทิ้งดิน
ภายในอาณาบริเวณของ
การทำเรือแห่งประเทศไทย
พ.ศ. 2547

กำหนดให้ผู้ประกอบการที่ได้รับอนุญาตจากกรมการ
ขนส่งทางน้ำและพาณิชย์ ให้ขุดลอกร่องน้ำ
เจ้าพระยาในอาณาบริเวณในความรับผิดชอบของ
กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชย์ จะต้องขุดลอก
และทิ้งดินภายในอาณาบริเวณตามที่กำหนดและ
ตามข้อตกลง โดยผู้ประกอบการจะต้องชำระค่า
ธรรมเนียมการทิ้งดินในอัตรา 20 บาทต่อลูกบาศก์เมตร
แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสถานที่ทิ้งดินนอกเหนือจาก
ที่กำหนดหรือนอกเหนือข้อตกลงจะต้องเสียค่า
ธรรมเนียมเพิ่มอีกร้อยละ 25 รวมทั้งต้องวาง
หลักประกันการปฏิบัติตามเงื่อนไขและข้อตกลงเป็น
เงินสดหรือเช็ค พร้อมกับจัดทำประกันภัยเพื่อคุ้มครอง
เหตุที่เกิดจากการกระทำดังกล่าวในวงเงินไม่น้อยกว่า
500.000 บาท

เล่ม 121

ตอนที่เศษ 40 ง

วันที่ 9 เมษายน 2547

ตั้งแต่ 31 มีนาคม 2547

เป็นต้นไป

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดให้โรงงานที่ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม พ.ศ. 2547

กำหนดให้โรงงานตามบัญชีท้ายกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ที่มีการระบายน้ำทิ้งตั้งแต่ 3,000 - 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือมีปริมาณความสกปรกในรูปค่าบีโอดี (BOD) เข้าระบบตั้งแต่ 4,000 กิโลกรัมต่อวัน และโรงงานที่มีปริมาณน้ำทิ้งเกิน 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อรายงานข้อมูลด้วยแบบสารสนเทศเข้าระบบคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม เว้นแต่โรงงานอุตสาหกรรมดังกล่าวจะจัดส่งน้ำเสียไปบำบัดยังโรงงานบำบัดน้ำเสียรวม หรือไม่มีการทิ้งน้ำออกนอกโรงงานอุตสาหกรรม โดยผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องติดตั้งเครื่องมือหรือเครื่องอุปกรณ์พิเศษและเครื่องอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น เครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำทิ้ง มาตรวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า เครื่องตรวจวัดค่าบีโอดี เครื่องตรวจวัดค่าซีโอดี เป็นต้น ทั้งนี้ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ดังกล่าวต้องมีคุณลักษณะตามที่กำหนดด้วย

เล่ม 121
 ตอนพิเศษ 76 ง
 วันที่ 14 กรกฎาคม 2547
 - เมื่อพ้นกำหนด 6 เดือน สำหรับโรงงานที่มีการระบายน้ำทิ้งเกินกว่า 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวันขึ้นไป
 - เมื่อพ้นกำหนด 1 ปี สำหรับโรงงานที่มีการระบายน้ำทิ้งตั้งแต่ 3,000 - 10,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน นับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

คดีที่น่าสนใจของคดียมลพิษ ทางด้านอากาศเสีย

เรื่อง

สาระสำคัญ

ราชกิจจานุเบกษา

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

<p>ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานปูนซีเมนต์</p>	<p>กำหนดมาตรฐานฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ที่ยินยอมให้ปล่อยทิ้งจากโรงงานปูนซีเมนต์ และวิธีการตรวจวัด</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 12 ง วันที่ 30 มกราคม 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้โรงงานปูนซีเมนต์เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ</p>	<p>กำหนดให้โรงงานปูนซีเมนต์เก่าและใหม่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ซึ่งเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษดังกล่าวมีหน้าที่บำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานปูนซีเมนต์ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานปูนซีเมนต์</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 12 ง วันที่ 30 มกราคม 2547 - ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไปสำหรับโรงงานปูนซีเมนต์ใหม่ - เมื่อพ้นกำหนด 2 ปี นับแต่วันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ สำหรับโรงงานปูนซีเมนต์เก่า</p>
<p>ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้คลังน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ</p>	<p>กำหนดให้คลังน้ำมันเชื้อเพลิงที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสมุทรปราการ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ โดยเจ้าของหรือผู้ครอบครองคลังน้ำมันเชื้อเพลิงมีหน้าที่ต้องบำบัดอากาศเสียจากคลังน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็น</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 73 ง วันที่ 2 กรกฎาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

ไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545) เรื่อง กำหนดมาตรฐาน ความคุ้มครองปล่อยทิ้งไอน้ำมันเบนซินจากคลังน้ำมัน เชื้อเพลิง ลงวันที่ 18 มิถุนายน 2544 และ 12 มีนาคม 2545 ตามลำดับ แต่ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

- นับแต่วันถัดจากวัน ประกาศ ในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป สำหรับคลังน้ำมันเชื้อเพลิงใหม่
- เมื่อพ้นกำหนด 18 เดือน นับแต่วันที่ประกาศนี้ มีผลใช้บังคับ สำหรับ คลังน้ำมันเชื้อเพลิงเก่า

ประกาศกระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการ ปล่อยทิ้งอากาศเสียจากสถาน ประกอบกิจการหลอมและตี้ม ทองคำ

กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่ง คำนวณผลในรูปของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ปล่อยทิ้ง จากสถานประกอบกิจการหลอมและตี้มทองคำจะต้อง มีค่าไม่เกิน 550 ส่วนในล้านส่วน และวิธีการตรวจวัด

เล่ม 121
ตอนพิเศษ 88 ง
วันที่ 6 สิงหาคม 2547

เมื่อพ้นกำหนด 1 ปี นับแต่ วันถัดจากวันประกาศใน ราชกิจจานุเบกษา

ประกาศกระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้สถานประกอบกิจการ หลอมและตี้มทองคำเป็นแหล่ง กำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุม การปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่ บรรยากาศ

กำหนดให้สถานประกอบกิจการหลอมและตี้มทองคำเป็น แหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้ง อากาศเสียออกสู่บรรยากาศ โดยเจ้าของหรือผู้ครอบครอง สถานประกอบกิจการหลอมและตี้มทองคำมีหน้าที่ต้อง นำบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการ ปล่อยทิ้งอากาศเสียจากสถานประกอบกิจการหลอมและ ตี้มทองคำตามที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุม การปล่อยทิ้งอากาศเสียจากสถานประกอบกิจการหลอม และตี้มทองคำ แต่ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

เล่ม 121
ตอนพิเศษ 98 ง
วันที่ 6 สิงหาคม 2547

เรื่อง	สาระสำคัญ	หลักงานเบกษา
--------	-----------	--------------

<p>ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 23 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดให้ท้องที่เขตตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี เป็นเขตควบคุมมลพิษ</p>	<p>กำหนดให้ท้องที่เขตตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี เป็นเขตควบคุมมลพิษ เพื่อดำเนินการควบคุม ลดและขจัดมลพิษ</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง วันที่ 22 กันยายน 2547 ตั้งแต่วันที่ 19 เมษายน 2547</p>
--	--	---

<p>ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป</p>	<p>เพื่อยกเลิกข้อความในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) ข้อ 2(2) (3) และ (4) ที่เกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละออง โดยให้ใช้ค่ามัธยฐานเลขคณิต (Arithmetic Mean) แทนค่ามัธยฐานเรขาคณิต (Geometric Mean)</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง วันที่ 22 กันยายน 2547</p>
---	--	---

พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

<p>ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง การยกเลิกและกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 5 มาตรฐานเลขที่ มอก. 1875 - 2542 - กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 6 มาตรฐานเลขที่ มอก. 2155 - 2546 ขึ้นใหม่ และให้ผู้ประสงค์จะตัดด้านยื่นคำขอตัดด้านพร้อมทั้งเหตุผลภายใน 30 วันนับแต่วันประกาศ ก่อนที่จะมีการตราเป็นพระราชกฤษฎีกาใช้บังคับต่อไป 	<p>เล่ม 121 ตอนที่ 24 ง วันที่ 23 มีนาคม 2547</p>
---	--	---

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง การยกเลิกและกำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินต้องเป็นไปตามมาตรฐาน</p>	<p>กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน เฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 7 มาตรฐานเลขที่ มอก. 216C - 2546 ซึ่งจะต้องตราเป็นพระราชกฤษฎีกาต่อไป</p>	<p>เล่ม 121 ตอนที่ 24 ง วันที่ 23 มีนาคม 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม - ฉบับที่ 3196 (พ.ศ. 2547) ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 6</p>	<p>กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 6 มาตรฐานเลขที่ มอก. 2155 - 2546 โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด การทำ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน การทดสอบรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล</p>	<p>เล่ม 121 ตอนที่ 29 ง วันที่ 8 เมษายน 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>พระราชกฤษฎีกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำต้องเป็นไปตามมาตรฐาน พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 787 - 2531 ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1396 (พ.ศ. 2531) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กระบายความร้อนด้วยน้ำ ลงวันที่ 28 กันยายน 2531</p>	<p>เล่ม 121 ตอนที่ 50 ก วันที่ 9 สิงหาคม 2547 เมื่อพ้นกำหนด 90 วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป</p>
<p>พระราชกฤษฎีกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลต้องเป็นไปตามมาตรฐาน พ.ศ. 2547</p>	<p>- ยกเลิกพระราชกฤษฎีกาในเรื่องเดียวกัน (พ.ศ. 2544) - กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2155 - 2546 ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3196 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 6 ลงวันที่ 25 มกราคม 2547</p>	<p>เล่ม 121 ตอนที่ 7C ก วันที่ 11 พฤศจิกายน 2547 เมื่อพ้นกำหนด 60 วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>พระราชกฤษฎีกากำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินต้องเป็นไปตามมาตรฐาน พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกพระราชกฤษฎีกาในเรื่องเดียวกัน (พ.ศ. 2544) - กำหนดให้ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินต้องเป็นไปตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2160 - 2546 ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3197 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินเฉพาะด้านความปลอดภัย : สารมลพิษจากเครื่องยนต์ระดับที่ 7 ลงวันที่ 26 มกราคม 2547 	<p>เล่ม 121 ตอนที่ 70 ก วันที่ 11 พฤศจิกายน 2547</p> <p>เมื่อพ้นกำหนด 60 วันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป</p>
<p>พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535</p> <p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ซึ่งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน (เพิ่มเติม) ลงวันที่ 11 เมษายน 2543 - กำหนดค่าปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ยินยอมให้ระบายออกจากโรงงานซึ่งใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงขึ้นใหม่ โดยจะต้องมีค่าปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เจือปนไม่เกิน 950 ส่วนในล้านส่วน โดยปริมาตร (parts per million by volume : ppmv) พร้อมกับกำหนดวิธีการตรวจวัดและการรายงานผลขึ้นใหม่ 	<p>เล่ม 121 ตอนที่พิเศษ 59 ง วันที่ 27 พฤษภาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานปูนซีเมนต์ พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ยินยอมให้ระบายออกจากโรงงานปูนซีเมนต์ (มีฟารามิเตอร์และปริมาณความเข้มข้นของค่าฟารามิเตอร์ เช่นเดียวกันกับประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานปูนซีเมนต์) วิธีการตรวจวัดและการรายงานผล</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 70 ง วันที่ 25 มิถุนายน 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดลักษณะของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันใช้แล้วที่ผ่านกระบวนการปรับคุณภาพและเชื้อเพลิงสังเคราะห์ที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนน้ำมันเตา โดยจะต้องมีคุณลักษณะตามที่กำหนดในบัญชีแนบท้ายประกาศ และต้องผ่านการตรวจสอบจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ก่อนทุกครั้ง - กำหนดให้โรงงานผู้ผลิตรายงานให้กรมโรงงานอุตสาหกรรมทราบถึงปริมาณและผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำมันฯ ที่จะส่งไปใช้ในเตาอุตสาหกรรม และแจ้งรายชื่อโรงงานที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาอุตสาหกรรมเป็นรายเดือน 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 95 ง วันที่ 31 สิงหาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของ สารเจือปนในอากาศที่ระบาย ออกจากโรงงานผลิต ส่ง หรือจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนไดออกไซด์ และ ฝุ่นละอองที่ยินยอมให้ระบายออกจากโรงงานไฟฟ้าใหม่ ที่ได้รับอนุญาตหรือขยายโรงงานตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม 2539 โรงงานไฟฟ้าเก่าที่ได้รับใบอนุญาต ให้ประกอบกิจการโรงงานหรือขยายโรงงานก่อนวันที่ 31 มกราคม 2539 และโรงงานไฟฟ้าเดิม จำนวน 9 โรง ทั้งประเภทที่ใช้ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือเชื้อเพลิงชีวมวล - กำหนดสูตรการคำนวณปริมาณสารเจือปน และ รูปแบบของการรายงานผล 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 113 ง วันที่ 7 ตุลาคม 2547</p>
<p>พระราชบัญญัติการค้ำน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543</p>		
<p>ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและ คุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับลักษณะ และคุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว ที่ผู้ค้ำน้ำมัน มีไว้เพื่อจำหน่าย - ให้ผู้ค้ำน้ำมันที่จำหน่ายหรือมีก๊าซปิโตรเลียมเหลวไว้ ในการผลิตมีหน้าที่ต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวในส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ท้ายประกาศ เพื่อขอความเห็นชอบจากอธิบดีฯ และ เมื่อได้รับหนังสือรับรองแล้ว ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่ กำหนดไว้ - ยกเลิกประกาศกรมทะเบียนการค้าในเรื่องเดียวกัน สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว - กำหนดลักษณะและคุณภาพของก๊าซปิโตรเลียมเหลว ตามรายละเอียดแนบท้ายของแต่ละประกาศ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 22 มกราคม 2547</p> <p>ตั้งแต่ 26 มกราคม 2547 เป็นต้นไป (ประกาศนี้ไม่กระทบต่อ ลักษณะและคุณภาพของ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ ได้รับความเห็นชอบไปแล้ว แต่อย่างใด)</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	บทกวีงานเบกษา
<p>ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ผู้ค้าน้ำมันมีไว้เพื่อจำหน่าย - ให้ผู้ค้าน้ำมันที่จำหน่ายหรือมีน้ำมันแก๊สโซฮอล์ไว้ในการผลิตมีหน้าที่ต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ในส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศเพื่อขอความเห็นชอบจากอธิบดีฯ และเมื่อได้รับหนังสือรับรองแล้ว ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ - ยกเลิกประกาศกรมทะเบียนการค้าในเรื่องเดียวกันสำหรับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ - กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ตามรายละเอียดแนบท้ายของแต่ละประกาศ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 22 มกราคม 2547 ตั้งแต่ 26 มกราคม 2547 เป็นต้นไป (ประกาศนี้ไม่กระทบต่อลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่ได้รับความเห็นชอบไปแล้วแต่อย่างใด)</p>
<p>ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซิน พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซินที่ผู้ค้าน้ำมันมีไว้เพื่อจำหน่าย - ให้ผู้ค้าน้ำมันที่จำหน่ายหรือมีน้ำมันเบนซินไว้ในการผลิตมีหน้าที่ต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซินในส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศเพื่อขอความเห็นชอบจากอธิบดีฯ และเมื่อได้รับหนังสือรับรองแล้ว ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ - ยกเลิกประกาศกรมทะเบียนการค้าในเรื่องเดียวกันสำหรับน้ำมันเบนซิน - กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซินตามรายละเอียดแนบท้ายของแต่ละประกาศ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 22 มกราคม 2547 ตั้งแต่ 26 มกราคม 2547 เป็นต้นไป (ประกาศนี้ไม่กระทบต่อลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซินที่ได้รับความเห็นชอบไปแล้วแต่อย่างใด)</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ภารกิจงานเบกษา
<p>ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันก๊าด พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขเกี่ยวกับลักษณะและคุณภาพของน้ำมันก๊าดที่ผู้ค้าน้ำมันมีไว้เพื่อจำหน่าย - ให้ผู้ค้าน้ำมันที่จำหน่ายหรือมีน้ำมันก๊าดไว้ในการผลิต มีหน้าที่ต้องแจ้งลักษณะและคุณภาพของน้ำมันก๊าดในส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศ เพื่อขอความเห็นชอบจากอธิบดีฯ และเมื่อได้รับหนังสือรับรองแล้ว ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ - ยกเลิกประกาศกรมทะเบียนการค้าในเรื่องเดียวกันสำหรับน้ำมันก๊าด - กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันก๊าดตามรายละเอียดแนบท้ายของแต่ละประกาศ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 22 มกราคม 2547</p> <p>ตั้งแต่ 26 มกราคม 2547 เป็นต้นไป (ประกาศนี้ไม่กระทบต่อลักษณะและคุณภาพของน้ำมันก๊าดที่ได้รับความเห็นชอบไปแล้วแต่อย่างใด)</p>
<p>ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกประกาศกรมธุรกิจพลังงานในเรื่องเดียวกันสำหรับน้ำมันดีเซล - กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลตามรายละเอียดแนบท้ายของแต่ละประกาศ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 22 มกราคม 2547</p> <p>ตั้งแต่ 26 มกราคม 2547 เป็นต้นไป (ประกาศนี้ไม่กระทบต่อลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ได้รับความเห็นชอบไปแล้วแต่อย่างใด)</p>
<p>ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเตา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกประกาศกรมธุรกิจพลังงานในเรื่องเดียวกันสำหรับน้ำมันเตา - กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเตาตามรายละเอียดแนบท้ายของแต่ละประกาศ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 8 ง วันที่ 22 มกราคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547

- ยกเลิกประกาศในเรื่องเดียวกัน (พ.ศ. 2547)
- กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศ

ตั้งแต่ 26 มกราคม 2547 เป็นต้นไป (ประกาศนี้ไม่กระทบต่อลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเตาที่ได้รับความเห็นชอบไปแล้วแต่อย่างใด)

เล่ม 121
ตอนพิเศษ 71 ง
วันที่ 28 มิถุนายน 2547

พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522

กฎกระทรวงกำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง พ.ศ. 2547

กำหนดให้รถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ต้องมีส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์เกี่ยวกับการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดตามที่กำหนดและต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางบกประกาศกำหนด หรือให้ความเห็นชอบ และต้องได้รับการตรวจและการทดสอบส่วนควบ เครื่องอุปกรณ์และการติดตั้ง เพื่อออกหนังสือรับรองการตรวจและการทดสอบ รวมทั้งให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองรถปิดเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่ตัวรถ

ตั้งแต่ 1 กรกฎาคม 2547

เล่ม 121
ตอนพิเศษ 82 ก
วันที่ 28 ธันวาคม 2547

เมื่อพ้นกำหนด 60 วัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

กิตติขอยกย่องของกษัตริย์

ทับของเสียมเสียมสารอับตราย

เรื่อง	สาระสำคัญ	หลักงานเบกษา
--------	-----------	--------------

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ประกาศคณะกรรมการ	กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพดิน โดยจำแนกตาม	เล่ม 121
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน พร้อมกับกำหนดวิธี	ตอนพิเศษ 119 ง
(พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนด	ตรวจสอบคุณภาพดินและวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างดิน	วันที่ 20 ตุลาคม 2547
มาตรฐานคุณภาพดิน		

กฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2545

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ	กำหนดคุณลักษณะของถุงพลาสติกใสมูลฝอยและ	เล่ม 121
เรื่อง หลักเกณฑ์ทางวิชาการ	ที่รองรับมูลฝอยแบบพลาสติกที่ใช้ในที่สาธารณะ	ตอนพิเศษ 46 ง
เกี่ยวกับคุณลักษณะของ	และสถานสาธารณะสำหรับให้หน่วยงานของรัฐ	วันที่ 27 เมษายน 2547
ถุงพลาสติกใสมูลฝอยและ	ที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยก เก็บ ขน รวบรวมหรือกำจัด	
ที่รองรับมูลฝอยแบบพลาสติก	มูลฝอยนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการมูลฝอยจากชุมชน	
ที่ใช้ในที่สาธารณะและสถาน	ได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามหลักเกณฑ์	
สาธารณะ	ทางวิชาการ	

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (เพิ่มเติม) พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานที่ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ 62 จังหวัดที่กำหนด ที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติตามที่กำหนดในภาคผนวกท้ายประกาศนี้ต้องดำเนินการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ในเรื่องเดียวกัน ลงวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2541</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 61 ง วันที่ 31 พฤษภาคม 2547 เมื่อพ้นกำหนด 60 วัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป</p>
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากโรงงาน โดยทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Internet) พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดให้ผู้ประกอบกิจการโรงงานที่มีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) และ ฉบับเพิ่มเติม (พ.ศ. 2547) ต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับชนิด ปริมาณ และชื่อผู้รับบำบัดหรือกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Internet) หรือทางโทรสารไปยังกรมโรงงานอุตสาหกรรม ทุกครั้งที่มีการนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วออกนอกบริเวณโรงงาน - กำหนดให้ผู้รับบำบัดหรือกำจัดฯ แจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อผู้ประกอบการโรงงานที่ส่งมอบ ชนิด ปริมาณ วิธีการบำบัดหรือกำจัด และการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ด้วยวิธีการเดียวกัน ทุกครั้งที่ได้รับมอบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากผู้ประกอบกิจการโรงงาน 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 145 ง วันที่ 31 ธันวาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

<p>ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการในการผลิต การนำเข้า การส่งออก และการมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกประกาศในเรื่องเดียวกัน พ.ศ. 2538 และประกาศ เรื่อง กำหนดสถานที่ขออนุญาต มีไว้ในครอบครอง ซึ่งวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ. 2539 - กำหนดวิธีการขออนุญาต หลักเกณฑ์เกี่ยวกับสถานที่ผลิต การเก็บรักษา การนำเข้า การส่งออก และการมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 33 ง วันที่ 22 มีนาคม 2547</p>
<p>ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการเข้าร่วมโครงการร้านจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตร ที่มีคุณภาพ พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดหลักเกณฑ์ เงื่อนไข คุณสมบัติของผู้ที่จะเข้าร่วมโครงการร้านจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรที่มีคุณภาพ, การจัดร้าน และเครื่องหมายแสดงคุณภาพ "Q Shop" หนังสือรับรองการเข้าร่วมโครงการ</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 33 ง วันที่ 22 มีนาคม 2547</p>
<p>ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยแนวทางปฏิบัติสำหรับการจัดการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายที่ศาลมีคำพิพากษาให้รับ พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กำหนดให้มีการส่งมอบวัตถุอันตรายที่ศาลมีคำพิพากษาให้รับแก่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำลายหรือจัดการตามที่เห็นสมควร เช่น จำหน่าย หรือหน่วยงานราชการหรือรัฐวิสาหกิจอื่นอาจขอรับไปใช้ประโยชน์ในทางราชการ - กำหนดให้ตั้งคณะกรรมการพิจารณาจัดการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายที่ศาลมีคำพิพากษาให้รับ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 51 ง วันที่ 6 พฤษภาคม 2547</p>

ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรการควบคุมปริมาณการจำหน่ายและใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร กับสวนส้ม พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดให้ผู้ผลิตหรือจำหน่ายวัตถุอันตรายซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกรมวิชาการเกษตร หรือเกษตรกร ที่ทำสวนส้มในอำเภอชัยปราการ อำเภอแม่สาย และอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อการกำจัดศัตรูพืชแจ้งข้อมูลวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่อยู่ในความครอบครองของตนตามแบบท้ายประกาศต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ทุก ๆ เดือน</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 57 ง วันที่ 20 พฤษภาคม 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ยกเว้นการปฏิบัติของการมีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายเพื่อใช้รับจ้าง ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ</p>	<p>กำหนดให้ผู้มีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตรายที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้รับขึ้นทะเบียนไว้แล้วเพื่อใช้รับจ้างทำความสะอาดพาหนะ ทำความสะอาดหรือซักแห้งเครื่องนุ่งห่ม และกำจัดตัวเบียนภายนอกของสัตว์เลี้ยง ได้รับการยกเว้นไม่ต้องแจ้งการดำเนินการและการขออนุญาตตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 63 ง วันที่ 7 มิถุนายน 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกวัตถุอันตรายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมในเรื่องเดียวกัน ฉบับลงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2543 - กำหนดให้รายชื่อวัตถุอันตรายตามประกาศนี้เป็นวัตถุอันตรายตามประกาศฉบับลงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2543 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 118 ง วันที่ 18 ตุลาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ยกเว้นไม่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมในเรื่องเดียวกัน (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2543 - กำหนดให้วัตถุอันตรายที่ต้องขึ้นทะเบียนตามมาตรา 36 วรรคสองแห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่มีรายชื่อในบัญชีแนบท้ายประกาศนี้ และเข้ากรณีตามประกาศนี้ ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 118 ง วันที่ 18 ตุลาคม 2547</p>
<p>ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การให้แจ้งข้อเท็จจริงของผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครอง ซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมในเรื่องเดียวกัน ฉบับลงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2543 - กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองแจ้งข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมเป็นผู้มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมออกตามความในมาตรา 18 วรรคสอง แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 118 ง วันที่ 18 ตุลาคม 2547</p> <p>เมื่อพ้นกำหนด 30 วัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป</p>
<p>คำสั่งกรมวิชาการเกษตร ที่ 1779/2547 เรื่อง การจัดการทำลาย หรือดำเนินการกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ยกเลิกคำสั่งกรมวิชาการเกษตร ที่ 1724/2547 ลงวันที่ 5 ตุลาคม 2547 - หากมีประกาศกำหนดให้ endosulfan (ยกเว้น CS formulation) และ parathion methyl เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ออกตามความในมาตรา 18 วรรคสอง แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547 ให้ผู้มีไว้ในครอบครองซึ่งสารดังกล่าวแจ้งปริมาณการครอบครองและส่งมอบสารดังกล่าวต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ 	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 118 ง วันที่ 18 ตุลาคม 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ภารกิจงานแบบกษา
<p>ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดให้ endosulfan (ยกเว้น CS formulation) และ parathion methyl เป็นวัตถุอันตรายตามประกาศในเรื่องเดียวกัน ลงวันที่ 25 เมษายน 2545</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 122 ง วันที่ 29 ตุลาคม 2547</p>
<p>ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง รายชื่อวัตถุอันตรายที่ไม่อนุญาตให้แจ้งข้อเท็จจริงของผู้นำเข้าหรือผู้ส่งออก ซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ ผ่านระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดรายชื่อวัตถุอันตรายที่ไม่อนุญาตให้แจ้งข้อเท็จจริงของผู้นำเข้าหรือผู้ส่งออก ซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ ผ่านระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 59 รายการ</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 132 ง วันที่ 26 พฤศจิกายน 2547</p>

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

ระเบียบกรมโรงงาน

อุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขการแจ้งข้อเท็จจริงของผู้นำเข้าหรือผู้ส่งออกซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ (วอ./อก. 6) โดยผ่านระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม พ.ศ. 2547

กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการขอใช้บริการการให้บริการ การระงับการให้บริการ และขั้นตอนการแจ้งข้อเท็จจริงของผู้นำเข้าหรือส่งออกซึ่งวัตถุอันตราย การรับรองการเป็นสมาชิก และการรับแจ้งข้อเท็จจริงของผู้นำเข้าหรือส่งออกซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่รับผิดชอบ ผ่านระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

เล่ม 121

ตอนพิเศษ 132 ง

วันที่ 26 พฤศจิกายน 2547

พระราชบัญญัติการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522

ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 25/2547 เรื่อง การจัดการสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในนิคมอุตสาหกรรม

- ยกเลิกประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 58/2544 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในนิคมอุตสาหกรรม ลงวันที่ 27 ธันวาคม 2544
 - กำหนดวิธีดำเนินการของผู้ประกอบการที่ก่อให้เกิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในนิคมอุตสาหกรรม โดยให้ดำเนินการตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ด้วย ตามนัย ประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 29/2541 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วในนิคมอุตสาหกรรม และพระราชบัญญัติการสาธารณสุขพ.ศ. 2535

เล่ม 121

ตอนพิเศษ 84 ง

วันที่ 28 กรกฎาคม 2547

เมื่อพ้นกำหนด 60 วัน

นับแต่วันที่ประกาศ

เป็นต้นไป

เรื่อง	สาระสำคัญ	ราชกิจจานุเบกษา
--------	-----------	-----------------

กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. 2546

<p>ประกาศคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เรื่อง ข้อกำหนดและมาตรการออกตามกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. 2546</p>	<p>กำหนดให้ดำเนินการทุกขั้นตอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม การคัดแยก การจำแนก จัดเก็บ การบำบัด การแปรสภาพ การทิ้งและการขจัดกากกัมมันตรังสี รวมถึงการขนส่งกากกัมมันตรังสี ตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศ</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 17 ง วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2547</p>
--	--	---

กฎกระทรวงกำหนดหน้าที่ของผู้รับอนุญาตนำหรือส่งยานยนต์เข้ามามีในราชอาณาจักรปฏิบัติเกี่ยวกับเภสัชเคมีภัณฑ์ที่เป็นสารออกฤทธิ์หรือเภสัชเคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของสารออกฤทธิ์ พ.ศ. 2547

<p>ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง เภสัชเคมีภัณฑ์ที่เป็นสารออกฤทธิ์หรือเภสัชเคมีภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของสารออกฤทธิ์ที่การนำหรือส่งเข้ามาในราชอาณาจักรต้องเป็นไปตามกฎกระทรวงและแบบบัญชีที่กำหนด พ.ศ. 2547</p>	<p>กำหนดให้ผู้รับอนุญาตนำหรือส่งเข้ามาในราชอาณาจักรซึ่งเภสัชเคมีภัณฑ์ที่กำหนดต้องทำบัญชีและส่งรายงานให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา</p>	<p>เล่ม 121 ตอนพิเศษ 86 ง วันที่ 30 กรกฎาคม 2547</p>
---	---	--