บทที่ 1

บทนำ

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Fundamental of Environment)

การศึกษาสิ่งแวดล้อมนั้นถือได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการทำความเข้าใจสิ่งที่อยู่รอบตัวมนุษย์ เพราะมนุษย์นั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นับตั้งแต่มนุษย์เกิดขึ้นมาบนโลก แรกเริ่มมนุษย์มีความพยายามที่จะดำรงชีวิตให้สอดคล้องด้วยการปรับตัวให้เข้ากับธรรมชาติเรื่อยมาจนถึงยุคที่จำนวนประชากรเพิ่มจำนวนขึ้นและมีการนำอุตสาหกรรมเข้ามาใช้ร่วมกับการดำเนินชีวิต ก่อให้เกิดการเสียสมดุลของสิ่งแวดล้อม ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตและวิถีชีวิตของมนุษย์ ผลกระทบที่เกิดขึ้นนำพามาซึ่งการปรับตัวเพื่อพยายามหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีแนวโน้มจะรุนแรงเพิ่มขึ้นเพื่อให้เกิดความยั่งยืนไปถึงยังชนรุ่นต่อ ๆ ไป

1.1 ความหมายของสิ่งแวดล้อม

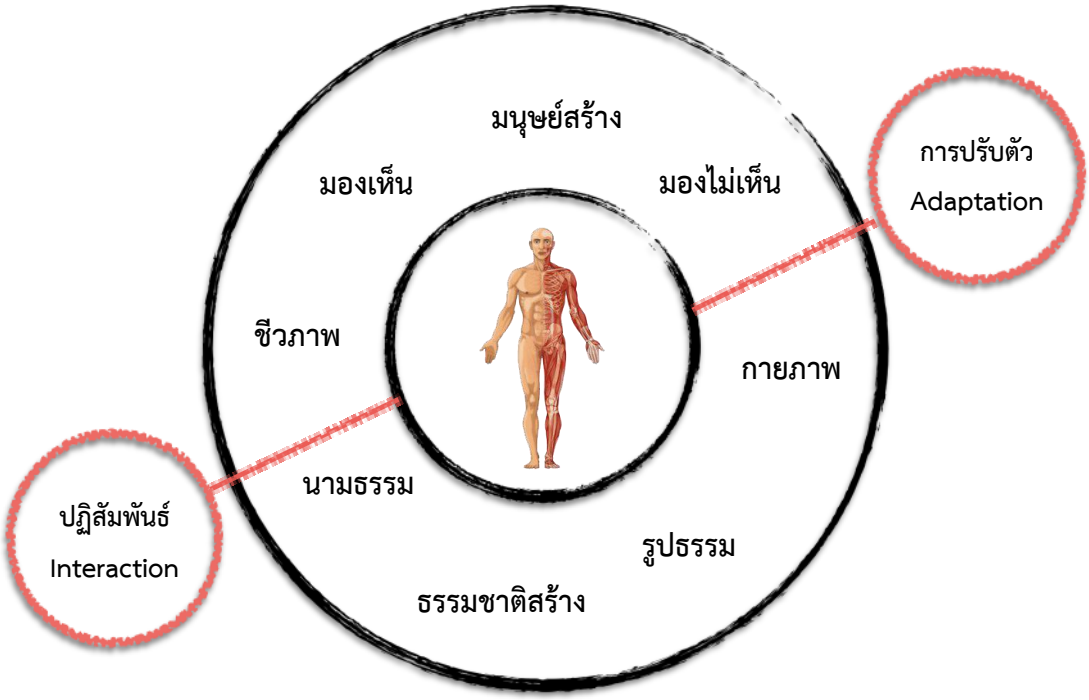
“สิ่งแวดล้อม” หรือ “Environment” ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ ได้ให้ความหมายไว้ว่า “สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น”

สำหรับคำว่า Environment หรือ Natural Environment หรือ สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ การที่ถูกล้อมรอบด้วยสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติบนผิวโลก ซึ่งสิ่งแวดล้อมในที่นี้รวมไปถึง อุณหภูมิ สภาพอากาศ และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ นั้นจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของมนุษย์และกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Natural environment, 2017)

“ทำไมต้องรู้ความสัมพันธ์ของชีวิตกับสิ่งแวดล้อม?”

เพราะ *ณ ตอนนี้ สิ่งแวดล้อมที่มีมาแต่เดิมมีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ทั้งกายภาพและสังคม*

เพราะ *สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และมนุษย์คือส่วนหนึ่งของสิ่งแวดล้อม ที่ต้องพึ่งพาสวล. และเป็นตัวการที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมลงอย่างมาก*



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของสิ่งแวดล้อม

1.2 ประเภทของสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมนั้นถูกจำแนกออกอย่างหลากหลายตามผู้เขียนตำราและการให้คำนิยาม (รูป 1.1) สำหรับในที่นี้จะกล่าวถึงสิ่งแวดล้อมที่สามารถจำแนกประเภทของสิ่งแวดล้อมเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ และชัดเจนที่สุด ซึ่งได้แก่ สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (Natural Environment) และสิ่งแวดล้อมมนุษย์สร้าง (Man-Made Environment)

อย่างไรก็ดีจากรูป 1.1 จะสังเกตุเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตนอกเหนือจากมนุษย์แล้วยังมีพืชและสัตว์รวมอยู่ในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตด้วยเช่นกัน ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ถ้าต้องการจะอาศัยอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ๆ ได้จะต้องมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ รวมไปถึงการปรับตัว (Adaptation) เพื่อให้สามารถอาศัยและดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้นให้ได้

1.2.1 สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (Natural Environment)

สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติก็สิ่งที่เกิดขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งการเกิดนั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องมีตัวแปรขอเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง สิ่งแวดล้อมนี้สามารถใช้เวลาเกิดได้ตั้งแต่หนึ่งชั่วโมงจนไปถึงหลายล้านปี ตามคุณลักษณะของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาตินั่นคือ สิ่งแวดล้อมใด ๆ จะต้องมีการอาศัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เสมอ ไม่สามารถอยู่ได้โดยลำพัง ซึ่งประกอบไปด้วย 2 กลุ่มย่อย

1) สิ่งแวดล้อมมีชีวิต (Biotic Environment) คือ หน่วยของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น จุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว รวมไปถึงพืชและสัตว์อื่น ๆ สามารถสืบพันธุ์ได้ มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในที่นี่สิ่งมีชีวิตอันได้แก่ มนุษย์ สัตว์และพืชจะไม่ถูกนับรวมเนื่องจากเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรงอยู่แล้ว

2) สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Environment) คือ สิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีลักษณะตรงข้ามกับสิ่งแวดล้อมมีชีวิต นั่นคือจะไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ ไม่มีการปรับตัวเพื่อความอยู่รอด สามารถมองเห็นจับต้องได้และมองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่น อุณหภูมิ ลำธารความชื้น รังสี แสงแดด ในตำราบางเล่มจะเรียกว่าสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

1.2.2 สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-Made Environment)

สิ่งแวดล้อมที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์จากการพัฒนาด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเปลี่ยนแปลงธรรมชาติให้ตอบสนองความต้องการของมนุษย์เอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม

1) สิ่งแวดล้อมทางวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมที่มองเห็น (Physical Environment) คือ สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์เข้ามาเปลี่ยนแปลงเพื่อตอบสนองความต้องการและอำนวยความสะดวกให้มนุษย์ในการดำรงชีวิต สามารถจับต้องและมองเห็นได้ เช่น อาคารบ้านเรือน สะพาน ยานพาหนะ

2) สิ่งแวดล้อมทางสังคม (Social Environment) คือ สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นระเบียบแบบแผนทางสังคมให้คนที่อยู่ร่วมกันได้ปฏิบัติตามเพื่อความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นและไม่สามารถจับต้องได้ เช่น ประเพณี ศาสนา ความเชื่อ กฎหมาย รวมถึงนวัตกรรมต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมา

1.3 คุณลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม

คุณลักษณะเฉพาะตัว หมายถึงสิ่งที่บ่งบอกความเป็นอัตลักษณ์ที่มีอยู่ในตัวของสิ่งนั้น ๆ ในที่นี้หมายถึงตัวสิ่งแวดล้อม โดยคุณลักษณะของสิ่งแวดล้อมมีดังต่อไปนี้

1) สิ่งแวดล้อมทุกชนิดมีเอกลักษณ์เด่นเฉพาะตัว (Unique) สามารถแสดงเอกลักษณ์นั้นออกมาได้อย่างชัดเจนไม่ว่าจะอยู่ที่ใด เช่น ต้นไม้ มนุษย์ อาคาร จะไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดเหมือนกันหรือทำหน้าที่เหมือนกัน

2) สิ่งแวดล้อมจะไม่อยู่โดดเดี่ยวในธรรมชาติแต่ต้องมีสิ่งแวดล้อมอื่นอยู่ด้วยเสมอ เช่น ปลากับน้ำ ต้นไม้กับดิน เมื่อแยกสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกจากกันอาจทำให้สิ่งแวดล้อมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือล้มตายลง

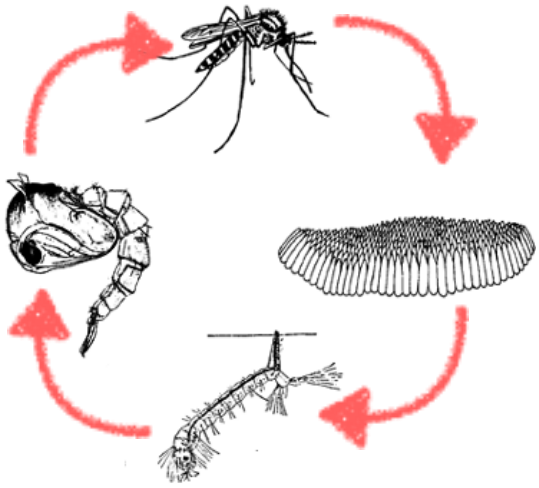
3) สิ่งแวดล้อมหนึ่ง ๆ มีความต้องการสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วยเสมอเพื่อความอยู่รอดของตัวสิ่งแวดล้อมเอง เช่น ปลาต้องอาศัยน้ำเพื่อดำรงชีวิต ต้นไม้ต้องการดินเพื่อเจริญเติบโตและตั้งลำต้น อย่างไรก็ดีบางความเห็นอาจแย้งว่าต้นไม้ก็สามารถปลูกในน้ำได้เช่นกัน แต่ยังไงต้นไม้ส่วนใหญ่ก็ยังต้องอาศัยดินเสมอ

4) สิ่งแวดล้อมมีการอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นระบบ เรียกว่า ระบบนิเวศ หรือระบบสิ่งแวดล้อม ซึ่งภายในระบบนิเวศจะมีกลไกหรือวัฏจักร์ (Cycle) ในการควบคุมระบบนิเวศนั้น ๆ ให้สามารถดำรงอยู่ได้ เมื่อใดก็ตามที่วัฏจักร์ภายในระบบนิเวศขาดไปจะมีผลต่อระบบนิเวศทั้งหมด

5) สิ่งแวดล้อมทั้งหลายมีความเกี่ยวเนื่องกันเป็นแบบ “ลูกโซ่” ดังนั้นสิ่งแวดล้อมใดถูกทำลายก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอื่นเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมไม่มีชีวิต (Abiotic Environment) ผลที่ตามมาคือพืชพรรณหรือสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต (Biotic Environment) จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ เนื่องจากน้ำและดินมีไม่มีความเหมาะสมแก่การเจริญเติบโต

6) สิ่งแวดล้อมมีความทนทานและเปราะบางต่อสิ่งที่มากระทำในระดับที่แตกต่างกันออกไป เช่น ต้นตะบองเพชรสามารถทนทานต่อสภาพดินทรายและอุณหภูมิที่สูงได้ดีกว่าพืชทั่วไป

7) สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งในรูปแบบชั่วคราว เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศ หรือฤดูกาล และแบบถาวร เช่น การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต



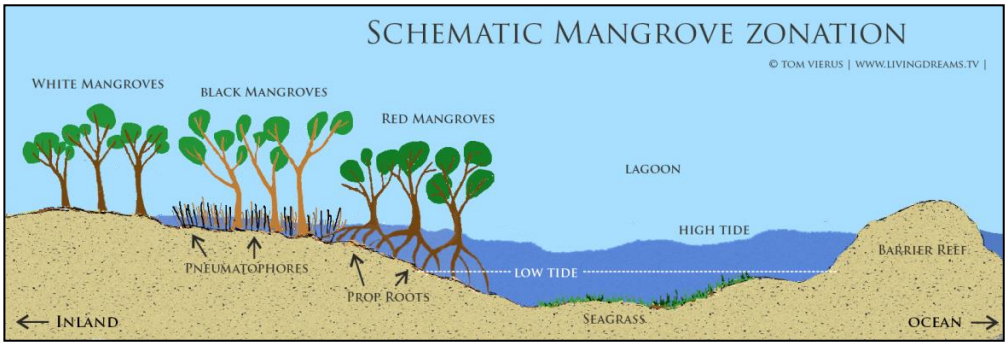
รูปที่ 1.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพแบบถาวรของสิ่งแวดล้อมแบบมีชีวิต

1.4 ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกำหนดลักษณะของสิ่งแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันไปตามพื้นที่นั่นก็คือลักษณะทางภูมิศาสตร์ ที่เป็นปัจจัยกำหนดลักษณะของสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในพื้นที่หนึ่ง ๆ ประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ

1.4.1 ลักษณะทางภูมิประเทศ (Topography)

ลักษณะภูมิประเทศ หมายถึง การศึกษารูปร่างและลักษณะของพื้นผิวของโลกทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้นมา ได้แก่ ภูเขา แอ่งน้ำ ถนน อาคารบ้านเรือน รวมไปถึงประวัติศาสตร์ที่เกิดขึ้นและวัฒนธรรมที่ปรากฏในพื้นที่นั้น (Topography, 2017) ผลของความหลากหลายของรูปแบบที่เกิดขึ้นก็ส่งผลต่อลักษณะทางภูมิประเทศด้วยเช่นกัน ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชายฝั่งทะเล (Shore lines and Coasts) พืชพรรณบริเวณนั้นก็จะมีความทนทานต่อน้ำเค็มและน้ำกร่อยได้ดีกว่ามีลักษณะทางกายภาพของพืชที่เป็นจำเพาะเจาะจง เช่น เป็นดินเลนมีต้นโกงกางซึ่งจะมีใบหนากว่าพืชทั่วไปเพื่อใช้ในการสกัดเกลือ หรือตัวอย่างพื้นที่ราบสูงที่ได้รับผลจากทิศทางลม ความสูง ปริมาณน้ำฝน และความชื้น ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของสิ่งแวดล้อมขึ้น รูปที่ 1.3 แสดงให้เห็นว่าระยะไม่กี่เมตรจากชายฝั่งก็มีผลต่อสปีชี่ส์ของระบบนิเวศป่าชายเลน ได้แก่ ชายเลนแดง ชายเลนดำ และป่าชายเลนขาว ตามลำดับ



รูปที่ 1.3 ภูมิประเทศบริเวณชายฝั่ง

1.4.2 ลักษณะภูมิอากาศ (Climate)

ลักษณะภูมิอากาศ หมายถึง สภาพอากาศของพื้นที่ใด ๆ ที่ได้รับอิทธิพลของตำแหน่งบนผิวโลก ลักษณะของภูมิประเทศ ความสูง และความใกล้-ไกลแหล่งน้ำ และเกิดขึ้นในระยะเวลาที่ยาวนานเพียงพอก่อให้เกิดเป็นลักษณะเฉพาะขึ้น ซึ่งสภาพภูมิอากาศสามารถจำแนกได้ตามค่าเฉลี่ยจากหลากหลายตัวแปร ที่นิยมก็ได้แก่ อุณหภูมิและปริมาณหยาดน้ำฟ้า (Climate, 2017) ซึ่งตัวแปรเหล่านี้เองก็มีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้น

1) จำแนกจากอุณหภูมิ สามารถแบ่งได้เป็น 3 เขตดังนี้

1. เขตภูมิอากาศร้อน (Tropical Zone) พื้นที่ที่อยู่ระหว่าง 23.5 องศาใต้ถึง 23.5 องศาเหนือ ซึ่งบริเวณนี้จะเป็นพื้นที่ที่ได้รับปริมาณแสงอาทิตย์สูงที่สุด แต่ก็ไม่จำเป็นเสมอไปที่จะต้องมีอุณหภูมิสูงที่สุด เนื่องจากปัจจัยเรื่องความใกล้ทะเลที่ใช้พลังงานความร้อนในการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ผลของ

ความชื้นที่มากผสานกับความร้อนก็ให้เกิดการก่อตัวของเมฆและปริมาณน้ำฝนที่มากกว่าพื้นที่อื่น (Latitude & Climate Zones, n.d.) ด้วยเหตุผลดังกล่าวสภาพภูมิอากาศในเขตร้อนจึงมีความชื้นสูง อุณหภูมิและปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปีสูงกว่าพื้นที่อื่น สิ่งแวดล้อมที่พบในบริเวณนี้จึงมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศร้อน เช่น พันธุ์ไม้-ผลไม้เขตร้อนนานาชนิด เช่น ขนุน น้อยหน่า มะม่วง และสัตว์ขนสั้นชนิดต่าง ๆ เช่น ลิงบาบูน แรด ช้าง เป็นต้น

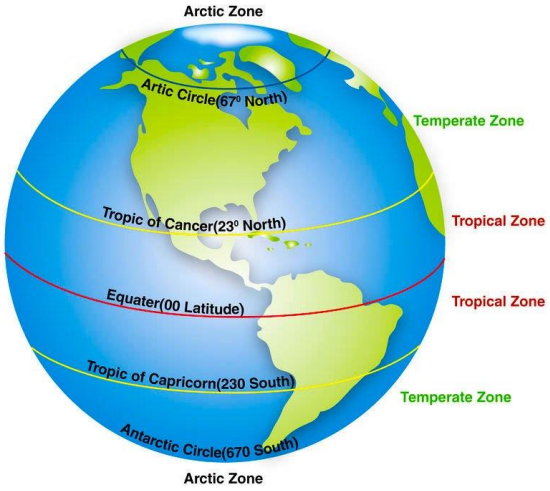
2. เขตภูมิอากาศอบอุ่น (Temperate Zone) พื้นที่อยู่ระหว่างอาร์คติกและเขตร้อน 23.5 องศาเหนือ-ใต้ และ 66.5 องศาเหนือ-ใต้เนื่องจากละติจูดและลองจิจูดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะทางจากดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเท่ากับพลังงานความร้อนที่ลดลง พื้นที่ดังกล่าวจึงมีความอบอุ่นและมี 4 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว และฤดูใบไม้ผลิ สิ่งแวดล้อมที่ปรากฏในพื้นที่บริเวณนี้จะพบพืชพรรณที่ทนหนาวได้ เช่น ต้นโอ๊ค ต้นวอลนัท เป็นต้น สำหรับสัตว์ก็จะมีขนที่ยาวสามารถปกป้องจากความหนาวเย็นได้ เช่น ประเทศจีนที่อยู่ในละติจูดนี้ก็จะเป็นหมีแพนด้า เป็นต้น

3. เขตภูมิอากาศหนาว (Polar/Arctic Zone) พื้นที่อยู่ที่ 66.5 องศาเหนือ-ใต้เป็นต้นไป ด้วยสาเหตุที่พื้นที่มีความลาดมีมุมรับแสงอาทิตย์น้อยกว่าทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยหิมะตลอดทั้งปี เหตุผลที่ว่าพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ที่ต่ำหิมะที่ตกลงมาจึงไม่มีโอกาสที่จะละลายหรือระเหยเป็นไอ สภาพอากาศจึงแห้งตลอดทั้งปี สิ่งแวดล้อมในบริเวญนี้จึงเป็นสภาพอากาศที่หนาวเย็น มีพืชพรรณไม่กี่ชนิดที่สามารถยืนต้นอยู่ได้ สิ่งมี ชีวิตที่พบก็ได้แก่ หมีขาว แมวน้ำ เป็นต้น

2) จำแนกจากปริมาณน้ำฝน สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 เขตตามตาราง 1.1

ตารางที่ 1.1 การจำแนกภูมิอากาศโดยอาศัยปริมาณน้ำฝน

ที่	เขตภูมิอากาศ	ปริมาณน้ำฝน (mm/y)	ลักษณะฝน	พืชพรรณธรรมชาติ
1	แห้งแล้ง	0-250	ไม่มีฝน/เบาบางมาก	ทะเลทราย
2	กึ่งแห้งแล้ง	250-500	เบาบาง	ทุ่งหญ้า
3	กึ่งชุ่มชื้น	500-1000	ปานกลาง	ไม้พุ่ม
4	ชุ่มชื้น	1000-2000	หนัก	ป่าไม้
5	ชุ่มชื้นมาก	<2000	หนักมาก	ป่าดงดิบ



รูปที่ 1.4 การแบ่งเขตภูมิอากาศโลก (โซน)

1.5 มิติของสิ่งแวดล้อม (Environmental Dimensions)

การศึกษาสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องทั้งแบบรูปธรรมและนามธรรม เพื่อให้การศึกษาสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นมิติของสิ่งแวดล้อมจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้การตีความที่เป็นรูปธรรมมีความชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการแบ่งสิ่งแวดล้อมตามความหมายและคุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อมออกเป็น 4 มิติ ดังนี้

1) มิติทางทรัพยากร (Resource Dimension)
2) มิติทางเทคโนโลยี (Technology Dimension)
3) มิติของเสียและมลพิษ (Waste Dimension)
4) มิติมนุษย์หรือสังคม (Social Dimension)

สำหรับความหมายของคำว่า “มิติ” หรือ “Dimension” จะหมายถึง การหาขอบเขตหรือการให้ขนาดกับสิ่งของที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ในที่นี้ “มิติสิ่งแวดล้อม” จึงหมายถึงการหาขอบเขตของสิ่งแวดล้อมเพื่อให้คำนิยามและจำแนกหมวดหมู่ให้เป็นรูปธรรมและใช้ตีความหมายคุณลักษณะของสิ่งแวดล้อมนั้น

1.5.1 มิติทางทรัพยากร (Resource Dimension)

1) ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resource) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นเอง มีอยู่โดยทั่วไปตามธรรมชาติ และมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์มี 3 ประเภท

1. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมด (Inexhaustible Natural Resource) คือ ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด ซึ่งทรัพยากรประเภทนี้สามารถใช้เป็นพลังงานทดแทน (Alternative Energy) ได้เนื่องจากคุณลักษณะดังกล่าว เช่น แสงอาทิตย์ ลม น้ำ

2. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วทดแทนได้ (Renewable Natural Resources) คือ ทรัพยากรที่สามารถฟื้นคืนสภาพได้โดยอาศัยระยะเวลาที่เหมาะสมและเป็นทรัพยากรที่มนุษย์ใช้เป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิต ตราบเท่าที่ทรัพยากรเหล่านั้นไม่ถูกทำลายหรือเสื่อมโทรมจนไม่สามารถฟื้นคืนสภาพได้ เช่น สัตว์ ป่าไม้ แหล่งน้ำจืด ดิน เป็นต้น

3. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป (Exhaustible or Non-Renewable Natural Resources) คือ ทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้แล้วหมดสิ้นไปหรือสามารถทดแทนได้แต่ต้องอาศัยเวลาที่ยาวนาน ส่วนมากจะเป็นทรัพยากรแร่ธาตุ เช่น แร่โลหะ แร่อโลหะ และแร่เชื้อเพลิง

2) ทรัพยากรที่มนุษย์สร้าง (Man-Made Resource) คือ สิ่งที่เกิดจากความต้องของมนุษย์ที่นำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาสกัดเอาประโยชน์ ด้วยการเปลี่ยนแปลงและดัดแปลงให้ตรงกับความต้องการในการดำรงชีวิต ซึ่งทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์นั้นจะได้ผลลัพธ์ประกอบด้วย 2 ประเภทได้แก่ ทรัพยากรชีวกายภาพ (Bio-Physical Resources) ที่ทรัพยากรถูกนำมาผลิตให้เป็นรูปธรรม เช่น การนำเอาม่อนไหมมาผลิตเป็นผ้าไหม หรือ การนำดินมาผลิตเป็นถ้วยชาม อีกประเภท คือ ทรัพยากรทางเศรษฐสังคม (Social-Economic Resource) เป็นการนำเอาวัตถุดิบหรือทรัพยากรมาเป็นปัจจัยก่อให้เป็นนามธรรม ได้แก่ กฎหมาย วัฒนธรรม ประเพณี

3) ทรัพยากรทางปฏิบัติ (Practical Resource) หมายถึง การนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาใช้เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตประเภทอื่น ๆ โดยมนุษย์และธรรมชาติเอง ดังนั้นสิ่งแวดล้อมจึงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทรัพยากรทางปฏิบัตินี้สามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้ (พงศธร คำใจหนัก, 2554ก)

1. ทรัพยากรกายภาพ (Physical Resource) ทรัพยากรพื้นฐานที่เป็นคุณประโยชน์กับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น สามารถจับต้องและมองเห็นได้ เช่น อากาศ แสงอาทิตย์ แร่ธาตุ

2. ทรัพยากรชีวภาพ (Biological Resource) สสารหรือวัตถุในสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต การซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ รวมถึงจำเป็นต่อการสืบพันธุ์ เช่น พืชพรรณที่เป็นอาหารให้แก่สิ่งมีชีวิตทั้งเป็นอาหารและใช้เป็นที่อยู่อาศัย (Resource (biology), 2016)

3. คุณค่าการจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (Human Use Values) ประโยชน์ที่ได้จากการนำทรัพยากรทั้งกายภาพและชีวภาพมาสกัดเอาประโยชน์ให้เกิดคุณค่าจากทรัพยากรเหล่านั้น เช่น การปศุสัตว์ การเกษตร อุตสาหกรรม ฯลฯ

4. คุณค่าของคุณภาพชีวิต (Life Quality Values) ประโยชน์จากการนำเอาทรัพยากรมาใช้และก่อให้เกิดคุณค่าแก่ชีวิตมนุษย์ยังผลให้คุณภาพของชีวิตของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น เช่น การศึกษา สุขภาพอนามัย เศรษฐกิจ ฯลฯ

1.5.2 มิติเทคโนโลยี (Technology Dimensions)

กระบวนการนำเอาทรัพยากรมาใช้หรือสกัดเพื่อให้เกิดประโยชน์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ประโยชน์จากทรัพยากรสูงสุด ซึ่งเทคโนโลยีจะประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ คือ กระด้างภัณฑ์หรือฮาร์ดแวร์ (Hardware) อันได้แก่ เทคโนโลยีสมัยใหม่ อุปกรณ์และเครื่องมือที่เกิดจากนวัตกรรมใหม่ และอีกส่วนคือละมุนภัณฑ์หรือซอฟท์แวร์ (Software) คือ ชุดคำสั่ง ทฤษฎี กระบวนการ ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เทคโนโลยี

1.5.3 มิติมลพิษ (Waste Dimensions)

มิติที่เป็นผลพวงมาจากมิติเทคโนโลยี ซึ่งเกิดจากการน้ำเอาเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเอาประโยชน์จากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเกิดมลพิษและของเสียขึ้นในระหว่างกระบวนการนำมาใช้ประโยชน์ของเสียดังกล่าวสามารถเกิดได้ทั้ง ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ รวมทั้งพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานเสียง พลังงานจลน์ แรงสั่นสะเทือน ฯลฯ อย่างไรก็ตามมลพิษที่เกิดขึ้นจะยังไม่แสดงผลทันแต่จะมีการสะสมเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนถึงจุดอิ่มตัวแล้วจะแสดงอาการออกมา (พงศธร คำใจหนัก, 2554ข)

1.5.4 มิติมนุษย์และเศรษฐสังคม (Human/Social-Economic Dimensions)

มิติที่มีความสำคัญมากมิติหนึ่ง เนื่องจากมิติมนุษย์ถือได้ว่าเป็นมิติที่มีอิทธิพลต่อการเกิดมิติของเสียและมิติเทคโนโลยีรวมถึงการทำให้มิติทรัพยากรมีการเปลี่ยนแปลงในทางลบ สามารถจำแนกตัวชี้วัดได้ดังนี้

1) ประชากร การเปลี่ยนแปลงประชากรส่งผลต่อการใช้ทรัพยากร

2) การศึกษา จะแสดงถึงคุณภาพประชากรในการที่จะช่วยกันอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

3) การอนามัย/สาธารณสุข มนุษย์ถ้ามีสุขภาพอนามัยดี ก็จะมีศักยภาพในการที่จะทำหน้าที่ในสังคม จึงเป็นตัวควบคุมทรัพยากรทั้งทางตรงและทางอ้อม

4) เศรษฐกิจ ชีวิตความเป็นอยู่ อาชีพ เงินออม แผนการพัฒนาเศรษฐกิจ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อม (ศิริ ไชยช่อฟ้า, 2551)

1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (Biotic and Environment Relationship)

เนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อมที่กล่าวในหัวข้อ 1.3 กล่าวคือ สิ่งแวดล้อมหนึ่ง ๆ มีความต้องการสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ด้วยเสมอเพื่อความอยู่รอดของตัวสิ่งแวดล้อมเอง ดังนั้นสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ต้องมีความสัมพันธ์กันทางใดทางหนึ่ง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระบบก็จะส่งผลต่อเนื่องเป็นทอดไป ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมได้ถูกจำแนกดังนี้

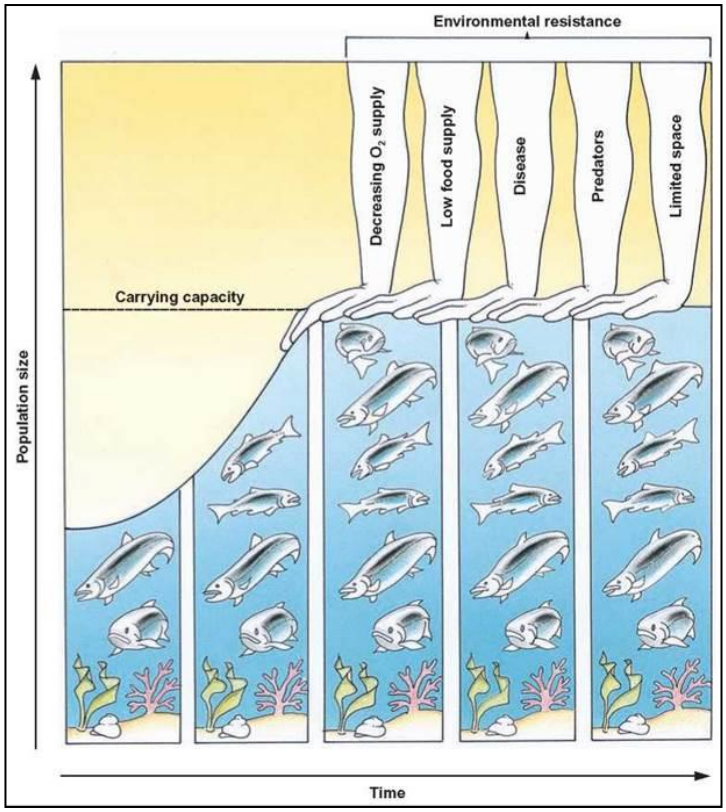
1) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต
2) ความสมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง

1.6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต

สิ่งแวดล้อมมีชีวิต (Biotic Environment) กล่าวได้ว่าคือสิ่งที่อยู่รอบตัวเรามีทั้งมองเห็นและมองไม่เห็น จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ เช่น รังสี อุณหภูมิ ความชื้น แสงอาทิตย์ ดิน น้ำ ลม อากาศ ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดที่ยกตัวอย่างมาเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตใช้ในการดำรงชีวิตตั้งแต่ เกิด เจริญเติบโต สืบพันธุ์ และกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมไม่มีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กันอยู่เสมอเมื่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งขาดหายหรือการทำงานหยุดชะงักลงจากความไม่เหมาะสมของปัจจัยของ สภาพแวดล้อมก็จะส่งผลต่ออีกสิ่งหนึ่งด้วยเช่นกัน ซึ่งปัจจัยนั้นถูกเรียกว่า “ปัจจัยจำกัด” หรือ “Limiting Factor”

ปัจจัยจำกัดถ้าพูดในเชิงปัจจัยในการดำรงชีวิตก็จะพูดถึงการมีอยู่อย่างเพียงพอของอาหาร น้ำ ที่หลบภัยที่ใช้ในการดำรงชีวิตและมีผลต่อจำนวนประชากรของสัตว์และพืช หรือปัจจัยจำกัดอาจกล่าวถึงการแข่งขันเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากร การล่าเหยื่อและถูกล่าโดยผู้ล่าเพื่อเป็นอาหาร และโรคภัยไข้เจ็บที่มีผลจำนวนประชากรสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่น เมื่อปัจจัยจำกัดเปลี่ยนแปลงประชากรของสัตว์และพืชก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย พืชที่เป็นอาหารของสัตว์มีปริมาณเพิ่มขึ้นในพื้นที่หนึ่งสัตว์ที่กินพืชชนิดนี้เป็นอาหารก็อาจจะเพิ่มจำนวนตามไปด้วย เป็นต้น นอกจากนั้นปัจจัยจำกัดยังเป็นตัวกำหนดความสมดุลของธรรมชาติอีกทางหนึ่ง ในแง่ของถ้าประชากรของสิ่งมีชีวิตมีแต่เพิ่มอย่างเดียวย่อมเกิดปัญหาประชากรล้น (Overpopulation) ตามมา (Limiting Factor, n.d.)

สำหรับกฎเกี่ยวกับปัจจัยจำกัดก็จะมีอยู่ 2 กฎด้วยกัน นั่นคือ กฎความต้องการต่ำสุด (Law of Minimum) สามารถยกตัวอย่างของประชากรปลา (รูปที่ 1.5) โดยให้ปัจจัยของแต่ละแขนเหนือกราฟเป็นปัจจัยจำกัด ถ้าแขนในธรรมชาติมีอยู่น้อยกว่าความต้องการของปลา ประชากรของปลาก็จะไม่สามารถขยายได้ ดังนั้นแขนจึงเป็นปัจจัยจำกัด กฎข้อที่สอง คือ กฎแห่งการทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง (Law of Tolerance) ตัวอย่างเช่น พืชชนิด ก สามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 30 ถึง 38 องศาเซลเซียสนั่นหมายความว่าพืชชนิด ก จะไม่สามารถเจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 30 และสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส



รูปที่ 1.5 ปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อขนาดของประชากรปลา

1.6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง

ความสัมพันธ์ในรูปแบบน้จะมีอยู่ 2 ประเภท คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (Intraspecific Relationship) และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (Interspecific Relationship)

1) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (Intraspecific Relationship) ความสัมพันธ์ที่มีแสดงให้เห็นถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบหรือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในกลุ่มหรือประเภทของสปีชี่ส์เดียวกันในลักษณะของความสัมพันธ์แบบนี้จะสามารถจำแนกประเภทออกได้เป็นสองแบบ คือ แบบแข่งขันกัน (Competition) ซึ่งจะมีการแข่งขันกันเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากรที่เป็นอาหารและปัจจัยต่าง ๆ รวมไปถึงสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตเพื่อให้สามารถอยู่รอดและสืบพันธุ์ ตัวอย่างเช่น การต่อสู้กันของสิ่งมีชีวิตในรูป 1.6 เพื่อแก่งแย่งเพศเมียหรือเพื่อปกป้องอาณาเขตของตน และแบบร่วมมือกัน (Cooperation) คือ ความสัมพันธ์ที่ถูกแบ่งเป็นชนชั้น (Hierarchy) มีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไปแต่หน้าที่ที่ทำก็เพื่อจุดประโยชน์ของส่วนรวมซึ่งความสัมพันธ์แบบนี้สามารถสังเกตเห็นได้ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น ปลวก มด ผึ้ง ที่มีการแบ่งชนชั้นในกลุ่มตามหน้าที่เพื่อการทำงานที่แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างของอาณาจักรผึ้งก็จะประกอบด้วย นางพญาผึ้ง ผึ้งงาน ผึ้งทหาร เป็นต้น

รูปที่ 1.6 Intraspecific Relationship

2) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน (Interspecific Relationship) ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีสปีชี่ส์ (Species) ที่แตกต่างกันซึ่งตำราแต่ละเล่มจะแบ่งลักษณะของความสัมพันธ์ออกเป็นประเภทแตกต่างกันแต่ในตำราเล่มนี้จะแบ่งลักษณะของความสัมพันธ์ออกเป็น 7 ประเภทดังนี้

1. แบบพึ่งพา (Mutualism) (+,+) ความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่กิจกรรมที่กระทำก่อให้เกิดประโยชน์กับสิ่งมีวิตทั้งสองชนิดเอง ซึ่งอาจจะไม่สามารถอยู่รอดได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวถ้าขาดสิ่งมีชีวิตหนึ่งไป ตัวอย่าง แมลงกับดอกไม้ (Pollination) และการอยู่ร่วมกันระหว่างปลาบู่ (Goby fish) ที่ป้องกันภัยจากผู้ล่าให้กุ้งตาบอด (รูปที่ 1.7)

รูปที่ 1.7 ความสัมพันธ์แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน

2. แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation) (+,+) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่ได้ประโยชน์ร่วมกันโดยที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดไม่ต้องมีปฏิสัมพันธ์กันเลยสามารถแยกกันอยู่ได้ ขาดจากกันก็ไม่มีผลกระทบเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น นกเอี้ยงที่ช่วยกำจัดเห็บ ริ้นไร บนหลังควาย ในขณะที่นกได้อาหารในขณะเดียวกันควายก็ไม่มีเห็บ ริ้นไร หรือ มดดำกับเพลี้ย (รูปที่ 1.8)

รูปที่ 1.8 ความสัมพันธ์แบบได้ประโยชน์ร่วมกัน

3. แบบเกื้อกูล (Commensalism) (+,0) ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นทั้งสิ่งมีชีวิตเพียงตัวเดียวและระหว่างสิ่งมีชีวิตสองชนิด โดยที่สิ่งมีชีวิตหนึ่งสามารถให้ประโยชน์กับอีกฝ่าย (Host) เช่น อาหาร พลังงาน และจะไม่ทำให้ก่อให้เกิดอันตรายทั้งสองฝ่าย ได้แก่ ฉลามกับเหาฉลาม (รูปที่ 1.9)

รูปที่ 1.9 ความสัมพันธ์แบบเกื้อกูล

4. แบบผู้ล่า (Predation) (+,-) เป็นความสัมพันธ์ที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ (Predator) และอีกฝ่ายเสียประโยชน์หรือเสียชีวิต (Prey) ซึ่งความสัมพันธ์นี้ยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural Selection) ระบบห่วงโซ่อหาร (Food Chain) และการควบคุมสิ่งมีชีวิตให้อยู่ระดับที่ธรรมชาติสามารถรองรับได้ (Carrying Capacity) อีกด้วย (รูปที่ 1.10)

รูปที่ 1.10 ความสัมพันธ์แบบผู้ล่า

5. แบบปรสิต (Parasitism) (+,-) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งสองฝ่ายที่เป็นผู้ให้อาศัย (Host) และปรสิตที่มาอาศัยอยู่ (Parasites) โดยปกติปรสิตจะไม่ทำให้ผู้ให้อาศัยเสียชีวิต มีขนาดเล็กกว่าและสามารถ

ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วกว่าผู้ให้อาศัย เพียงแต่ได้ประโยชน์จากผู้ให้อาศัย เช่น เห็บ เชื้อราบนเปลือกไม้ ปรสิตในตัวมนุษย์ (รูปที่ 1.11)

รูปที่ 1.11 ปรสิตที่เข้าไปกัดกินและทำตัวเสมือนลิ้นของปลา

6. แบบไม่ได้ไม่เสียประโยชน์ (Neutralism) (0,0) สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดอยู่ร่วมกันโดยไม่มีฝ่ายใดได้และฝ่ายใดเสียประโยชน์ อาจอาศัยเป็นเพื่อน เช่น สุนัขกับคน

7. แบบแข่งขัน (Competition) (-,-) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตหรือสายพันธุ์เพื่อให้ได้มาซึ่งปัจจัยที่มีอยู่จำกัด เช่น อาหาร ที่อยู่ ฯลฯ ซึ่งต่างฝ่ายต่างเสียประโยชน์ ตัวอย่างเช่น การแข่งขันเพื่อแย่งอาหารของเสือ อาจทำให้ฝ่ายที่อ่อนแอกว่าบาดเจ็บล้มตายหรืออาจบาดเจ็บล้มตายทั้งสองฝ่ายจากการต่อสู้ (Intraspecific Competition, 2017)

บทที่ 2

ระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ (Ecosystem) คือ ชุมชนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่รวมกับองค์ประกอบไม่มีชีวิตภายในสิ่งแวดล้อมใดสิ่งแวดล้อมหนึ่ง เช่น อากาศ น้ำ และดิน ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่างองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตภายในระบบจะเกี่ยวพันกันในวัฏจักร์สารอาหารและการถ่ายทอดพลังงาน และภายในระบบนิเวศยังมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (Ecosystem, 2017)

ระบบนิเวศ ประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่จะปรากฏอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่ง และปัจจัยทางกายภาพและเคมีจะเป็นปัจจัยก่อให้เกิดสิ่งแวดล้อมไม่มีชีวิต ณ ที่แห่งนั้น ตัวอย่างได้แก่ สระน้ำ ป่าไม้ ปากแม่น้ำ และทุ่งหญ้า ซึ่งขอบเขตของระบบนิเวศจะไม่สามารถกำหนดได้อย่างชัดเจนขึ้นอยู่กับขอบเขต ความสมเหตุสมผล และจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา เป็นหลัก (Ecosystem, 2016)

ระบบนิเวศหนึ่ง ๆ เป็นโครงสร้างที่เปิด มีความสามารถในการควบคุมตัวมันเองประกอบด้วยสิ่งมีชีวิและสิ่งไม่มีชีวิต การที่กล่าวว่าเป็นระบบนิเวศระบบเปิดเพราะมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมีการแลกเปลี่ยนสารและพลังงาน (ราตรี ภารา, 2538)

“น้ำที่ขังอยู่ในรอยตีนควายก็ถือเป็นระบบนิเวศ!” ซึ่งเป็นการยกตัวอย่างของ ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ ซึ่งทำให้เกิดมโนภาพได้ว่าระบบนิเวศไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่เสมอไป เพียงแค่มีองค์ประกอบที่เหมาะสมอันได้แก่ สิ่งแวดล้อมมีชีวิตและไม่มีชีวิตตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป รวมทั้งองค์ประกอบทางกายภาพและเคมีที่เหมาะและมีความสัมพันธ์กันก็สามารถเป็นระบบนิเวศได้ เมื่อขนาดของระบบนิเวศมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นจนถึงระดับโลกจะเรียกว่า “ชีวมณฑล” หรือ “Biosphere”

2.1 ระบบนิเวศ (Ecosystems or Ecosphere or Ecology)

2.1.1 ระบบนิเวศภาคพื้นหรือบนบก (Terrestrial ecosystem)

ระบบนิเวศที่พบเฉพาะบนพื้นโลกชุมชนของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมบริเวณหนึ่ง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนพื้นทวีปและพื้นที่เกาะเท่านั้นมีประมาณร้อยละ 28 ของพื้นที่ทั้งหมดบนโลก สามารถแยกออกจากระบบนิเวศภาคพื้นน้ำโดยดูจากปริมาณน้ำและความจำเป็นของสิ่งมีชีวิตต่อการดำรงชีวิตว่าต้องอากาศแหล่งน้ำเป็นหลัก

หรือไม่ ซึ่งอาจใช้เป็นปัจจัยจำกัด (Limiting Factor) ในการจำแนกประเภทระบบนิเวศภาคพื้นกับภาคพื้นน้ำอีกด้วย นอกจากนั้นยังจำแนกได้จากอุณหภูมิตามฤดูกาลที่มีอุณหภูมิสูงกว่าระบบนิเวศภาคพื้นน้ำในช่วงเวลาเดียวกัน การกระจายของสิ่งมีชีวิต ปริมาณแสงแดด ปริมาณแก๊ส เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไนโตรเจน ที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืชมีสูงกว่าภาคพื้นน้ำก็ถูกนำมาเป็นปัจจัยด้วยเช่นกัน โดยสามารถแบ่งระบบนิเวศภาคพื้นออกได้เป็น 6 ประเภทดังนี้ แบบทุนดร้า (Tundra), แบบไทก้าหรือป่าสน (Taiga), แบบป่าผลัดใบ (Temperate Deciduous Forest), แบบป่าเขตร้อน (Tropical rain forest), แบบทุ่งหญ้า (Grassland) และแบบทะเลทราย (Desert) (Terrestrial ecosystem, 2017)

รูปที่ 2.1 ระบบนิเวศภาคพื้นหรือบนบก

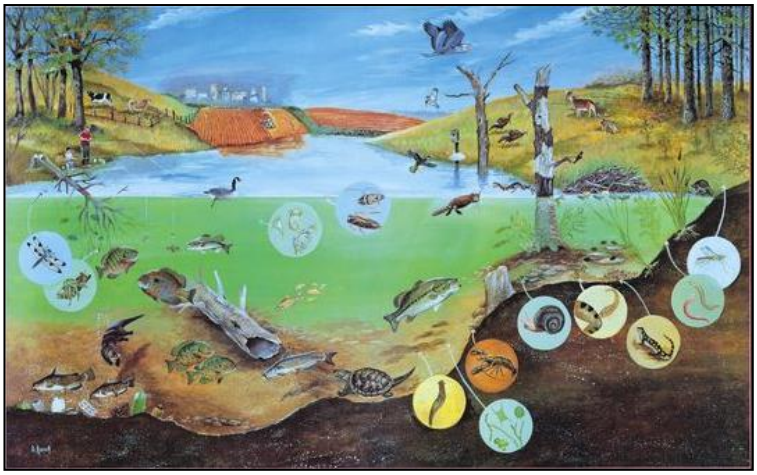
2.1.2 ระบบนิเวศภาคพื้นน้ำ (Aquatic ecosystem)

ระบบนิเวศทางน้ำ หรือ ระบบนิเวศน้ำ คือ ชุมชนของสิ่งมีชีวิตและอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นน้ำ สามารถจำแนกได้ตามปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ 3 ประเภทดังนี้ (Aquatic ecosystem, 2017)

1) แบบน้ำจืด (Freshwater Ecosystem) พบอยู่ประมาณร้อยละ 0.78 บนผิวโลก สามารถสร้างผลผลิตจากแหล่งน้ำจืดได้ราวร้อยละ 3 ของผลผลิตทางน้ำทั้งหมด

2) แบบน้ำกร่อย (Brackish Ecosystem) เป็นแหล่งน้ำที่เกิดจากการปะปนของน้ำเค็มและน้ำจืด ส่วนมากน้ำกร่อยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น นากุ้ง ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบนิเวศโดยเฉพาะทรัพยากรดิน

3) แบบน้ำเค็ม (Marine Ecosystem) มีปริมาณมากเป็นอันดับหนึ่งที่ร้อยละ 71 บนผิวโลก สร้างผลผลิตทางน้ำคิดเป็นร้อยละ 32 ของผลผลิตทางน้ำ



รูปที่ 2.2 ระบบนิเวศภาคพื้นน้ำ

2.2 โครงสร้างของระบบนิเวศ (Ecosystem structure)

โครงสร้างของระบบนิเวศสามารถจำแนกได้เป็นสององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Components) และ องค์ประกอบมีชีวิต (Biotic Components)

2.2.1 องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic components)

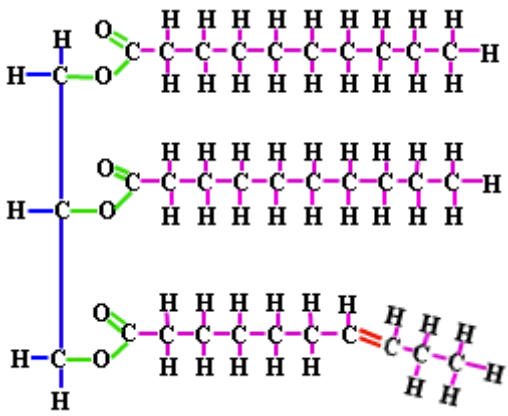
องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต คือ ส่วนประกอบหนึ่งทางเคมี พลังงาน และทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมที่สามารถมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมและมีผลต่อระบบการทำงานของระบบนิเวศ เช่น การเจริญเติบโต การฟื้นฟูสภาพ และการสืบพันธุ์ เป็นต้น ซึ่งตัวอย่างขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตหรือสสารที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ บรรยากาศ น้ำ แสงแดด หิน ลม (Abiotic Environment, n.d.)

1) พลังงาน (Energy) หมายถึง คุณลักษณะของวัตถุที่สามารถถ่ายทอดไปยังวัตถุอื่นหรือเปลี่ยนรูปไปเป็นสถานะอื่น เป็นจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตทั้งมวล ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ในระบบนิเวศได้ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตจำพวกพืชหรือผู้ผลิตที่มีความต้องการพลังงาน นั่นคือพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar energy) พื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง และเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต สืบพันธุ์ และพลังงานส่วนที่เหลือจะถูกถ่ายทอดต่อไปตามกระบวนการถ่ายทอดพลังงาน (Energy flow) ตามลำดับขั้นในชั้นของผู้บริโภคที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ตามกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงสถานะ เช่น การย่อยอาหาร ก็จะมีการปลดปล่อยพลังงานที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกรูปแบบนึงสู่สิ่งแวดล้อม นั่นคือ “พลังงานความร้อน” หรือ “Heat”

2) สารเคมี (Chemical substance) สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ อินทรีสาร (Organic substance) และอนินทรีย์สาร (Inorganic substance)

1. อินทรีสาร (Organic substance) คือ สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น โปรตีน วิตามิน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และสารเคมีอื่น ๆ ที่ถูกผลิตขึ้นและจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต

2. อนินทรีย์สาร (Inorganic substance) คือ สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบรอง และธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบหลักเช่น น้ำ ออกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอน แร่ธาตุอื่น ๆ



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างโครงสร้างของไขมัน (lipid) ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก

3) ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factors) ปัจจัยทางกายภาพนับว่ามีความสำคัญในระบบนิเวศมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างความมั่นคงและการกำหนดประเภทของระบบนิเวศ ปัจจัยทางกายภาพ เป็นสภาพที่เกิดจากปฏิกริยาระหว่างพลังงานจากดวงอาทิตย์กับสารเคมี และกับโครงสร้างของเปลือกโลกภายในระบบนิเวศ ตัวอย่างของปัจจัยเหล่านี้คือ อุณหภูมิ แสงสว่าง ลม ฝน ความชื้น และกระแสน้ำในทะเล (มนัส สุวรรณ, 2537ก)

ปัจจัยทางกายภาพเป็นปัจจัยที่อยู่มีในสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตและมีอิทธิพลในการควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหรือชุมชนชีวภาพ เช่น ดิน น้ำ อากาศ เป็นต้น

2.2.2 องค์ประกอบมีชีวิต (Biotic components)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่ปรากฏบนผิวโลกและอยู่ในระบบนิเวศที่แตกต่างกันไปตามลักษณะทางกายภาพ เช่น ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ซึ่งระบบนิเวศไม่ว่าจะมีลักษณะทางกายภาพเป็นอย่างไรก็จะต้องประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 3 ประเภทดังนี้

1) ผู้ผลิต (Producers) หรือเรียกว่า “Autotroph” คือ สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง (Autotrophic Organisms) จากกระบวนการสกัดเอาประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมสิ่งไม่มีชีวิตและองค์ประกอบอนินทรีย์สาร เช่น น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ เกลือ และคลอโรฟิลล์หรือพิกเม้นสีเขียวในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกลุ่มผู้ผลิตจะเป็นกลุ่มแรกสุดของห่วงโซ่อาหารที่มีการถ่ายทอดพลังงานไปยังสิ่งมีชีวิตในระดับสูง

ขึ้นไป กลุ่มพืชที่มีขนาดเล็กที่สุด เช่น แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) สาหร่ายสีเขียว (Green algae) รา (Fungi) รวมไปถึงแบคทีเรียกำมะถันสีม่วง ไปจนถึงพืชที่มีขนาดใหญ่ เช่น หญ้า ต้นไม้ใหญ่

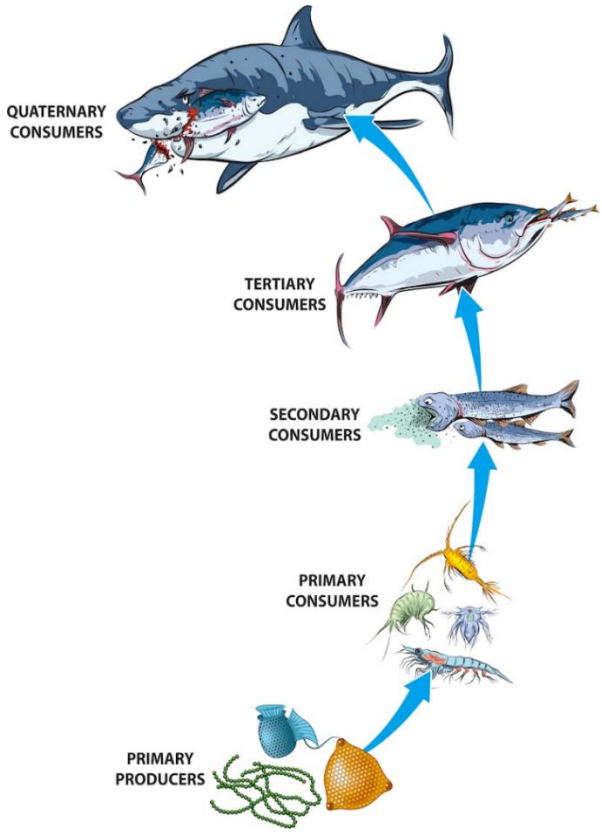
คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ + พลังงานแสง → น้ำตาล + ออกซิเจน

2) ผู้บริโภค (Consumer) หรือ “Heterotroph” สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (Heterotrophic organisms) จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้ผลิตอันดับแรกและสัตว์หรือทั้งสองอย่างเป็นอาหารและเพื่อสร้างพลังงาน ดังนั้นผู้บริโภคจะถูกจำแนกออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ผู้บริโภคพืช (Herbivores) เช่น ช้าง ม้า หมู กระต่าย ฯลฯ
2. ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivores) เช่น เสือ เหยี่ยว จระเข้ ฯลฯ
3. ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores) เช่น มนุษย์ สุนัข

นอกจากจากการจำแนกผู้บริโภคออกเป็นประเภทตามประเภทของการกินแล้ว ยังสามารถแบ่งผู้บริโภคออกตามลำดับขั้นของการบริโภคได้อีก 3 ประเภท (รูปที่ 2.4) คือ

1. ผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary consumers)
2. ผู้บริโภคทุติยภูมิ (Secondary consumers)
3. ผู้บริโภคตติยภูมิ (Tertiary consumers)



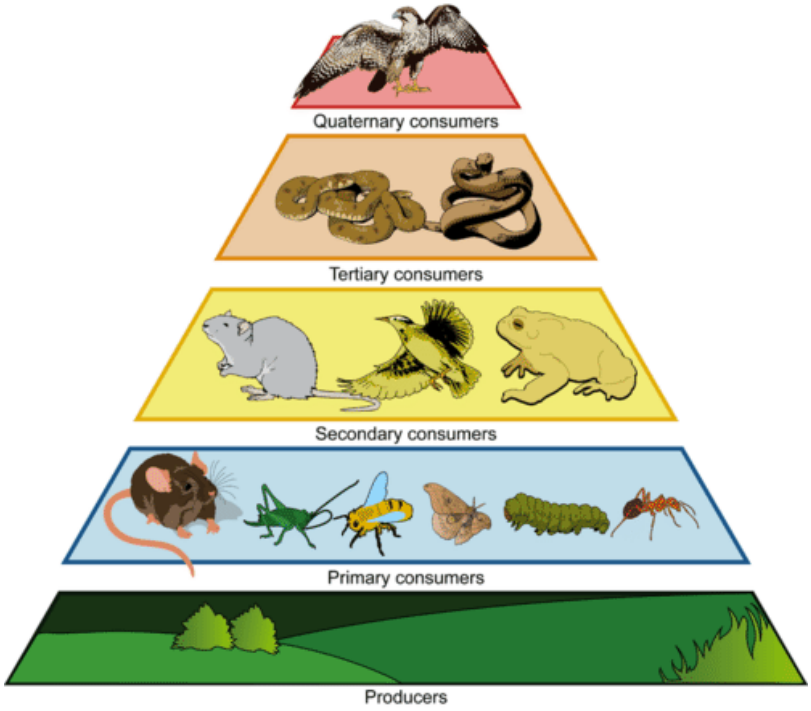
รูปที่ 2.4 ลำดับขั้นของการบริโภคของระบบนิเวศภาคพื้นน้ำ

3) ผู้กินซาก (Detritivores) สิ่งมีชีวิตที่บริโภคของเสียจากสัตว์ หรือซากของสิ่งมีชีวิตเป็นอาหาร ทำให้เศษซากอินทรีย์เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย เช่น แร้ง ปลวก ไส้เดือนดิน กิ้งกือ หอย ด้วงและจุลินทรีย์ ผู้บริโภคเหล่านี้มีส่วนร่วมในการสลายตัวและช่วยในวัฏจักรสาร (ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์, 2014) ผู้กินซากช่วยทำให้เศษซากอินทรีย์ชิ้นใหญ่เป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ซึ่งมีส่วนช่วยให้พืชดูดธาตุอาหารไปใช้ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น โดยถ้าในระบบนิเวศไม่มีสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ อาจทำให้การการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นไปได้ช้าลง และไม่สมบูรณ์

รูปที่ 2.5 ผู้กินซาก (Detritivore)

4) ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ หน้าที่ของผุ้ย่อยสลายคือทำให้ขนาดของซากสิ่งมีชีวิตมีขนาดเล็กลงในระดับเซลล์ผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ (Biochemical Reactions) โดยปราศจากกระบวนการย่อยภายในร่างกาย และดูดซึมเอาธาตุอาหารไปใช้เป็นพลังงานในการเจริญเติบโต ตัวอย่างเช่น ไส้เดือน

องค์ประกอบทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในระบบนิเวศต่างมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและการใช้พลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เจริญเติบโต ล่าสัตว์ สืบพันธุ์ ซึ่งทั้งหมดเกี่ยวข้องกับกระบวนการถ่ายทอดพลังงาน (Energy Flow) และสารอาหาร ในขณะที่มีการถ่ายทอดพลังงานจะมีการสูญเสียพลังงานเมื่อมีการกินในลำดับที่สูงขึ้นตามขั้นของการกิน (Trophic Level) (รูปที่ 2.6) ประสิทธิภาพในการถ่ายทอดพลังงานปกติจะอยู่ประมาณร้อยละ 10 ตามกฎ 10 เปอร์เซน (10 percent law) นั่นหมายความว่าร้อยละ 90 ของพลังงานสูญเสียไปกับสิ่งมีชีวิตระหว่างกระบวนการในรูปของ ของเสีย การเสริมสร้าง ซ่อมแซม พลังงานความร้อน ฯลฯ ตัวอย่าง รำข้าว หมู คน ปริมาณรำข้าว 100 กิโลกรัม ใช้เลี้ยงหมูจะได้เนื้อหมูที่ 10 กิโลกรัม และคนจะใช้เสริมสร้าง ฟื้นฟู หรือเป็นพลังงานในการทำกิจกรรมได้เพียง 1 กิโลกรัมเท่านั้น



รูปที่ 2.6 Trophic level

2.3 ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดลักษณะของระบบนิเวศ

2.3.1 อุณหภูมิ เป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดระบบนิเวศ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อเปลี่ยนแปลงด้านสรีระของสิ่งมีชีวิต อัตราการขยายพันธุ์ การอพยพย้ายถิ่น ปริมารของออกซิเจนในน้ำ

2.3.2 น้ำและความชื้น เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีการแลกเปลี่ยนความชื้นกันสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา บริเวณความชื้นต่ำทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นสูงโดยเฉพาะพืช ดังนั้นระบบนิเวศที่มีความชื้นสูงก็จะมีสิ่งชีวิตเกิดขึ้นสูงความหลากหลายทางชีวภาพสูงตามไปด้วย เช่น ป่าอเมซอนจะมีสิ่งชีวิตกว่าทะเลทราย

2.3.3 แสงสว่าง แสงสว่างมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพืชที่เป็นผู้ผลิตลำดับที่หนึ่งนการสังเคราะห์ด้วยแสง และสำคัญต่อสัตว์และมนุษย์ในการดำรงชีวิตและควบคุมความชื้น ควบคุมการขยายพันธุ์ของโรคต่าง ๆ

2.3.4 ดิน เป็นที่รวมของธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ไนเตรท ฟอสฟอรัส และยังเป็นแหล่งปุ๋ยธรรมชาติเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงถูกย่อยกลายเป็นฮิวมัสเพิ่มความอุดมสมบูรณ์แก่ดิน ประเภทของดินหรือความเป็นกรดด่างของดินที่แตกต่างกันก็มีอิทธิพลต่อระบบนิเวศ เช่น ดินเค็มก็จะพบพืชทนเค็ม หรือ มีความเป็นดินทรายสูงก็จะพบพืชต้นเตี้ย เป็นต้น

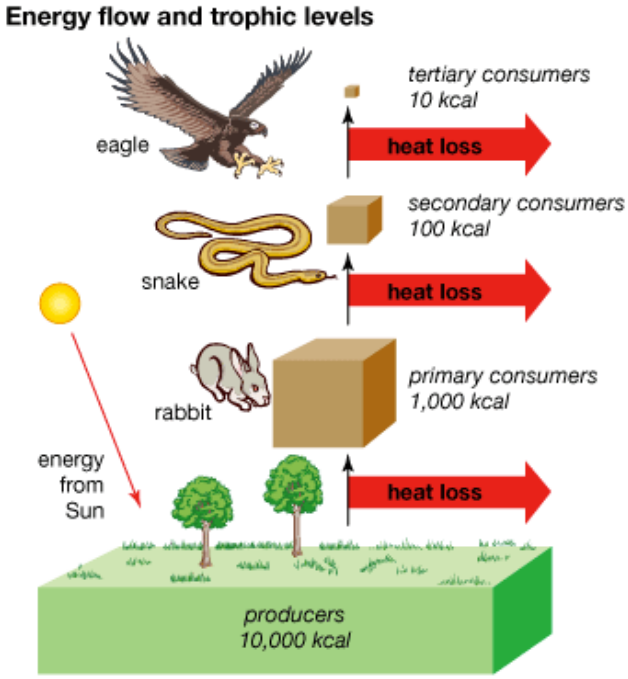
2.3.5 ไฟป่า มีทั้งผลดีและผลเสีย ผลเสียคือไฟทำลายล้างพืชพรรณและแร่ธาตุ ฮิวมัส ที่อยู่บนดินชั้นบนด้วยความร้อน แต่ผลดีก็คือการที่ดินได้รับธาตุอาหารที่เกิดจากการชะล้างขี้เถ้าลงสู่ดินชั้นล่างโดยฝน ซึ่งเหมาะแก่การเติบโตของพืชบางประเภท เช่น เห็ดถอบ หน่อไม้ป่า เป็นต้น

2.3.6 มลภาวะ สาเหตุหลักเกิดจากน้ำมือมนุษย์ที่ทำให้ระบบนิเวศหรือสิ่งแวดล้อมเกิดการปนเปื้อนหรือเกิดอระบบนิเวศที่ไม่พึงประสงค์ที่ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิต เช่น มลภาวะทางน้ำ ดิน อากาศ

2.3.7 การแย่งชิง เกิดขึ้นทั้งในพืชและสัตว์ที่ต้องแข่งขันเพื่อให้ได้ทรัพยากรมาครอบครอง โดยเป็นไปตามกฎของการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (Natural selection) สิ่งมีชีวิตที่อ่อนแอจะถูกทำให้ลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ไปในที่สุด เช่น จากการขาดอาหาร ที่อยู่อาศัย หรือการต่อสู้

2.3.8 การกินซึ่งกันและกัน เป็นอีกปัจจัยที่ช่วยในการกำหนดลักษณะของระบบนิเวศ ตัวอย่างเช่น ไร่ข้าวโพดที่มีฝูงตั๊กแตนจำนวนมากมากัดกินเกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศบริเวณนั้น ซึ่งกระบวนการกินซึ่งกันและกันที่มีคางคกเป็นผู้ล่าก็จะช่วยควบคุมจำนวนของตั๊กแตนและความสมดุลได้

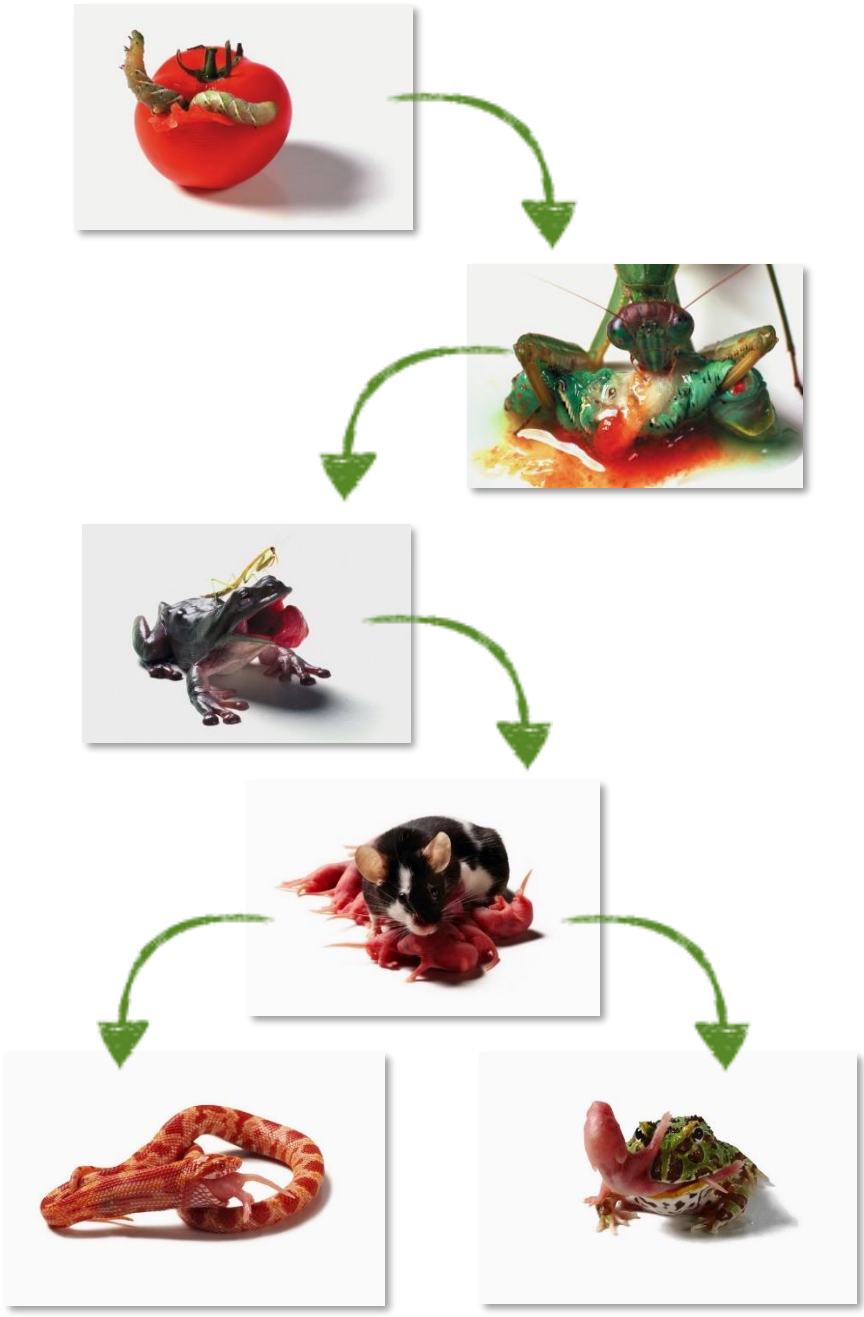
2.3.9 ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นกรด-ด่างของดินมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกอยู่ในดิน ในเรื่องของการทำงานของเอนไซม์ ดินเป็นกรดรุนแรงจะทำให้พิษขึ้นแก่พืชที่ปลูกได้ (ความเป็นกรด-ด่างของดิน, 2554)



รูปที่ 2.7 การถ่ายทอดพลังงาน (Energy Flow)

2.4 ความสัมพันธ์เชิงอาหารของสิ่งมีชีวิต (Nutrition relationship of organisms)

ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตกับอาหาร เมื่อสิ่งมีชีวิตกินอาหารเข้าไปจะนำเอาอาหารนั้นไปไปสร้างเป็นพลังงานเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเจริญเติบโต เพื่อสืบพันธุ์ ซึ่งอาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นอยู่ด้วย ซึ่งอยู่กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน (Energy Flow) (รูปที่ 2.7)



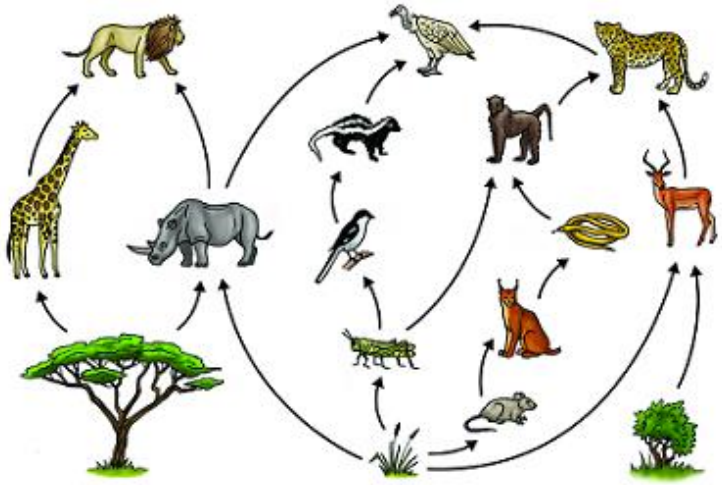
รูปที่ 2.8 การถ่ายทอดพลังงาน (Energy Flow)

ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ (Food chain) เมื่อสิ่งมีชีวิตหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตหนึ่งเป็นอาหารแล้ว ก็อาจถูกสัตว์อื่น ๆ กินเป็นอาหารต่อไปอีก ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงาน จากธาตุอาหาร ผ่านจากชีวิตหนึ่ง ไปสู่อีกชีวิตหนึ่ง การถ่ายทอดนี้ก็คือ ระบบของห่วงโซ่อาหาร ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการถ่ายทอดพลังงาน

และการหมุนเวียนธาตุอาหาร ไปตามลำดับ ขั้นตอนของการบริโภค ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศนั้นแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

1. โซ่อาหารแบบการล่าเหยื่อ เป็น ขั้นตอนของโซ่อาหารจากพืชต่ำสุด และจากสัตว์เล็กไปยังสัตว์ที่ใหญ่
2. โซ่อาหารแบบปรสิต เป็นโซ่อาหาร ที่เริ่มต้นจากสัตว์ใหญ่ไปหาสัตว์เล็กตามลำดับ
3. โซ่อาหารแบบซากอินทรีย์ เป็นโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากซากชีวิตที่ตายแล้ว ไปยังสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.)

การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารจะมีการถ่ายทอดเป็นสายตรง (รูปที่ 2.8) จากขั้นล่างไปสู่ขั้นที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ อย่างไรก็ดีในระบบนิเวศการถ่ายพลังงานจะเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย จึงมีการถ่ายทอดพลังงานที่ซับซ้อนและไขว้กันไปมาในระบบเรียกว่า “สายใยอาหาร” หรือ “Food web” ซึ่งจะมีความซับซ้อนมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศ นอกจากนั้นสายใยอาหารยังมีอิทธิพลต่อการรักษาสมดุลของระบบนิเวศอีกด้วย



รูปที่ 2.9 สายใยอาหาร (Food web)

2.5 ปริมาณของสารพิษในห่วงโซ่อาหาร (Toxic contamination in food chain)

จากกระบวนการถ่ายถอดพลังงานในหัวข้อ 2.4 แล้วในกระบวนของการถ่ายทอดพลังงานยังมีอีกกระบวนการหนึ่งเกิดขึ้นควบคู่กันไป นั่นคือกระบวนการถ่ายถอดสารพิษในห่วงโซ่อาหาร จุดเริ่มต้นของสารพิษส่วนมากมาจากปัจจัยหรือฝีมือมนุษย์ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้ในการเกษตรกรรม เคมีและสารตกค้างจากอุตสาหกรรม และเกิดการตกค้างที่ผู้ผลิตทั้งหลาย เมื่อมีการกินโดยสิ่งมีชีวิตก็จะมีการถ่ายต่อไปเป็นลำดับขั้นที่สูงขึ้น (Trophic level) อย่างไรก็ตามในการถ่ายถอดสารพิษนั้นจะแตกต่างจากกระบวนการถ่ายทอดพลังงาน

เพราะจากกฎการถ่ายทอด 10 เปอร์เซน จะเพิ่มการถ่ายทอดเป็นทวีคูณ (Double law) ตัวอย่างเช่น ตั๊กแตนตัวหนึ่งได้รับสารพิษจากผู้ผลิตลำดับแรกและสะสมในร่างกายจนมีกบมากินตั๊กแตนตัวนั้นสารพิษก็จะถูกถ่ายทอดไปยังกบต่อไปแต่กบไม่ได้กินตั๊กแตนเพียงตัวเดียวในช่วงชีวิตหนึ่ง ดังนั้นสารพิษจึงมีการสะสมในตัวกบเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เป็นทวีคูณ ซึ่งเมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับสารพิษจนร่างกายรับไม่ไหวก็จะแสดงอาการของโรคออกมาตามกฎ Limiting Factor

2.6 การสืบลำดับเชิงนิเวศวิทยาหรือการปรับเปลี่ยนระบบนิเวศ (Ecological succession)

การเฝ้าติดตามผลที่ตามมาจากกระบวนการที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตอาจถึงในระดับของโครงสร้างพันธุกรรมซึ่งอาจจะใช้เวลาตั้งแต่ไม่กี่สิบปีจนถึงหลายล้านปี ตัวอย่างเช่น ลักษณะของสิ่งแวดล้อมหลังเกิดไฟป่าหรือหลายล้านปีของการสูญพันธุ์ และสังเกตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ผลที่ตามมาในกรณีที่สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลเกินขีดจำกัดความสามารถของสิ่งมีชีวิต คือ การสูญหายหรือตายจากไปของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ในกรณีดังกล่าวนี้หากอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมถูกกำจัดออกไปสภาพธรรมชาติของพืชและสัตว์ที่ถูกทำลายสามารถกลับคืนสภาพสู่โครงสร้างและลักษณะเดิมได้ เวลาที่ใช้ในการกลับคืนสภาพขึ้นอยู่กับสิ่งมีชีวิต การกลับคืนสภาพอาจเริ่มจากการเกิดต้นพืชเล็ก เช่น สาหร่าย ไลเคน และมอสส์ กลายเป็นไม้พุ่ม (มนัส สุวรรณ, 2537ข)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

1) ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา (Geological cycle) ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว การแยกตัวของแผ่นเปลือกโลก

2) ปัจจัยจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศอย่างรุนแรงทำให้เกิดภัยพิบัติต่าง ๆ (Natural disasters) ไฟป่า (Wildfire) น้ำท่วม (Flood) พายุทอร์นาโด (Tornado) พายุเฮอริเคนส์ (Hurricane)

3) ปัจจัยจากสิ่งมีชีวิต (Biotic Factor) การตัดไม้ทำลายป่า การทำไร่เลื่อนลอย การสร้างสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ที่เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมเดิม เช่น เขื่อน ถนน

4) ปฏิกิริยาของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อแหล่งที่อยู่อาศัย เช่น ความเป็นกรด-เบส ของพื้นดินหรือแหล่งน้ำอุณหภูมิ ความเข้มข้นของแสง ความชื้น

นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศยังสามารถแบ่งออกได้เป็นสองลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงขั้นปฐมภูมิ (Primary succession) และการเปลี่ยนแปลงขั้นทุติยภูมิ (Secondary succession)

1) ขั้นปฐมภูมิ (Primary succession) เป็นพื้นที่ที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตมาก่อน และเป็นพื้นที่ที่ยังไม่ผ่านการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ประกอบด้วยหิน ดิน กรวดขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ลาวา (Lava) ซึ่งพืชไม่สามารถเกิดได้ จนกาลเวลาผ่านไปมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น แสงแดด ความชื้อ อุณหภูมิ ซึ่งเป็นปัจจัยใน

การแตกตัวของพันธะของวัตถุได้เป็นแร่ธาตุ จนเกิดพื้นที่เหมาะสมสำหรับพืชในการสร้างวิวัฒนาการจากพืชขนาดเล็กไปจนถึงต้นไม้ใหญ่

2) ขั้นทุติยภูมิ (Secondary succession) ขั้นนี้เกิดจากพื้นที่ที่เคยมีชุมชนของสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ก่อนแล้ว จนเกิดการเปลี่ยนแปลงแบบกระทันหันจากภัยพิบัติต่าง เช่น ไฟป่า พายุ ซึ่งการจะกลับมาเป็นสภาพเดิม (Climax) ได้ใช้เวลาสั้นกว่าขั้นปฐมภูมิประมาณ 50 - 200 ปี เพราะพื้นที่ยังคงมีสิ่งมีชีวิตจำพวกพืชหลงเหลืออยู่ทำให้ง่ายต่อการฟื้นสภาพจนถึงขั้นไคล์แมกซ์

2.6.1 การปรับตัว (Adaptation)

เป็นคุณลักษณะพื้นฐานในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตหรือประชากรที่อยู่รวมกัน เพราะการปรับตัวจะช่วยในเรื่องของการพัฒนาระบบการทำงานให้กับสิ่งมีชีวิตให้สามารถอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ได้การปรับตัวจะเกิดขึ้นหรือพัฒนาระบบเพื่อความอยู่รอดขึ้นมาอันเนื่องมาจากกลไกทางธรรมชาติที่เรียกว่าการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

การปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมนั้นได้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกที่เป็นตัวกำหนดสิ่งแวดล้อมมีความโหดร้ายแรงแตกต่างกันไป ดังนั้นการปรับตัวของสิ่งมีชีวิจในสิ่งแวดล้อมจึงมีหลายระดับเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมโดยรอบดังนี้

1) การปรับตัวเชิงพฤติกรรม (Behavioral level) คือ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อให้เหมาะสมแก่สภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นขั้นพื้นฐานสำหรับการปรับตัว เช่น สภาพอากาศหนาวสัตว์จะอพยพย้ายถิ่นไปเขตอบอุ่น มนุษย์จะนุ่งห่มเสื้อผ้าที่หนาขึ้น

2) การปรับตัวของอวัยวะ (Functional level) อีกขั้นสำหรับการปรับตัวเมื่อสิ่งมีชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ ยาวนาน จะมีการปรับสภาพอวัยวะของร่างกาย เช่น มนุษย์และสัตว์ที่อยู่ในเขตหนาวจะมีการปรับระบบการเผาผลาญพลังงาน (Metabolism) ให้สูงขึ้นเพื่อรักษาความร้อนในร่างการ ล ด การทำงานของต่อมเหงื่อ หรือเร่งการทำงานของปอดเพื่อดักจับออกซิเจนในอากาศที่เบาบางเพิ่มขึ้น เช่น การพรางตัว (Camouflage) ของผีเสื้อกลางคืน (Moth) ในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 การปรับตัวระบบโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต

3) การปรับตัวระบบโครงสร้าง (Structural level) เมื่อสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมหนึ่งเป็นเวลานาน อาจหลายชั่วรุ่น จนมีการพัฒนาและถ่ายทอดไปผ่านพันธุกรรม เช่น ชาวเอสกิโมที่อาศัยอยู่ในเขตหนาวตลอดทั้งปีจะมีรูปร่างเตี้ย นิ้วสั้น เหตุผลเพื่อลดพื้นผิวหนังในการระบายความร้อน รวมถึงขนาดปอดที่ใหญ่และแข็งแรงกว่าปกติ

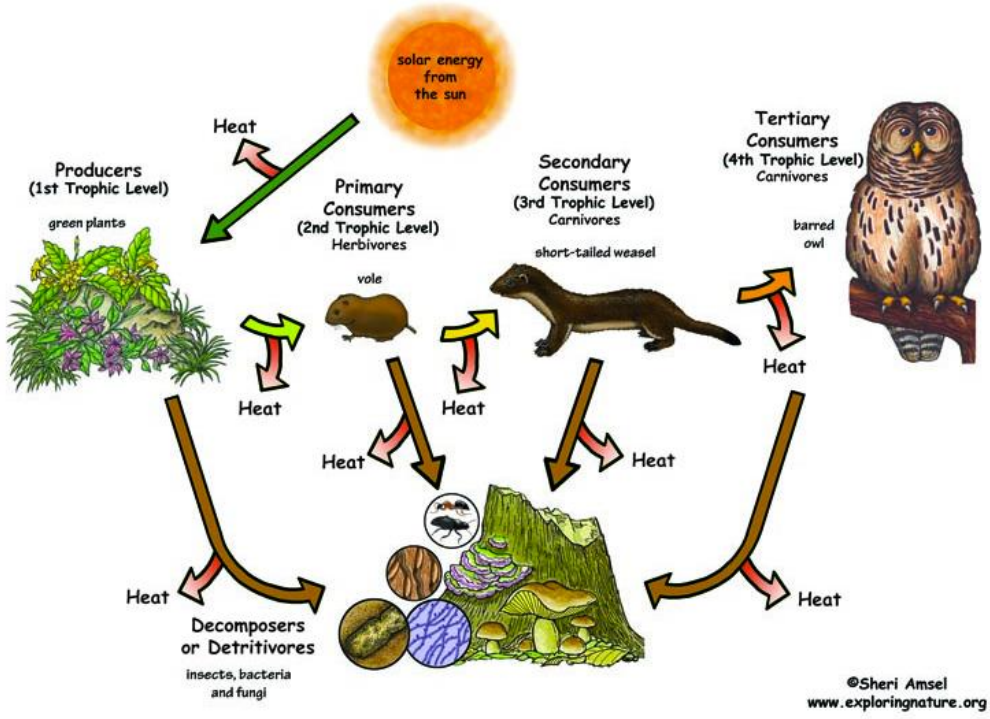
2.7 การหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศ (Nutrient cycle)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดทุกประเภทต้องการสารวัตถุบางอย่างเพื่อความอยู่รอด ในการสังเคราะห์แสงของพืช แม้จะมีพลังงานแสงอาทิตย์อยู่แล้วก็ตาม พืชจำเป็นต้องอาศัยสารวัตถุอย่างอื่น เช่น น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส เป็นต้น (มนัส สุวรรณ, 2537ค)

การหมุนเวียนธาตุอาหาร หมายถึง กระบวนการเคลื่อนย้ายของแร่ธาตุอาหาร เช่น คาร์บอน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ แคลเซียม ซึ่งเป็นลักษณะการถ่ายทอดธาตุอาหารจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่สิ่งมีชีวิต และออกจากสิ่งมีชีวิตกลับสู่คืนสู่สภาพแวดล้อมดังเดิมทั้งภาคพื้นดิน ภาคพื้นน้ำ และบรรยากาศ (คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่, 2556ก)

การหมนุเวียนสาร คือ การเคลื่อนย้ายและแลกเปลี่ยนอินทรีย์และอนินทรีย์วัตถุกลับในรูปของผลผลิตของสิ่งมีชีวิต กระบวนนั้นจะถูกกำกับด้วยสายใยอาหารที่ขั้นตอนสุดท้ายจะเกิดการย่อยสลายเพื่อให้ได้สารตั้งต้นสำหรับผู้ผลิต มีระบบเที่เชื่อมโยงกับระบบนิเวศที่มีการถ่ายทอดพลังงานจากกระบวนการกิน การย่อย และการอพยพเคลื่อนย้าย (Nutrient cycle, 2017)

การหมุนเวียนธาตุอาหาร เริ่มต้นจากแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดนั่นคือดวงอาทิตย์ที่ผู้ผลิตลำดับแรกจะใช้เพื่อผลิตอินทรีย์สารจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้บริโภคลำดับแรกจะเป็นผู้รับช่วงต่อพลังงานและธาตุอาหารดังกล่าวต่อไปและถ่ายทอดไปในระดับที่สูงขึ้นเรื่อยจนเมื่อผู้บริโภค



รูปที่ 2.11 กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ

เหล่านั้นตายลงก็จะเป็นหน้าที่ของผู้ย่อยสลายที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอินทรีย์สารให้กลับไปอยู่รูปของอนินนทรีย์สาร กลับสู่สิ่งแวดล้อมอีกครั้ง หมุนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ การหมุนเวียนธาตุอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต ได้แก่ วัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน วัฏจักรออกซิเจน วัฏจักรไนโตรเจน และวัฏจักรฟอสฟอรัส

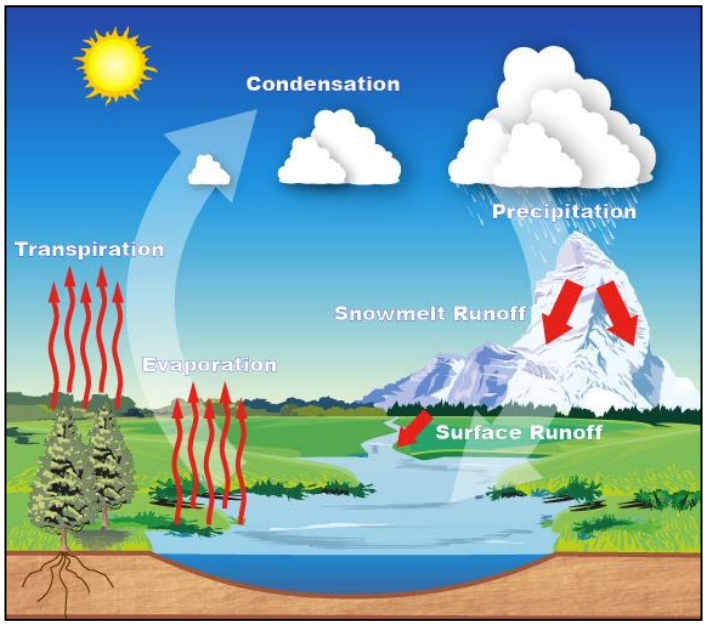
1) **วัฏจักรน้ำ (Hydrological cycle)** วัฏจักรน้ำ คือ การเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องของน้ำบนเหนือ และใต้ พื้นผิวของโลก มวลของน้ำบนผิวโลก สามารถแบ่งแยกได้ออกเป็นแหล่งน้ำบริสุทธิ์ ธารน้ำแข็ง น้ำเค็ม และน้ำที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ น้ำมีการเคลื่อนที่จากแหล่งน้ำหนึ่งไปยังแหล่งน้ำหนึ่ง ตัวอย่างเช่น น้ำจากแม่น้ำไปยังมหาสมุทร หรือจากมหาสมุทรไปยังชั้น

บรรยากาศ จากกระบวนการทางกายภาพ เช่น การระเหย การควบแน่น หยาดน้ำฟ้า การซึมผ่าน การไหลรวมของมวลน้ำ และการไหลใต้ผิวดิน ซึ่งจะให้เกิดกระบวนการดังกล่าวน้ำจะมีการเปลี่ยนสถานะทั้ง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

วัฏจักรน้ำเกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนพลังงาน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เช่น เมื่อมีการระเหยของน้ำจะมีการใช้หรือดูดพลังงานจากบริเวณนั้นและทำให้สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นเย็นลง แลเมื่อมีการควบแน่นจะมีการปลดปล่อยพลังงานและทำให้สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นอุ่นขึ้น ซึ่งการแลกเปลี่ยนความร้อน

ดังกล่าวมีผลต่อสภาพอากาศในบริเวณนั้น (เป็นไปตามกฎทางเคมี สร้างพันธะ-คายความร้อน สลายพันธะ-ดูดความร้อน)

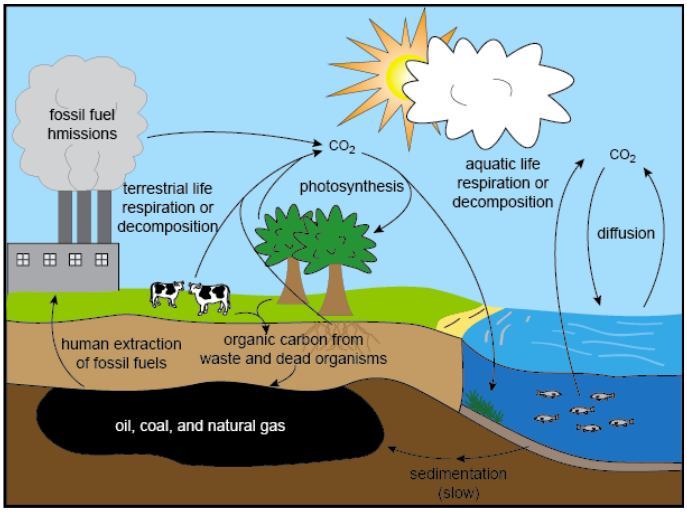
จากรูปที่ 2.11 กระบวนการเริ่มจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีระเหยโดยตรงจากพื้นผิวและระเหยจากปากใบของพืชที่มีการออสโมซิสน้ำเข้าไปในระบบก่อนคายออกทางปากใบ ไอน้ำที่ระเหยขึ้นสู่บรรยากาศเมื่อมีปริมาณมากขึ้นเกิดการควบแน่นได้เป็นกลุ่มก้อนเมฆ เมื่อน้ำหนักเมฆมีมากขึ้นเกิดการกลั่นตัวกลายเป็นเม็ดฝนหรือหิมะตกลงมาบนพื้นโลกแล้วจึงมีการไหลจากที่สูงลงที่ต่ำ จากผิวดินลงสู่ดินชั้นล่าง และสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเช่นนี้ไปเป็นวัฏจักร



รูปที่ 2.12 การหมุนเวียนน้ำ (Hydrological Cycle)

2) **วัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle)** การหมุนเวียนคาร์บอนคือกระบวการหมนุเวียนทางชีวเคมีที่คาร์บอนจะมีการเปลี่ยนถ่ายและแลกเปลี่ยนระหว่างภาคต่าง ๆ เช่น ชีวภาค อุทกภาค ภาคบรรยากาศ เป็นต้น (Carbon cycle, 2017)

สิ่งมีชวิตที่อาศัยอยู่บนโลกต่างผลิตคาร์บอน และคาร์บอนยังเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทร อากาศ หรือแม้แต่หิน เนื่องจากโลกมีการเคลื่อนไหวเป็นพลวัต คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของโลกก็ย่อมมีการเคลื่อนไหวเช่นกัน ในชั้นบรรยากาศคาร์บอนมีการรวมตัวกับออกซิเจนหรือที่เรียกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ พืชใช้คาร์บอนไดออกไซด์และแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตอาหาร ดังนั้นคาร์บอนจึงเป็นองค์ประกอบในพืช เมื่อพืชถูกกินหรือล้มตายก็จะมีการถ่ายทอดคาร์บอนไปยังผู้บริโภคและส่วนที่ล้มตายก็จะถูกทับถมกลายเป็นคาร์บอนในดินหรือฟอสซิลและเป็นพลังงานเชื้อเพลิงในที่สุด (The Carbon Cycle, n.d.)



รูปที่ 2.13 การหมุนเวียนคาร์บอน (Carbon Cycle)

พืชหรือผู้ผลิตและสัตว์จะมีการเปลี่ยนคาร์บอนที่อยู่อาหารกลับสู่บรรยากาศ จากกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์ จากการเนื่อเปื่อยของสิ่งมีชีวิตที่ตายลง ซึ่งการนำเข้าและนำออกคาร์บอนจากบรรยาศมีแนวโน้มที่สมดุล ซึ่งหมายถึงในหนึ่งปีบรรยากาศจะสูญเสียคาร์บอนไปกับสิ่งมีชีวิตเท่ากับคาร์บอนที่ได้รับคืนจากกระบวนการข้างต้น สำหรับการแลกเปลี่ยนคาร์บอนส่วนมากจะพบระหว่างสิ่งมีชีวิตกับบรรยากาศ บรรยากาศกับมหาสมุทร รวมไปถึงการก่อตัวและสลายตัวของหินปูน

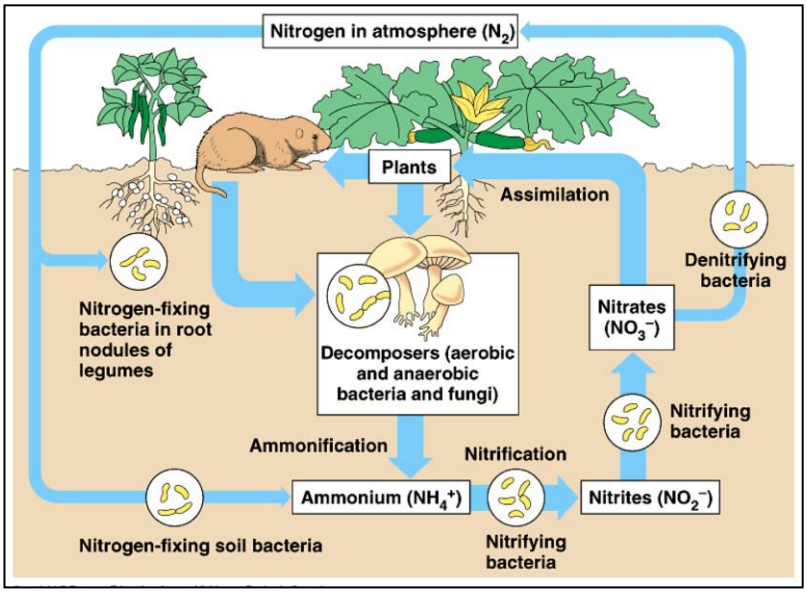
3) **วัฏจักร์ออกซิเจน (Oxygen cycle)** การหมุนเวียนออกซิเจนคือกระบวนการทางชีวเคมีเช่นเดียวกับการหมุนเวียนคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยแหล่ง ได่แก่ บรรยากาศ (อากาศ) องค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุที่อยู่ภายในชีวมณฑลและบนพื้นผิวโลก วัตถุประสงค์สำคัญของกระบวนการหมุนเวียนออกซิเจนคือกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของผู้ผลิต (Oxygen cycle, 2017)

การหมุนเวียนออกซิเจนสามารถมีหลากหลายรูปแบบในธรรมชาติล่องลอยอย่างอิสระในอากาศและละลายอยู่ในน้ำ พืชและสัตว์ใช้ออกซิเจนในการหายใจและคืนออกซิเจนนั้นกลับสู่อากาศและน้ำเช่นเดียวกับคาร์บอนไอออกไซด์ ซึ่งจะถูกสาหร่ายและพืชบกนำไปใช้และเปลี่ยนให้เป็นคาร์โบไฮเดรตระหว่างกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จริง ๆ แล้วออกซิเจนนั้นถือได้ว่าเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการหมุนเวียนน้ำที่ถือว่าเป็นแหล่งผลิตออกซิเจนที่ใหญ่ที่สุดของชีวมณฑล โดยสาหร่ายที่อยู่ตามแหล่งน้ำจะสามารถผลิตออกซิเจนได้ราวร้อยละ 90 (Oxygen cycle, 2009)

4) **วัฏจักรไนโตรเจน (Nitrogen cycle)**

อีกกระบวนการหมุนเวียนธาตุที่สำคัญคือ ไนโตรเจน การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนสามารถเป็นได้ทั้งทางกระบวนการทางชีวภาพและกายภาพ กระบวนการที่สำคัญก็ได้แก่ กระบวการตรึงไนโตรเจน (Fixation) กระบวนการเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นแอมโมเนีย (Ammonification) และกระบวนการเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นไน

ไตร์ต (Nitrification) นอกจากนั้นไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบหลักของบรรยากาศโลกที่ร้อยละ 78 อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีมากแต่ก็ไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงโดยพืช แต่ช่วยในเรื่องของเป็นธาตุจำเป็นสำหรับผู้ผลิตลำดับแรก กระบวนการย่อยสลาย และกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้โดยเชื้อเพลิงใต้พิภพ เป็นต้น



รูปที่ 2.14 การหมุนเวียนไนโตรเจน (Nitrogen cycle)

การตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศให้เป็นไนเตรตเกิดขึ้นในเวลาที่มีพายุฝนฟ้าคะนองพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการถ่ายเทประจุไฟฟ้าในบรรยากาศเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ไนโตรเจนมีปฏิกริยากับออกซิเจนในบรรยากาศและกลายเป็นไนเตรต สารวัตถุไนโตรเจนที่เปลี่ยนเป็นไนเตรตด้วยกระบวนการนี้จะถูกชะโดยฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดินและจะถูกดูดซึมไปใช้ประโยชน์โดยพืชต่อไป (มนัส สุวรรณ, 2537ง)

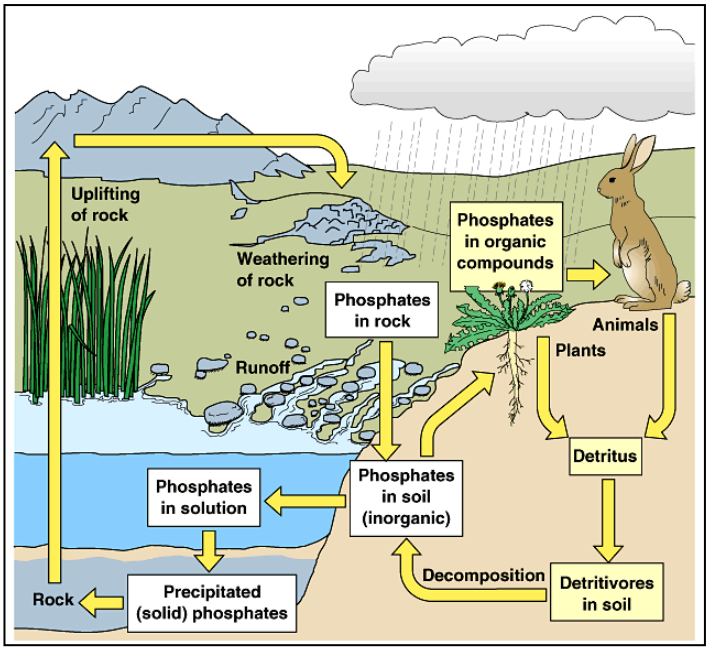
กระบวนการตรึงไนโตรเจนอีกประเภทหนึ่ง คือ การถูกตรึงโดยพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในดินในรูปของแอมโมเนีย หรือ ธาตุองค์ประกอบของไฮโดรเจนกับไนโตรเจน (NH_3) โดยที่พืชและสัตว์เหล่านั้นจะเป็นผู้เปลี่ยนไนโตรเจนเป็นแอมโมเนีย หลังจากนั้นแอมโมเนียจากการกระบวนการตรึงไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรตโดยแบคทีเรียในดิน

ไนเตรต รูปของสารวัตถุไนโตรเจนที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ภายในต้นพืชไนเตรตจะถูกปรุงแต่งให้อยู่ในรูปของอาหารที่มีประโยชน์สำหรับสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่สำคัญคือโปรตีน พืชและสัตว์ที่บริโภคเอาอาหารเอาสารวัตถุไนโตรเจนเข้าไปเมื่อตายทับถมและเน่าเปื่อยแล้วธาตุอาหารนี้จะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนียในดิน ซึ่งสิ่งที่มีชีวิตขนาดเล็กในดินจะทำหน้าที่เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรตเพื่อที่พืชจะได้ใช้ประโยชน์อีกต่อหนึ่ง (มนัส สุวรรณ, 2537จ)

5) วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle) ฟอสฟอรัส เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตเพราะเป็นองค์ประกอบของ DNA, RNA และ ATP ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเยื่อบุเซลล์ในรูปแบบของฟอสโฟไลปิด (Phospholipid) ฟอสฟอรัสยังพบได้ในปัสสาวะและเถ้ากระดูก ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่อยู่ในธรรมชาติน้อยมากและเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ด้วยเหตุนี้ฟอสฟอรัสจึงถูกใช้หมุนเวียนอยู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในปริมาณที่จำกัด (Phosphorus, 2017a)

ฟอสฟอรัสไม่เหมือนกับการหมุนเวียนธาตุประเภทอื่นเพราะบรรกาศจะไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัส เนื่องจากองค์ประกอบของฟอสฟอรัสเป็นของแข็งที่ต้องอาศัยอุณหภูมิและความกดดันเฉพาะบนผิวโลก ผลผลิตที่ได้คือแก๊สฟอสไฟน์ที่จะเกิดขึ้นเฉพาะพื้นที่และเฉพาะสภาพแวดล้อม บนพื้นโลกฟอสฟอรัสมีไม่เพียงพอกับสำหรับการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากการอัตราการผุพังต่ำจากการกัดกร่อนโดยน้ำ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชจากการที่มีฟอสเฟอรัสในดินต่ำ (Phosphorus, 2017b)

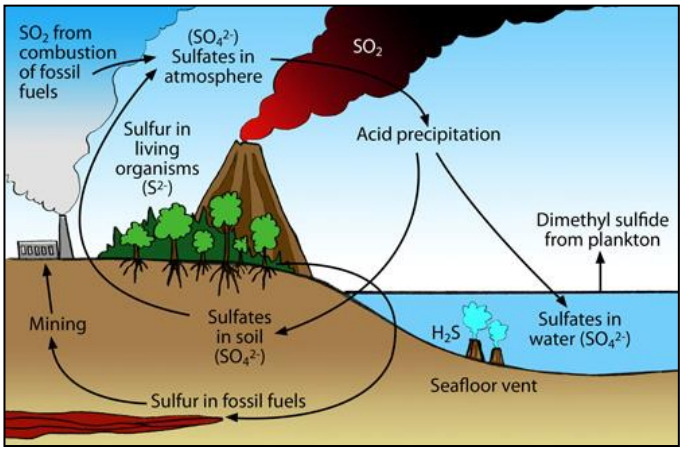
ฟอสฟอรัส (รูปที่ 2.15) ที่อยู่รูปสารอนินทรีย์ฟอสเฟตที่เป็นของแข็งที่ถูกยกตัวจากใต้พิภพถูกกัดกร่อนและผุพังตามกระบวนการทางธรรมชาติและกายภาพ เช่น ลม อุณหภูมิ แผ่นดินไหว ได้เป็นสารอินทรีย์ฟอสเฟตที่สามารถละลายปะปนอยู่กับน้ำหรือฝนก่อนจะซึมผ่านลงสู่ดิน ส่วนสารอนินทรีย์ฟอสเฟตที่อยู่ในหินก็จะถูกกัดกร่อนเรื่อยไปและสะสมอยู่ในดิน พืชหรือผู้ผลิตลำดับแรกก็สามารถนำสารอินทรีย์ฟอสเฟตไปใช้ประโยชน์ได้และมีการถ่ายทอดเรื่อยไปตามลำดับขั้นของผู้บริโภค เมื่อพืชและสัตวที่มีสารอินทรีย์ฟอสเฟตสะสมอยู่ตายลงจะถูกย่อยโดยผู้กินซากที่อยู่ในดิน (Detritivores) ย่อยสลายได้เป็นสารอนินทรีย์ฟอสเฟต (Phosphate) ในดิน ซึ่งฟอสเฟตนี้สามารถถูกนำไปใช้โดยพืชโดยตรงและชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ตกตะกอน ทับถม กลายเป็นสารอนินทรีย์ฟอสเฟตที่เป็นของแข็งต่อไป



รูปที่ 2.15 การหมุนเวียนฟอสฟอรัส (Phosphorus cycle)

6) วัฏจักรซัลเฟอร์ (Sulfur cycle)

ซัลเฟอร์ หรือ กำมะถันเป็นธาตุหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับทุกชีวิต แต่ซัลเฟอร์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปขององค์ประกอบอินทรีย์กำมะถัน (Organosulfur) เช่น เมธไทโอนีนซึ่งอยู่ในรูปของกรดอะมิโน และไบโอทิน ที่อยู่ในรูปของไวตามิน หรือในรูปของเหล็กซัลไฟด์ (Metal Sulphides) รวมไปถึงกลูตาไธโอน องค์ประกอบกำมะถันถึงแม้ว่าจะไม่มีความสำคัญมากที่สุดในสิ่งมีชีวิตแต่มีความเกี่ยวข้องกับโปรตีนเคราทินที่เป็นองค์ประกอบของผิวหนัง ผมและขนของสิ่งมีชีวิต สำหรับแบคทีเรียหลายชนิดนั้นกำมะถันนั้นมีความสำคัญในกระบวนการออกซิแดนท์หรือกระบวนการช่วยการเกิดปฏิกิริยากับอากาศ



รูปที่ 2.16 การหมุนเวียนซัลเฟอร์ (Sulfur cycle)

จากรูปที่ 2.16 เริ่มต้นจากที่มีการปลดปล่อยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม จากสิ่งมีชีวิต จะการประทุของภูเขาไฟทั้งบนบกและในน้ำ และการเผาไหม้อื่น ๆ ในที่โล่งแจ้ง เช่น การเผาขยะ การประกอบอาหาร รวมไปถึงการผลิตไดเมททิลซัลเฟอร์จากแพงก์ตอนในน้ำออกสู่บรรยากาศกลายเป็นซัลเฟตในบรรยากาศ เมื่อก๊าซซัลเฟตเหล่านั้นมาเจอกับฝนเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเป็นฝนกรด (H_2SO_3) ขึ้นมา ฝนกรดสามารถสะสมในดินและแหล่งน้ำในรูปของซัลเฟตในดิน และทับถมรวมกับซากสิ่งมีชีวิตได้เป็นพลังงานบรรพชีวิน (Fossil fuels) โดยมีซัลเฟอร์ผสมอยู่ เมื่อมีการนำไปจากกระบวนการทำเหมืองหรือถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์ซัลเฟอร์ก็จะถูกปลอดปล่อยออกสู่บรรยากาศอีกครั้ง

2.8 ความสมดุลในธรรมชาติ (Balance of Nature)

การจะให้เกิดความสมดุลนั้นคือจะต้องไม่มีสิ่งใดสิ่งหนึ่งในระบบนิเวศหรือกลุ่มสิ่งมีชีวิตมีปริมาณมากจนเกิดขีดจำกัดของธรรมชาติ (Limitation) จึงจะให้เกิดความสมดุลขึ้นในระบบนิเวศกล่าวคือ ปกติจะประกอบไปด้วยสิ่งชีวิตที่ไม่มีชีวิตและสิ่งที่มีชีวิต ซึ่งสิ่งที่มีชีวิตได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภคลำดับต่าง ๆ ผู้กินซาก และผู้ย่อยสลาย ซึ่งทั้ง 4 อย่างจะทำงานและหน้าที่สนับสนุนที่เป็นระบบและมีความสัมพันธ์กันแตกต่างกันไปตามระบบนิเวศแต่ละประเภท การเสียสมดุลของธรรมชาติเกิดได้จากทั้งธรรมชาติและสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมนุษย์ ซึ่งเมื่อใดก็ตามที่เกิดการเสียสมดุล ธรรมชาติจะสามารถฟื้นสภาพตัวเองได้เพื่อให้เกิดความสมดุลอีกครั้ง แต่จะใช้เวลาที่นานขึ้นเมื่อระบบนิเวศนั้นเสียสมดุลจากฝีมือมนุษย์

การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเสียดุลมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบกะทันหัน และแบบค่อยเป็นค่อยไปซึ่งการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศโดยธรรมชาติแบบกะทันหันทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ทำให้ตายหรือสูญพันธ์ เช่น การเกิดไฟไหม้ป่า อุทกภัย การเกิดโรคระบาด ฯลฯ สำหรับการเปลี่ยนแปลงแบบแบบค่อยเป็นค่อยไปตามธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยมาก แต่เมื่อระยะเวลานานเข้าการเปลี่ยนแปลงจะมากขึ้น จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างเด่นชัดขึ้น เช่น ทุ่งนา หรือไร่ร้าง จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นทุ่งหญ้า และพืชพวกไม้พุ่มในเวลาต่อมา จนในที่สุดหากไม่มีสิ่งแวดล้อมภายนอกมารบกวน ก็จะกลายเป็นป่าที่สมบูรณ์ได้ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้

2.8.1 สาเหตุของการสูญเสียความสมดุล (Causes of losing balance of nature)

1) การเพิ่มประชากร ทำให้ความต้องการใช้ที่ดินทำการเกษตรมากขึ้น โดยเฉพาะเขตร้อนประชากรจะบุกเบิกป่าใหม่ ๆ เพื่อใช้พื้นที่ทำไร่เลื่อนลอยทำให้ดิน ป่าไม้ สภาวะแวดล้อมเสียหายปีละจำนวนมาก

2) การเกษตรสมัยใหม่ การเกษตรในปัจจุบันมุ่งเพื่อการค้ามากขึ้น มีการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงจำนวนมาก สารเหล่านี้จะตกค้างในดินและอาจถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้มีผลต่อชีวิตสัตว์ในดินและในน้ำ

3) การขยายตัวของเมือง การเพิ่มประชากรทำให้ความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น เมืองขยายตัวอย่างรวดเร็วทำให้พื้นที่การเกษตรถูกใช้ไปเพื่อสร้างตึก ศูนย์การค้า ถนน ระบบนิเวศเปลี่ยนไป การถ่ายเทของเสียจากเมืองก่อให้เกิดมลพิษของน้ำและอากาศ

4) การอุตสาหกรรม การพัฒนาอุตสาหกรรมทำให้ทรัพยากรถูกใช้เป็นวัตถุดิบมากยิ่งขึ้น กระบวนการผลิต ทำให้มีของเสีย เช่น น้ำเสีย ไอเสีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในบริเวณที่โรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่และบริเวณใกล้เคียง

2.8.2 การรักษาสมดุลของระบบนิเวศ

1) ควบคุม/กำจัดสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศ เช่น
   - ควบคุม ป้องกัน และแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม
   - ป้องกันการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ
2) ใช้หลักการอนุรักษ์และพัฒนาอย่างยั่งยืน เช่น
   - การทำการเกษตรยั่งยืน เช่น วนเกษตร เกษตรผสมผสาน
   - การพัฒนาท้องถิ่นแบบยั่งยืน เช่น หลีกเลี่ยงการก่อสร้างที่ทำลายป่าไม้และสัตว์ป่า
   - การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์
   - การจัดภูมิศาสตร์เชิงอนุรักษ์เช่น การทำสวนหย่อม สวนสาธารณะ
   - การอุตสาหกรรมเชิงอนุรักษ์ เช่น มีระบบป้องกันก๊าซพิษ ระบบบำบัดน้ำเสีย
3) ใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุด
4) สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ระบบนิเวศให้กับประชาชน เช่น ให้ความรู้ รณรงค์ เข้าค่าย (ระบบนิเวศ, ม.ป.ป.)

2.9 ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity)

ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบไปด้วยความแตกต่างของสปีชี่ส์นับล้านบนโลกรวมไปถึงความแตกต่างทางด้านพันธุกรรมภายในสิ่งมีชีวิตและสปีชี่ส์นั้น ๆ ซึ่งเมื่อมองกว้างขึ้นก็จะเห็นองค์ประกอบของระบบนิเวศที่หลากหลายที่ซึ่งสิ่งมีชีวิตหรือสปีชี่ส์สร้างชุมชนของตนเอง ที่มีความปัจเจก มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและปฏิสัมพันธ์ระหว่าง อากาศ น้ำ และดิน ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) ยีนประกอบด้วยข้อมูลสำคัญของสิ่งมีชีวิตบนโลก ซึ่งจะถูกถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่สู่รุ่นลูกโดยที่ข้อมูลที่ถูกบรรจุในยีนนั้นจะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางกายภาพและลักษณะพิเศษทางชีวเคมีของของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภท ในการสงวนความหลากหลายทางพันธุกรรมของสปีชี่ส์แต่ละชนิด ประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ควรถูกปกป้องโดยให้ธรรมชาติเป็นผู้กำหนดและเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สปีชี่ส์นั้น ๆ สามารถปรับตัวและอยู่รอดได้

2) ความหลากหลายทางสปีชี่ส์ (Species diversity) พื้นที่หนึ่ง ๆ จะมีความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต (Species diversity) มากที่สุดก็ต่อเมื่อมีจำนวนสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิดและแต่ละชนิดในสัดส่วนที่เท่ากัน ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนั้นแตกต่างไปตามพื้นที่ ปัจจัยที่ใช้ตัดสินความ หลากหลายทางสปีชี่ส์นั้นยังคงมีความซับซ้อน ส่วนใหญ่จะได้รับอิทธิพลขององค์ประกอบไม่มีชีวิตหรือลักษณะทางกายภาพเป็นตัวกำหนด บริเวณที่การสะสมของจุดร้อน (Hotspot) ของสปีชี่ส์ได้แก่ ภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศออสเตรเลียถือได้ว่าเป็นภูมิภาคที่มีความหลากหลายค่อนข้างสูงภูมิภาคหนึ่ง

3) ความหลากหลายทางระบบนิเวศ (Ecosystem diversity) ระบบนิเวศมีขนาดที่หลากหลาย ระบบนิเวศขนาดใหญ่ เช่น ป่าไม้ ระบบนิเวศขนาดเล็ก เช่น แอ่งน้ำขนาดเล็ก สปีชี่ส์หนึ่ง ๆ ต้องอาศัยระบบนิเวศและสปีชี่ส์อื่น ๆ เพื่อความอยู่รอด ดังนั้นความหลากหลายทางระบบนิเวศคือความเกี่ยวพันกันของความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชี่ส์กับระบบนิเวศ การสงวนไว้ซึ่งความหลากหลายทางระบบนิเวศต้องมีการอนุรักษ์ในระดับที่ใหญ่พอที่จะครอบคลุมความหลากหลายประเภทต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปข้างต้น เพราะเมื่อความหลากหลายของระบบนิเวศถูกทำให้เสื่อมลงความหลากหลายอื่น ๆ ก็ย่อมได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน

บทที่ 3

ทรัพยากรธรรมชาติ

1.1 ความหมาย

ทรัพยากรธรรมชาติ คือ ทรัพยากรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยปราศจากการกระทำใด ๆ จากมนุษย์ ซึ่งทรัพยากรในที่นี้จะกล่าวรวมถึงแรงหรือลักษณะเฉพาะตัวที่มีความสำคัญ เช่น แรงแม่เหล็ก แรงดึงดูด พลังงานไฟฟ้า และพลังงานรูปแบบอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สำหรับบนผิวโลกก็จะกล่าวรวมถึง แสงอาทิตย์ บรรยากาศ น้ำ ที่ดินที่รวมถึงแร่ธาตุต่าง ๆ ในดิน และอากาศ ตราบจนพืชพรรณและสิ่งมีชีวิต (Natural resource, 2017)

ให้ความหมายของทรัพยากรธรรมชาติ ว่าหมายถึง “สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีประโยชน์ สามารถสนองความต้องการของมนุษย์ได้หรือมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น บรรยากาศ ดิน น้ำ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า สัตว์ป่า แร่ธาตุ พลังงาน รวมทั้งกำลังจากมนุษย์ด้วย” (ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์, 2548)

ความหมายของ “ทรัพยากร” ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานหมายถึง สิ่งซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติอันอาจเป็นทรัพย์ได้ และความหมายของ “ทรัพย์” คือวัตถุที่มีรูปร่าง ส่วน “อากร” หมายถึง หมู่ กอง สิ่งที่รวมตัวกันอยู่

3.2 ประเภททรัพยากรธรรมชาติ

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 1 ประเภทของทรัพยากรสามารถแบ่งได้หลากประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำมาใช้ประโยชน์และคุณลักษณะของทรัพยากร 3 ประเภทดังนี้

1) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมด (Inexhaustible natural resource) คือ ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด ซึ่งทรัพยากรประเภทนี้สามารถใช้เป็นพลังงานทดแทน (Alternative Energy) ได้เนื่องจากคุณลักษณะที่สามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่องและหมุนเวียนเกิดขึ้นใหม่ได้อย่างต่อเนื่อง เช่น แสงอาทิตย์ ลม น้ำ แร่ธาตุ ที่อยู่ในวัฏจักร์มีการหมุนเวียนตามระบบหมุนเวียนสาร

2) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วทดแทนได้ (Renewable natural resources) คือ ทรัพยากรที่สามารถฟื้นคืนสภาพได้โดยอาศัยระยะเวลาที่เหมาะสมและเป็นทรัพยากรที่มนุษย์ใช้เป็นปัจจัยหลักในการ

ดำรงชีวิต ตราบเท่าที่ทรัพยากรเหล่านั้นไม่ถูกทำลายหรือเสื่อมโทรมจนไม่สามารถฟื้นคืนสภาพได้ เช่น สัตว์ ป่าไม้ แหล่งน้ำจืด ดิน เป็นต้น

3) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป (Exhaustible or Non-Renewable natural Resources) คือ ทรัพยากรที่ถูกนำมาใช้แล้วหมดสิ้นไปหรือสามารถทดแทนได้แต่ต้องอาศัยระยะเวลายาวนานเกินกว่าหลายชั่วชีวิตคนในการสร้างตัว (Forming process) ดังนั้นจึงถือได้ว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป เช่น สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น หน้าผา ถ้ำ และแร่ธาตุบางชนิด เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันปิโตรเลี่ยม เป็นต้น

1.3 ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ

อย่างที่ทราบกันคือทรัพยากรธรรมชาติคือสิ่งที่มีประโยชน์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ในระบบที่แตกต่างต่างกันก็จะปรากฏประเภททรัพยากรธรรมชาติที่แตกต่างกันออกไปด้วยเช่นกัน แต่โดยหลักแล้วทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญจะประกอบไปด้วย ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรแร่ธาตุ ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และทรัพยากรพลังงาน

1.3.1 ทรัพยากรดิน (Soil resource)

ดินคือเทหวัตถุที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายของหินและแร่รวมไปถึงซากสิ่งมีชีวิตที่ตายลงหรืออินทรีย์วัตถุและเกิดการทับถมคลุกเคล้าโดยมีระยะเวลาเข้ามาเป็นปัจจัยในกระบวนการเกิดดิน ซึ่งดินก็เป็นปัจจัยหนึ่งสำหรับพืชในการเจริญเติบโตจากสารอาหารที่ประกอบอยู่ดิน

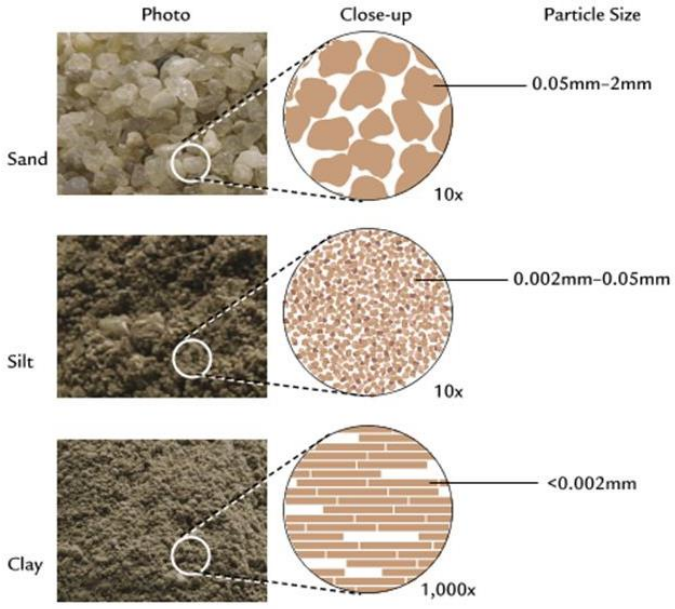
1.3.1.1 กระบวนการเกิดดิน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) การผุพังสลายตัว (Weathering process) ประกอบด้วยขบวนการทั้งทางกายภาพและทางเคมีซึ่งดินมีวัตถุต้นกำเนิดมาจากหิน แหล่งที่มาของหินส่วนใหญ่มาจากหินหนืดเปลือกโลกชั้นใน (Mantle) โดยหิน ที่ให้กำเนิดดินส่วนใหญ่ คือ หินอัคนี เมื่อเกิดภูเขาไฟระเบิดขึ้นสิ่งที่พ่นออกมาจะถูกกัดกร่อนจากธรรมชาติ อันได้แก่ ความร้อน ความชื้น ปฏิกิริยาทางเคมี และแรงลมเป็นต้นเมื่อมีการรวมตัวกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ กลายเป็นสารกำเนิดดิน (Soil parent materials) ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นดินในโอกาสต่อไป (พงศธร คำใจหนัก, 2554ค)

2) ขบวนการสร้างดิน (Soil forming process) เทหวัตถุทางธรรมชาติ (Natural body) ที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุซึ่งปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ เป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโตและการทรงตัวของพืช มีการแบ่งชั้น (horizon) (ดินและการเกิดดิน, ม.ป.ป.)

1.3.1.2 ชนิดของดิน

1) ดินทราย (Sand) เป็นดินที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าร้อยละ 85 เนื้อดินมีการเกาะตัวกันหลวม ๆ มองเห็นเป็นเม็ดเดี่ยว ๆ ได้ ถ้าสัมผัสดินที่อยู่ในสภาพแห้งจะรู้สึกสากมือเมื่อลองกำดินที่แห้งนี้ไว้ในอุ้งมือแล้วคลายมือออกดินก็จะแตกออกจากกันได้ แต่ถ้ากำดินที่อยู่ในสภาพชื้นจะสามารถทำให้เป็นก้อนหลวม ๆ ได้ แต่พอสัมผัสจะแตกออกจากกันทันที



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงขนาดของชนิดของดิน

2) ดินร่วน (Silt) เป็นดินที่เนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือในสภาพดินแห้งจะจับกันเป็นก้อนแข็งพอประมาณ ในสภาพดินชื้นจะยืดหยุ่นได้บ้าง เมื่อสัมผัสหรือคลึงดินจะรู้สึกนุ่มมือแต่อาจจะรู้สึกสากมืออยู่บ้างเล็กน้อย เมื่อกำดินให้แน่นในฝ่ามือแล้วคลายมือออก ดินจะจับกันเป็นก้อนไม่แตกออกจากกัน เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก

3) ดินเหนียว (Clay) เป็นดินที่มีเนื้อละเอียด ในสภาพดินแห้งจะแตกออกเป็นก้อนแข็งมาก เมื่อเปียกน้ำแล้วจะมีความยืดหยุ่น สามารถปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี แต่สามารถอุ้มน้ำ ดูดยึด และแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ดี เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน (ดินเหนียว, 2016)

1.3.1.3 องค์ประกอบของดิน (Soil components) สามารถจำแนกได้ 4 ประเภทได้แก่

1) อนินทรีย์วัตถุ (Inorganic Matters) หรือ แร่ธาตุที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน อนินทรีย์วัตถุในดินมาจากวัตถุต้นกำเนิดโดยตรงหรือเปลี่ยนรูปมาจากวัตถุต้นกำเนิดในระหว่างกระบวนการผุพังสลายตัว (Weathering) วัตถุต้นกำเนิดก็คือสารที่เป็นองค์ประกอบของหินต้นกำเนิดนั่นเอง ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดและหินต้นกำเนิด เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการกำหนดสมบัติต่าง ๆ และความอุดมสมบูรณ์ ของดิน หิน

จำแนกตามลักษณะการเกิดออกเป็น 3 ชนิด หินอัคนี (Igneous rock) หินตะกอน (Sedimentary rock) และหินแปร (Metamorphic rock)

2) อินทรีย์วัตถุ (Organic matters) อินทรีย์วัตถุในดินมาจากซากพืชซากสัตว์ที่ตายทับถมกันทั้งที่ยังคงสภาพซากให้เห็นและไม่เหลือสภาพซากให้เห็น ถึงแม้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทั่วไปจะมีอยู่น้อยเมื่อเทียบกับอนินทรีย์วัตถุ แต่อินทรีย์วัตถุมีบทบาทสำคัญหลายประการต่อกิจการทางด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน

3) อากาศ (Air) ส่วนของก๊าซต่าง ๆ ที่แทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินในส่วนที่ไม่มีน้ำอยู่ ก๊าซที่พบโดยทั่วไปในดิน คือ ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ออกซิเจน (O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งรากพืชและจุลินทรีย์ดินใช้ในการหายใจ และสร้างพลังงานในการดำรงชีวิต

4) น้ำ (Water) ส่วนของน้ำที่พบอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดินหรือเม็ดดิน มีความสำคัญมากต่อการปลูก และการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการละลายธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน และเป็นส่วนสำคัญในการเคลื่อนย้ายอาหารพืชจากรากไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 1.2 ส่วนประกอบของดินที่เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช

ส่วนประกอบของดิน	ร้อยละ
อนินทรีย์วัตถุ	45
อินทรีย์วัตถุ	5
น้ำ	25
อากาศ	25

1.3.1.4 ชั้นของดิน (Layers of soil)

O-Horizon ชั้นโอ เป็นช่วงชั้นดินอินทรีย์ (Organic soil horizon) ปกติแล้วจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป แบ่งย่อยออกเป็น ชั้นโอหนึ่ง อินทรียวัตุส่วนใหญ่ยังมิได้มีการ-สลายตัว และชั้นโอสองอินทรียวัตถุส่วนใหญ่มีการสลายตัวแล้ว

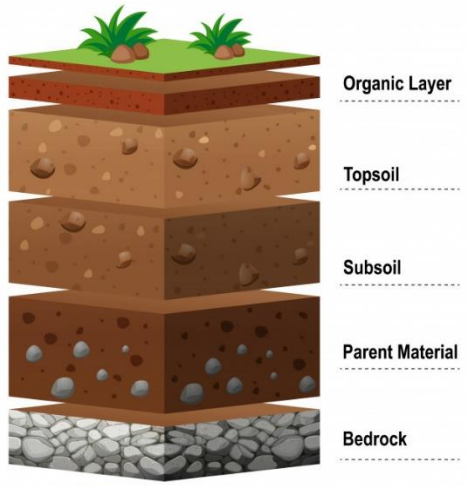
A-Horizon ชั้นเอ เป็นช่วงชั้นดินแร่ (Mineral soil horizon) ปกติแล้วจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าร้อยละ 20 แบ่งย่อยออกเป็น ชั้นเอหนึ่ง ส่วนใหญ่เป็นชั้นที่เกิดที่ผิวดินหรือใกล้ผิวดิน ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุที่มีการสลายตัวปะปนอยู่ มีสีคล้ำกว่าชั้นดินข้างล่างถัดไป ชั้นเอสอง เป็นชั้นที่มีการสูญเสียอนุภาค

ดินเหนียว (Clay) เหล็ก อะลูมิเนียม เป็นผลให้ปริมาณของควอรตซ์ และแร่ต่าง ๆ ที่มีความทนทานต่อการสลายตัว ขนาดอนุภาคทราย (Sand) และทรายแป้ง (Silt) ตกค้างอยู่ในปริมาณสูง ในชั้นนี้จะมีสีจางกว่าชั้นใกล้เคียง และชั้นเอสาม เป็นชั้นเชื่อมต่อระหว่างชั้นเอกับชั้นบี แต่มีลักษณะส่วนใหญ่ค่อนไปทางชั้นเอ

B-Horizon ชั้นบี เป็นช่วงชั้นดินแร่ ปกติแล้วจะอยู่ถัดชั้นเอลงไป และมีการสะสมของสารที่ถูกชะล้างลงมาจากชั้นเอสอง หรือมีเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์เคลือบอยู่ อะลูมิเนียมออกไซด์ทำให้เกิดสีเข้มกว่าหรือแดงกว่าชั้นที่อยู่ข้างบนหรือข้างล่างถัดไป แบ่งย่อยออกเป็น ชั้นบีหนึ่ง เป็นชั้นเชื่อมต่อระหว่างชั้นเอกับชั้นบี แต่มีลักษณะส่วนใหญ่ค่อนไปทางชั้นบี ชั้นบีสอง เป็นชั้นบีที่ไม่มีลักษณะของชั้นเอหรือชั้นซีปนอยู่เลย และชั้นบีสาม เป็นชั้นเชื่อมต่อระหว่างชั้นบีกับชั้นซี แต่มีลักษณะส่วนใหญ่ค่อนไปทางชั้นบี

C-Horizon ชั้นซี เป็นช่วงชั้นดินที่ไม่สามารถจัดอยู่ในชั้นเอหรือชั้นบีได้ เช่น ชั้นหินผุ หรือเป็นชั้นที่มีการสะสมของแร่แคลเซียมคาร์บอเนต (ชั้นดินมาร์ล)

R-Horizon ชั้นอาร์ เป็นช่วงชั้นดินดานแข็ง ยังไม่มีการผุพังสลายตัว



รูปที่ 3.2 ชั้นของดิน (Soil Layers)

1.3.1.5 ปัจจัยที่ควบคุมการเกิดดิน

1) วัตถุต้นกำเนิดดิน (Soil parent materials) เป็นปัจจัยควบคุมการเกิดของดินที่สำคัญโดยจะเห็นได้ชัดจากลักษณะสี เนื้อดิน องค์ประกอบของดิน ที่แตกต่างกันตามวัตถุต้นกำเนิด

2) สภาพภูมิประเทศ (Topography) สภาพของพื้นที่มีผลต่อการเกิดดิน เช่น ความลาดเอียงที่ส่งผลต่อการพังทลายของดิน ปริมาณความชื้นในดินจากการซึมผ่านและการระบายของน้ำในดิน และการเคลื่อนย้ายของวัตถุธาตุในดิน

3) สภาพภูมิอากาศ (Climates) ได้แก่หยาดน้ำฟ้าและอุณหภูมิ เนื่องจากน้ำมีอิทธิผลต่อการผุพังของวัตถุต้นกำเนิดดิน รวมถึงการพัดพาองค์ประกอบอนินทรีย์และอินทรีย์ในดินมายังและไปจาก

บริเวณกำเนิดดิน อุณหภูมิก็เป็นปัจจัยทางกายภาพที่ควบคุมการสลายตัวของแร่และหินโดยมีความชื้น

เป็นตัวเสริม นอกจากนั้นหยาดน้ำฟ้าและอุณหภูมิยังควบคุมปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบอินทรีย์ในดินเมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นตายลง ก็จะมีผลต่อลักษณะของดิน เช่น สี ค่าความเป็นกรดด่างอีกด้วย

4) สิ่งมีชีวิต (Organisms) พืชและสัตว์ต่างก็มีอิทธิพลต่อการเกิดดิน ในพืชระบบรากจะคอยทำหน้าที่ชอนไชทำให้วัตถุธาตุในดินสามารถสัมผัสกับอากาศและความชื้นได้ดีขึ้นผลคือมีการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่ดีขึ้น รวมไปถึงการย่อยสลายของเศษใบไม้กิ่งไม้เป็นอินทรีย์สารให้แก่ดินโดยจุลินทรีย์และแบคทีเรียนในดิน เช่นเดียวกับสัตว์ทั้งที่อยู่ในดินและบนดินจะมีบทบาทในการหมุนเวียน นำออก นำเข้า ธาตุอาหารสำหรับดิน เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเมื่อสัตว์เหล่านั้นล้มตายลงก็จะถูกแปลสภาพให้เป็นอินทรีย์สารอีกต่อหนึ่ง

5) เวลา (Time) ปัจจัยอีกตัวที่สำคัญสำหรับการเกิดดิน โดยปกติการเกิดดินที่สมบูรณ์ต้องใช้เวลาราว 100 ปีจนถึง 6 ล้านปี โดยมีปัจจัยข้างต้นเป็นปัจจัยสนับสนุน

1.3.1.6 ความสำคัญหรือประโยชน์ของดิน

1) ดินเป็นทรัพยากรที่เป็นแหล่งรวมของทรัพยากรอื่น มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นแหล่งก่อกำเนิดของปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัย

2) ดินเป็นตัวกลางในการสะสมธาตุอาหาร อากาศ น้ำและพลังงานจากแสงแดดที่เป็นปัจจัยทำให้พืชเจริญเติบโตซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในฐานะผู้ผลิต นอกจากนี้ดินยังเป็นที่ยึดเกาะของรากพืชเพื่อให้ลำต้นมั่นคง

3) ดินเป็นแหล่งดูดซับสารพิษและกรองสารพิษต่าง ๆ เช่น สารพิษจากยาฆ่าแมลง โลหะหนัก สารกัมมันตภาพรังสี สารเคมีบางชนิดไม่สลายตัวและตกค้างในดิน อย่างไรก็ตาม สารพิษจากสารกัมมันตภาพรังสี และสารเคมีหลายชนิดมีความคงทนสูง และมิได้ถูกตรึงอยู่ในดิน แต่จะผ่านเข้ามาในห่วงโซ่อาหารและมีอันตรายต่อมนุษย์ในที่สุด

4) ดินเป็นแหล่งก่อกำเนิดรัฐ (Core area) เนื่องจากดินเป็นปัจจัยการผลิตขั้นพื้นฐานของมนุษย์ บริเวณที่ดินอุดมสมบูรณ์ดินบริเวณนั้นมนุษย์จะตั้งถิ่นฐานอย่างหนาแน่น และเป็นการตั้งถิ่นฐานแบบถาวร ทำให้เกิดการสั่งสมวัฒนธรรมและอารยธรรม ตามบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำสายหลัก ๆ ของโลก เช่น แม่น้ำไนล์ ไทกริส-ยูเฟรติส คงคา สินธุ และฮวงโห บริเวณเหล่านี้ได้กลายเป็นแหล่งอารยธรรมหลักของมนุษยชาติในปัจจุบัน (คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่, 2556ข)

1.3.1.7 การอนุรักษ์ทรัพยากรดิน

เป็นการใช้ดินอย่างชาญฉลาดโดยมีการป้องกันและลดปัญหาการพังทลายตามธรรมชาติ หน้าดินอุดมสมบูรณ์หนา 1 ซม. จะใช้เวลาสร้าง 100-400 ปี แต่กิจกรรมของมนุษยจะทำให้หน้าดินสูญเสียไปได้ในเวลาเพียง 10-20 ปี เท่านั้น (ศูนย์นิเทศอาชีวศึกษาภาคเหนือ, 2537) สามารถแบ่งประเภทได้ตามแผนภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.3.1.8 การกระจายทรัพยากรดินในประเทศไทย

1) ภาคเหนือ ดินในภาคเหนือเป็นดินที่มีคุณภาพไม่ค่อยดีมากนัก เพราะเป็นดินร่วนที่อุ้มน้ำได้ดี แต่ดินที่มีคุณภาพดีเหมาะแก่การเพาะปลูก ได้แก่ บริเวณที่ราบระหว่างหุบเขาและที่ราบลุ่มแม่น้ำ

2) ภาคกลาง ดินในภาคกลางนับได้ว่าเป็นดินที่มีคุณภาพดีที่สุด เพราะภาคกลางเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ที่เกิดจากการทับถมของดินตะกอนที่แม่น้ำสายต่าง ๆ พัดพามาทับถมกันจึงทำให้ดินในเขตที่ราบลุ่มเหมาะแก่การเพาะปลูกมาก โดยเฉพาะการทำนาปลูกข้าว ยกเว้นภาคกลางตอนล่างที่มีดินเปรี้ยว

3) ภาคตะวันออก ดินในภาคตะวันออกเกิดจากการผุกร่อนของหิน ซึ่งสามารถระบายน้ำได้ดี แต่ปลูกพืชได้ไม่นานเพราะธาตุอาหารหมด ดังนั้น จึงต้องเพิ่มปุ๋ยเพื่อให้เหมาะสมกับการปลูกพืช

4) ภาคตะวันตก ดินในภาคตะวันตกส่วนใหญ่เป็นดินร่วนที่เกิดจากการสลายตัว ของหินจากเทือกเขา และการทับถมของอินทรีย์วัตถุ ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีน้อยเพราะเป็นดินร่วนที่ระบายน้ำได้ดี สำหรับดินที่อุดมสมบูรณ์ ได้แก่ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง และที่ราบลุ่มแม่น้ำแม่กลอง

5) ภาคใต้ ดินในภาคใต้เกิดจากปัจจัยสำคัญสองประการ คือ การสลายตัวของหินจากเทือกเขา และการทับถมของดินตะกอนจากแม่น้ำลำธารและทพเลที่พัดพามาทับถมกัน กลายเป็นที่ราบ ดินเหล่านี้เป็นดินร่วน ซึ่งเหมาะแก่การเพาะปลูก

6) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายหรือดินร่วนปนทราย ซึ่งไม่อุ้มน้ำจึงทำให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือขาดแคลนน้ำ ไม่สามารถทำการเพาะปลูกดีได้เท่าภาคอื่น ๆ

1.3.2 ทรัพยากรน้ำ (Water resource)

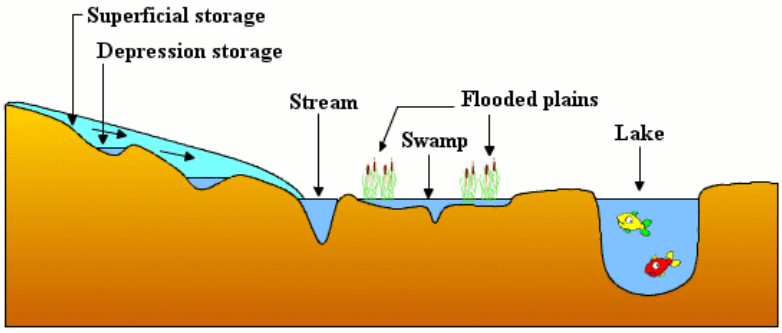
แหล่งต้นตอของน้ำที่เป็นประโยชน์หรือมีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่มนุษย์ ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญเนื่องจากน้ำเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ได้มีการนำน้ำมาใช้ในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม บ้านเรือน นันทนาการและกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งด้านสิ่งแวดล้อม น้ำที่มนุษย์นำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวนั้นจะเป็นน้ำจืด แต่น้ำจืดในโลกเรามีเพียงร้อยละ 2.5 เท่านั้น และปริมาณ 2 ใน 3 ของน้ำจืดจำนวนนี้เป็นน้ำแข็งในรูปของธารน้ำแข็งและน้ำแข็งที่จับตัวกันอยู่ที่ขั้วโลกทั้งสองขั้ว ปัจจุบันความต้องการน้ำมีมากกว่าน้ำจืดที่มีอยู่ในหลายส่วนของโลก และในอีกหลายพื้นที่ในโลกกำลังจะประสบปัญหาความไม่สมดุลของอุปสงค์และอุปทานของน้ำในอนาคตอันไม่ไกลนัก กรอบปฏิบัติเพื่อการจัดสรรทรัพยากรน้ำให้แก่ผู้ใช้น้ำ (ในพื้นที่ที่มีกรอบปฏิบัติแล้ว) เรียกว่า "สิทธิการใช้น้ำ" (Water rights) (ทรัพยากรน้ำ, 2016)

ของเหลวที่เกิดจากการรวมตัวกันของก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซออกซิเจน น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีการหมุนเวียนเคลื่อนที่จากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง และเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีก

สถานะหนึ่ง เช่น เป็นของแข็ง ของเหลว เป็นต้น การหมุนเวียนเปลี่ยนไปของน้ำนี้เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.)

1.3.2.1 ประเภทของแหล่งน้ำ

2) แหล่งน้ำผิวดิน (Surface water) แหล่งน้ำที่พบหรือปรากฏบนผิวดินเป็นแหล่งน้ำเปิด เช่น แม่น้ำทะเลสาบ พื้นที่ชื้นแฉะ และมหาสมุทร ซึ่งจะตรงกันข้ามกับน้ำใต้ดินและน้ำที่อยู่ในบรรยากาศ น้ำจืดผิวดินจะถูกให้เต็มด้วยหยาดน้ำฟ้าประเภทต่าง ๆ และจากน้ำใต้ดินด้วยเช่นกัน สำหรับการสูญเสียน้ำผิวดินจะเกิดจากการระเหย การซึมผ่านกลับไปยังใต้ดิน ที่ซึ่งพืชใช้ในกระบวนการคายน้ำ และมนุษย์สะกัดเอาประโยชน์มาใช้เพื่อ การเกษตร การดำรงชีวิต ในอุตสาหกรรมและกิจกรรมอื่น ๆ หรือแม้แต่ถูกปล่อยในรูปแบบของฝนลงสู่ทะเลในรูปของน้ำเค็ม (รูปที่ 3.3) (Surface water, 2017)



รูปที่ 3.3 น้ำผิวดิน (Surface Water)

3) แหล่งน้ำใต้ดิน (Underground water) คือน้ำที่ปรากฏอยู่ภายใต้โลกหรือภายใต้เปลือกโลก ซึ่งจะมีการสะสมอยู่ตามช่องว่างของดิน และตามรอยแตกของหิน น้ำใต้ดินจะถูกเติมให้เต็มโดยการไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ซึมผ่านจากน้ำผิวดิน และจะสูญเสียน้ำใต้ดินในรูปของน้ำพุ ต้นน้ำ นอกจากนั้นยังสูญเสียจากการน้ำมาใช้จากกระบวนการขุดน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ (Underground water, 2010)

น้ำใต้ดินเกิดจากน้ำผิวดินซึมผ่านดินชั้นต่าง ๆ ลงไปถึงชั้นดินหรือหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impervious rocks) น้ำใต้ดินนี้จะไปสะสมตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของเนื้อดิน ที่เป็นชั้นดินที่เป็นกรวด ทราย หิน หรือเรียกว่า Aquifer น้ำใต้ดินสามารถพบได้ทั่วไป ระดับของน้ำใต้ดิน (Water table) จะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น ปริมาณฝน หรือปริมาณการนำไปใช้ในรูปของน้ำบาดาล การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำใต้ดิน (Recharge) ถ้ามีมากเกินไปจะเกิดการปลดปล่อย (Discharge) มวลน้ำนั้นออกมาในลักษณะของน้ำพุและตามแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ (Groundwater, n.d.)

4) แหล่งน้ำจากทะเล (Saline water) กว่าร้อยละ 70 ของผิวโลกทั้งหมดเป็นพื้นที่น้ำและส่วนใหญ่เป็นน้ำทะเลหรือน้ำเค็ม ดังนั้นมหาสมุทรจะเป็นระบบที่ใหญ่ที่สุดในการควบคุมวงจรน้ำและความชุ่มชื้น

ของโลก รวมไปถึงกระแสน้ำที่หมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาก็เป็นปัจจัยในการควบคุมอุณหภูมิและเป็นการผลิตอาหารของผู้ผลิตจำพวกแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ของโลก อย่างไรก็ดีมนุษย์ได้มีการน้ำเค็มมาทำให้เป็นน้ำจืดเพื่อใช้อุปโภคบริโภคแต่กระบวนการดังกล่าวยังมีต้นทุนที่สูงอยู่เพื่อให้ได้น้ำจืดบริสุทธิ์เพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3 ประเภทของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำ	ร้อยละ
น้ำเค็ม หรือ น้ำทะเล	97.137
น้ำจืด	2.863

5) แหล่งน้ำจากฟ้า (Precipitation water) เป็นชื่อเรียกรวมของหยดน้ำและน้ำแข็ง ที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำแล้วตกลงมาสู่พื้น เช่น ฝน ลูกเห็บ หิมะ เป็นต้น หยาดน้ำฟ้าแตกต่างจากจากหยดน้ำหรือละอองน้ำในก้อนเมฆ (Cloud droplets) ตรงที่หยาดน้ำต้องมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากพอที่จะชนะแรงต้านอากาศและตกสู่พื้นโลกได้โดยไม่ระเหยเป็นไอน้ำเสียก่อน ฉะนั้นกระบวนการเกิดหยาดน้ำฟ้าจึงมีความสลับซับซ้อนมากกว่ากระบวนการควบแน่นที่ทำให้เกิดเมฆ (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, ม.ป.ป.) ซึ่งน้ำดังกล่าวเมื่อตกลงสู่ผิวโลกแล้วก็จะสะสมบริเวณแหล่งน้ำเปิดทะเลและมหาสมุทรบางส่วนซึมผ่านชั้นดินลงไปกลายเป็นแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำจากทะเล และแหล่งน้ำใต้ดินตามลำดับ หมุนเวียนเรื่อยไป

1.3.2.2 แหล่งน้ำที่สำคัญของไทย

1) ภาคเหนือ เป็นแหล่งต้นกำเนิดแม่น้ำสายสำคัญ เช่น แม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา และสาขา เช่น แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำน้อย และแม่น้ำอื่น ๆ เช่น แม่น้ำกก แม่น้ำอิง แม่น้ำเมย แม่น้ำปาย เป็นต้น สำหรับแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ที่สุดของภาคเหนือได้แก่ “กว๊านพะเยา” ในจังหวัดพะเยา มีเนื้อที่ประมาณ 12,100 ไร่ และเขื่อนขนาดใหญ่ที่เป็นอ่างเก็บน้ำใช้เพื่อการชลประทาน และผลิตกระแสไฟฟ้าในภาคเหนือ คือ เขื่อนสิริกิติ์ ในจังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นต้น

2) ภาคกลาง เป็นภาคที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์มากกว่าภาคอื่น ๆ เพราะเป็นเขตที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำสายสำคัญหลายสายไหลผ่านภาคนี้ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำแควน้อย และแม่น้ำแควใหญ่ เป็นต้น ส่วนแหล่งน้ำจืดธรรมชาติขนาดใหญ่ ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณภาคกลางตอนบน คือ “บึงบอระเพ็ด” ตั้งอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ประมาณ 30,100 ไร่ สำหรับเขื่อนตั้งขึ้นเพื่อเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่สำคัญ เช่น เขื่อนเจ้าพระยา ที่จังหวัดชัยนาท เขื่อนกระเจียว จังหวัดสุพรรณบุรี เขื่อนพระรามหก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น

3) ภาคตะวันออก เป็นภูมิภาคที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์ เพราะเป็นเขตที่มีฝนตกชุก แม่น้ำในภาคนี้เป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ที่สำคัญ เช่น แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำระยอง แม่น้ำประแส แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำตราด แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เขตนี้ยังเป็นเขตที่ขาดแคลนน้ำ จึงต้องมีการสร้างอ่างเก็บน้ำ เพื่อสนองความต้องการของประชาชน เช่น อ่างเก็บน้ำบางพระ อ่างเก็บน้ำมาบประชัน จังหวัดชลบุรี อ่างเก็บน้ำเขาระกำ และอ่างเก็บน้ำห้วยยาง จังหวัดปราจีนบุรี เป็นต้น

4) ภาคตะวันตก เป็นภาคที่ค่อนข้างขาดแคลนน้ำ เพราะเป็นเขตที่มีฝนตกน้อย และตั้งอยู่ในเขตอับฝน แต่มีแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำแควน้อย แม่น้ำแควใหญ่ แม่น้ำเพชรบุรี และแม่น้ำปราณบุรี

5) ภาคใต้ นับได้ว่าเป็นภูมิภาคที่ฝนตกชุกมากอีกภาคหนึ่ง เพราะอยู่ในเขตอิทธิพลลมมรสุม สำหรับแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ แม่น้ำสายสั้ย ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำตาปี แม่น้ำกระบุรี แม่น้ำตรัง แม่น้ำปัตตานี

6) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภูมิภาคที่ขาดแคลนน้ำมากที่สุดทั้งที่ปริมาณน้ำฝนที่ตกมาแต่ละปีมิได้น้อยไปกว่าภาคอื่น ๆ เลย แต่ทั้งนี้เพราะดินเป็นดินปนทราย ไม่อุ้มน้ำ ส่วนแม่น้ำในภาคนี้ส่วนมากจะมีน้ำน้อย โดยเฉพาะในฤดูแล้ง แม่น้ำที่สำคัญ เช่น แม่น้ำมูล แม่น้ำชี แม่น้ำสงคราม แม่น้ำเลย แม่น้ำพอง และแม่น้ำโขง เป็นต้น ส่วนแหล่งน้ำจืดธรรมชาติที่สำคัญคือ “หนองหาน” จังหวัดสกลนคร เป็นแหล่งน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในภาคนี้ คือมีเนื้อที่ประมาณ 50,000 ไร่ สำหรับเขื่อนที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บน้ำในภาคนี้ ได้แก่ เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น เขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ เขื่อนสิริธร จังหวัดอุบลราชธานี (คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่, 2556ค)

1.3.2.3 ประโยชน์ของทรัพยากรแหล่งน้ำ

การใช้น้ำจืดสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทที่เรียกว่า "บริโภคแล้วหมดไป" (Consumptive) และ "บริโภคได้ต่อเนื่อง" (Non-consumptive) ซึ่งบางครั้งเรียกว่า "ใช้ได้ต่อเนื่องได้ใหม่" การใช้น้ำที่นับเป็นประเภทบริโภคหมดไปได้แก่การใช้ที่เมื่อใช้แล้วไม่อาจนำกลับมาใช้อย่างอื่นได้อีกในทันที การสูญเสียจากการไหลซึมซับลงสู่ใต้ผิวดินและการระเหยก็นับเป็นประเภทบริโภคหมดไปเช่นกัน (แม้ไม่ได้ถูกบริโภคโดยมนุษย์) รวมทั้งน้ำที่ติดรวมไปกับผลิตภัณฑ์เกษตรหรืออาหาร น้ำที่สามารถนำมาบำบัดแล้วปล่อยลงสู่แหล่งน้ำผิวดินใหม่ได้อีก เช่น น้ำโสโครกที่บำบัดแล้ว จะนับเป็นน้ำประเภทใช้ต่อเนื่องได้ใหม่ ถ้าถูกนำไปใช้ต่อเนื่อในกิจกรรมการใช้น้ำอย่างใดอย่างหนึ่ง (ทรัพยากรน้ำ, 2016)

1) เพื่อการอุปโภคและบริโภค น้ำมีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ร่างกายคนเราประกอบด้วยน้ำประมาณ 60 - 70 % โดยต้องใช้ในการดื่มประมาณ 2 ลิตรต่อวันและใช้ในการบริโภคประมาณ 3 ลิตรต่อวัน นอกจากนี้เรายังใช้น้ำในการอุปโภคทั้งการทำความสะอาด ซักล้าง และกิจกรรม อื่น ๆ

2) เพื่อการเกษตรกรรม การใช้น้ำในการเกษตรกรรมนั้นประมาณว่ามนุษยใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ 70% ของปริมาณน้ำที่มนุษยใช้ทั้งหมด

3) เพื่อการอุตสาหกรรม น้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งในส่วนของกระบวนการผลิตโดยตรง คือ เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ล้างวัตถุดิบและกิจกรรมต่าง ๆ ที่สนับสนุนการผลิตอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีความต้องการน้ำในปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกันไป ดังกรณีของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ เซรามิก กระดาษ มีความจำเป็นที่ต้องใช้ที่มีคุณภาพสูง

4) แหล่งทรัพยากร แหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ โดยเฉพาะในทะเล ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่ใหญ่ที่สุด อาหารจากทะเลเป็นอาหารที่สำคัญที่มนุษย์สามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้โดยไม่ต้องลงทุน

5) เพื่อการคมนาคมขนส่งโดยเฉพาะการขนส่งระหว่างประเทศคือ การขนส่งทางทะเล เพราะสามารถขนส่งได้คราวละมาก ๆ และค่าใช้จ่ายยังถูกกว่าการขนส่งทางอากาศมากอีกด้วย สำหรับการขนส่งภายในประเทศนั้นการขนส่งทางน้ำก็ยังคงบทบาทสำคัญโดยเฉพาะระยะทางไกล ๆ จะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าทางบก

6) เพื่อการสร้างพลังงาน ในการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น ค่าใช้จ่ายที่มาจากการผลิต โดยใช้กระแสน้ำนั้นจะต่ำกว่าการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น ถ่านหินน้ำมัน นิวเคลียร์ รวมทั้งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าด้วย

7) เพื่อการนันทนาการ แหล่งกักเก็บน้ำหลายแห่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจของมนุษย์ เช่น ชายฝั่งทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำลำคลอง น้ำตกและลำธาร เป็นต้น (พงศธร คำใจหนัก, 2554ง)

1.3.3 ทรัพยากรป่าไม้ (Forest resource)

ป่า ตามพระราชบัญัติ ป่าไม้ หมายถึง ที่ดินที่ไม่มีบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้มาซึ่งกรรมสิทธิ์ ครอบครองตามกฎหมายที่ดิน

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์อื่น ๆ เพราะป่าไม้มีประโยชน์ทั้งการเป็นแหล่งวัตถุดิบของปัจจัยสี่ คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัยและยารักษาโรคสำหรับมนุษย์ และยังมีประโยชน์ในการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม ถ้าป่าไม้ถูกทำลายลงไปมาก ๆ

ย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น สัตว์ป่า ดิน น้ำ อากาศ ฯลฯ เมื่อป่าไม้ถูกทำลาย จะส่งผลไปถึงดินและแหล่งน้ำด้วย เพราะเมื่อเผาหรือถางป่าไปแล้ว พื้นดินจะโล่งขาดพืชปกคลุม เมื่อฝนตกลงมาก็จะชะล้างหน้าดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินไป นอกจากนั้นเมื่อขาดต้นไม้คอยดูดซับน้ำไว้น้ำก็จะไหลบ่าท่วมบ้านเรือน และที่ลุ่มในฤดูน้ำหลากพอถึงฤดูแล้งก็ไม่มีน้ำซึมใต้ดินไว้หล่อเลี้ยงต้นน้ำลำธาร ทำให้แม่น้ำมีน้ำน้อยส่งผลกระทบต่อมาถึงระบบเศรษฐกิจและสังคม เช่น การขาดแคลนน้ำในการการชลประทานทำให้ทำนาไม่ได้ผลขาดน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้า (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

1.3.3.1 ชนิดป่าในประเทศไทย

ประเภทของป่าไม้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการกระจายของฝน ระยะเวลาที่ฝนตกรวมทั้งปริมาณน้ำฝนทำให้ป่าแต่ละแห่งมีความชุ่มชื้นต่างกัน สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen) และป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous)

1) ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forest) ระบบนิเวศของป่าไม้ชนิดที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ชนิดไม่ผลัดใบคือมีใบเขียวตลอดเวลา ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 30 ของเนื้อที่ป่าทั้งประเทศ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิดย่อยดังนี้

1. ป่าดิบเมืองร้อน (Tropical evergreen forest) เป็นป่าที่อยู่ในเขตลมมรสุมพัดผ่านเกือบตลอดปี มีปริมาณน้ำฝนมาก

1. ป่าดิบชื้น (Tropical rain forest) ป่าดงดิบชื้นในประเทศไทยมีการกระจายส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้และภาคตะวันออกของประเทศ อาจพบในภาคอื่นบ้างแต่มักมีลักษณะโครงสร้างที่เป็นสังคมย่อยของสังคมป่าชนิดนี้ ป่าดงดิบชื้นขึ้นอยู่ในที่ราบรือบนภูเขาที่ระดับความสูงไม่เกิน 600 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในภาคใต้พบได้ตั้งแต่ตอนล่างของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปจนถึงชายเขตแดน ส่วนทางภาคตะวันออกพบในจังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง และบางส่วนของจังหวัดชลบุรี ลักษณะทั่วไปเป็นป่ารกทึบ ประกอบด้วยพันธุ์ไม้มากมายหลายร้อยชนิด ต้นไม้ชั้นบนส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ยาง (Dipterocarpaceae)

2. ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) ป่าดิบแล้งพบกระจายทั่วไปตามที่ราบเชิงเขา ไหล่เขาและหุบเขาที่ชุ่มชื้นจนถึงพื้นที่ระดับ ทางภาคกลางตั้งแต่จังหวัดชุมพรขึ้นมา ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงใต้ ถึงจังหวัดจันทบุรี ในป่าผลัดใบที่มีลำน้ำสายใหญ่ มีน้ำไหลหรือชุ่มชื้นตลอดปี ประกอบด้วยไม้ต้นขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ เพียงไม่กี่ชนิด เช่น ยางนา (Dipterocarpus alatus) ยางแดง (D. turbinatus) ตะเคียนทอง (Hopea odorata) ป่าชนิดนี้พบตั้งแต่ระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางประมาณ 100 เมตรขึ้นไปถึง 800 เมตร

ป่าดิบแล้งมีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับป่าดิบชื้น กล่าวคือ เรือนยอดของป่าจะดูเขียวชอุ่มมาก หรือน้อยตลอดปี แต่ในป่าดิบแล้งจะมีไม้ต้นผลัดใบ (Deciduous tree) ขึ้นแทรกกระจายมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศและความชุ่มชื้นในดิน (ธวัชชัย สันติสุข 2549)

3. ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest) ป่าดงดิบเขาอาจพบได้ในทุกภาคของประเทศในบริเวณที่เป็นยอดเขาสูง พบตั้งแต่เขาหลวง จ.นครศรีธรรมราช เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ขึ้นไปจนถึงยอดเขาสูง ๆ ในภาคเหนือ เช่น ยอดดอยอินทนนท์ ดอยปุย และยอดดอยอื่น ๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน เป็นต้น ส่วนทางภาคตะวันออกพบได้บนยอดดอยภูหลวง ภูกระดึง ยอดเขาสูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นต้น (อุทิศ กิฎอินทร์, 2541)

ป่าดิบเขาต่ำ พบบนภูเขาที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ประมาณ 1,000 เมตร จนถึง 1,900 เมตร สภาพป่ามีเรือนยอดแน่นทึบมีไม้พื้นล่างหนาแน่นคล้ายคลึงกับป่าดิบชื้นและป่าดิบแล้ง พบพืชพรรณจำพวกก่อ (Fagaceae) สนเขา ปาล์ม กูด ส่วนป่าดิบเขาสูง ความสูงจะมากกว่า 1,900 เมตรขึ้นไป ส่วนใหญ่จะมีเมฆ/หมอกปกคลุมประจำ จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ป่าเมฆ" เช่น ดอยอินทนนท์ พืชพรรณที่พบ ได้แก่ ตระกูลก่อ (ธวัชชัย สันติสุข, 2549ข)

2. ป่าสน (Coniferous forest) ป่าสนหรือป่าสนเขา ป่าสนในประเทศไทยมักปรากฏอยู่ตามภูเขาสูงเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นพื้นที่ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 700 เมตรขึ้นไป โดยทั่วไปมักจะขึ้นอยู่ในที่ซึ่งดินไม่ค่อยมีความอุดมสมบูรณ์มากนัก มีความเป็นกรดสูง มีสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำเป็นระยะเวลายาวนานและยังมีความแห้งแล้งที่ป่าดิบปรับตัวได้ยาก (ระบบนิเวศป่าไม้, 2016)

ป่าสนเมื่อสังเกตจากระยะไกลจะเห็นเป็นสีเขียวตลอดเวลาจึงถูกจัดอยู่ในกลุ่มของป่าไม่ผลัดใบ แต่แท้จริงแล้วป่าสนมีการผลัดใบที่แก่ ในขณะเดียวกันก็มีการแตกใบสนใหม่ขึ้นมาทดแทนอยู่ตลอดเวลา ป่าสนในประเทศไทยนั้นก็จะพบอยู่สองประเภทหลัก ๆ ได้แก่ สนสองใบและสนสามใบ

3. ป่าพรุหรือป่าบึง (Swamp forest) พบตามที่ราบลุ่มมีน้ำขังอยู่เสมอ และตามริมฝั่งทะเลที่มีโคลนเลนทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.1 ป่าพรุ (Peat swamp) เป็นสังคมป่าที่อยู่ถัดจากบริเวณสังคมป่าชายเลน โดยอาจจะเป็นพื้นที่ลุ่มที่มีการทับถมของซากพืชและอินทรียวัตถุที่ไม่สลายตัว และมีน้ำท่วมขังหรือชื้นแฉะตลอดปี จากรายงานของกองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2525) พื้นที่ที่เป็นพรุพบในจังหวัดต่าง ๆ ดังนี้ นราธิวาส 283,350 ไร่ นครศรีธรรมราช 76,875 ไร่ ชุมพร 16,900 ไร่ สงขลา 5,545 ไร่ พัทลุง 2,786 ไร่ ปัตตานี 1,127 ไร่ และตราด 11,980 ไร่ ส่วนจังหวัดที่พบเล็กน้อย ได้แก่ สุราษฎร์ธานี ตรัง กระบี่ สตูล ระยอง จันทบุรี เชียงใหม่ (อ.พร้าว) และจังหวัดชายทะเลอื่น ๆ รวมเป็นพื้นที่ 400,000 ไร่ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกบุกรุกทำลาย

ระบายน้ำออกเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นสวนมะพร้าว นาข้าว และบ่อเลี้ยงกุ้ง เลี้ยงปลา คงเหลือเป็นพื้นที่กว้างใหญ่ในจังหวัดนราธิวาสเท่านั้น คือ พรุโต๊ะแดง ซึ่งยังคงเป็นป่าพรุสมบูรณ์ และพรุบาเจาะ ซึ่งเป็นพรุเสื่อมสภาพแล้ว (ธวัชชัย และชวลิต, 2528)

1.2 ป่าชายเลน (Mangrove swamp forest) เป็นสังคมป่าไม้บริเวณชายฝั่งทะเลในจังหวัดทางภาคใต้ กลาง และภาคตะวันออก เช่น จันทบุรี ตรัง เพชรบุรี และมีน้ำขึ้น-น้ำลงอย่างเด่นชัดในรอบวัน

2. ป่าชายหาด (Beach forest) แพร่กระจายอยู่ตามชายฝั่งทะเลที่เป็นดินกรวด ทราย และโขดหิน ดินมีฤทธิ์เป็นด่าง พิชพรรณที่พบส่วนมากได้แก่ ต้นสน ต้นปาล์ม ต้นมะพร้าว ฯลฯ

2) ป่าผลัดใบ (Deciduous forest) เป็นระบบนิเวศน์ป่าชนิดที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ชนิดผลัดใบหรือทิ้งใบเก่าในฤดูแล้งเพื่อจะแตกใบใหม่เมื่อเข้าฤดูฝน ยกเว้นพืชชั้นล่างจะไม่ผลัดใบจะพบป่าชนิดนี้ตั้งแต่ระดับความสูง 50-800 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

รูปที่ 3.4 ป่าชายเลน (Mangrove forest)

2.1 ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) ป่าผลัดใบผสม หรือป่าเบญจพรรณมีลักษณะเป็นป่าโปร่งและยังมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไปพื้นที่ดินมักเป็นดินร่วนปนทราย ป่าเบญจพรรณ ในภาคเหนือมักจะมีไม้สักขึ้นปะปนอยู่ทั่วไปครอบคลุมลงมาถึงจังหวัดกาญจนบุรี ในภาคกลางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก มีป่าเบญจพรรณน้อยมากและกระจัดกระจายพันธุ์ไม้ชนิดสำคัญได้แก่ สัก ประดู่แดง มะค่าโมง ตะแบก ชิงชัน เสลา อ้อยช้าง ส้าน ยม หอม ยมหิน มะเกลือ สมพง เก็ดดำ เก็ดแดง ฯลฯ นอกจากนี้มีไม้ไผ่ที่สำคัญ เช่น ไผ่ป่า ไผ่บง ไผ่ซาง ไผ่รวก ไผ่ไร เป็นต้น

2.2 ป่าเต็งรัง (Declduous dipterocarp forest) หรือที่เรียกกันว่าป่าแดง ป่าแพะ ป่าโคก ลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่ง ตามพื้นป่ามักจะมีโจด ต้นแปรง และหญ้าเพ็ก พื้นที่แห้งแล้งดินร่วนปนทรายหรือกรวด ลูกรัง พบอยู่ทั่วไปในที่ราบและที่ภูเขา ในภาคเหนือส่วนมากขึ้นอยู่บนเขาที่มีดินตื้นและแห้งแล้งมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีป่าแดงหรือป่าเต็งรังนี้มากที่สุดตามเนินเขาหรือที่ราบดินทรายชนิดพันธุ์ไม้ที่

สำคัญในป่าแดง หรือป่าเต็งรัง ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง กราด พะยอม ติ้วแต้ว มะค่าแต ประดู่ แดง สมอไทย ตะแบก เลือดแสลงใจ รกฟ้า ฯลฯ ส่วนไม้พื้นล่างที่พบมาก ได้แก่ มะพร้าวเต่า ปุ่มแป้ง หญ้าเพ็ก โจด ปรงและหญ้าชนิดอื่น ๆ

2.3 ป่าหญ้า (Savannas forest) ป่าหญ้าที่อยู่ทุกภาคบริเวณป่าที่ถูกแผ้วถางทำลายบริเวณพื้นดินที่ขาดความสมบูรณ์และถูกทอดทิ้ง หญ้าชนิดต่าง ๆ จึงเกิดขึ้นทดแทนและพอถึงหน้าแล้งก็เกิดไฟไหม้ทำให้ต้นไม้บริเวณข้างเคียงล้มตาย พื้นที่ป่าหญ้าจึงขยายมากขึ้นทุกปี พืชที่พบมากที่สุดในป่าหญ้าก็ คือ หญ้าคา หญ้าขนตาช้าง หญ้าโขมง หญ้าเพ็กและปุ่มแป้ง บริเวณที่พอจะมีความชื้นอยู่บ้างและการระบายน้ำได้ดีก็มักจะพบพงและแขมขึ้นอยู่และอาจพบต้นไม้ทนไฟขึ้นอยู่ เช่น ตับเต่า รกฟ้าตานเหลือง ติ้วและแต้ว (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

1.3.3.2 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดป่าไม้ชนิดต่าง ๆ

1) แสงสว่าง (Light) เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญสำหรับพืชในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนั้นปริมาณและระยะเวลาของแสงสว่างก็มีผลต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชอีกด้วย เช่น พืชที่ได้รับปริมาณแสงแดดมากก็จะมีการปรับตัวเพื่อลดการคายน้ำ

2) อุณหภูมิ (Temperature) ปัจจัยที่ควบคุมการคายน้ำทางปากและดูดน้ำทางรากของพืช และกำหนดลักษณะและประเภทของพืชพรรณตามอุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไป เช่น พื้นที่ขั้วโลกก็จะพบเฉพาะกลุ่มพืชทนหนาวได้ ซึ่งเป็นพืชนาดเล็ก เนื่องจากไม่สามารถยืนต้นอยู่ได้

3) สภาพภูมิอากาศ (Climate) สภาพภูมิอากาศแตกต่างก็มีอิทธิพลต่อการเกิดพืชพรรณที่แตกต่างกันไป ซึ่งพืชพรรณแต่ละชนิดมีความต้านทานต่อสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไป เช่น ในสภาพภูมิอากาศแบบทะเลทราย พืชพรรณจะเป็นจำพวกตะบองเพชร พืชพุ่มเตี้ย พืชลำต้นเตี้ย ต้นเสจ

4) ความชื้นในบรรยากาศ (Atmospheric moisture) เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อการเปิดปิดปากใบของพืช กล่าวคือเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศมีผลต่อการคายน้ำหรือการเปิดปากใบของพืช ซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดประเภทของป่าไม้ได้ทางหนึ่ง

5) ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) เช่นเดียวกันสภาพภูมิอากาศและความชื้นในบรรยากาศ พืชพรรณที่สามารถทนต่อความชื้นและปริมาณฝนได้ดี ก็จะปรากฏในเขตที่ฝนชุก เขตที่แห้งแล้งก็จะปรากฏพืชพรรณอีกรูปแบบหนึ่ง

6) สภาพภูมิประเทศ (Topographic conditions) ปัจจัยของความลาดชัน ความสูงและลักษณะเฉพาะทางกายภาพของพื้นที่ที่เป็นตัวกำหนดประเภทของป่าไม้ กล่าวคือ พื้นที่ลาดชันมากก็จะไม่ปรากฏพืชพรรณที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากความสามารถในการยืนต้นของพืช ความสูงของพื้นที่ก็จะมีอิทธิพลต่อ

อุณหภูมิ สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน และความชื้น ที่กล่าวข้างต้น และลักษณะทางกายภาพ เช่น พื้นที่ทะเลทราย พื้นที่น้ำท่วมขัง เป็นต้น

7) สภาพของดิน (Soil) อาจพูดถึงความเหมาะสมหรือความอุดมสมบูรณ์ของดินสำหรับการเจริญเติบโตของพืชพรรณมีความแตกต่างกันไป เช่น องค์ประกอบของดิน ความเป็นกรดด่างของดิน ความชื้นในดิน

8) สิ่งมีชีวิต (Living organisms) มนุษย์ถือว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้และสภาพสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของพืชพรรณ เช่น การให้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาเอาประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมและคงเหลือไว้ซึ่งกากของเสีย สัตว์เองก็มีส่วนต่อการเกิดป่าไม้แต่ละประเภท ได้แก่ สัตว์ที่ทำลายพืชพรรณโดยตรง เช่น มอดป่า ปลวก เห็ดรา และสัตว์ที่กัดแทะไม้เพื่อสร้างที่อยู่อาศัย

รูปที่ 3.5 มอดป่า (Beehole Borer)

นอกเหนือจากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่ยังเป็นปัจจัยของการเกิดป่าไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ไฟป่า ซึ่งเปรียบเสมือนดาบสองคมกล่าวคือไฟป่าจะให้ทั้งผลดีและผลเสีย ผลดีคือป่าไม่ผลัดใบต้องการไฟป่าอย่างน้อยปีละครั้ง หรือ 2-3 ปีครั้งเพื่อให้ได้ธาตุอาหารจากการเผาไหม้ แต่ไฟป่าปัจจุบันเกิดจากฝีมือมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะส่งเสีย คือ ธาตุอาหารฮิวมัสถูกทำลายและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดของพืชพรรณ เนื่องจากพืชพรรณเดิมถูกทำลายไป อีกปัจจัยได้แก่การแก่งแย่งกันในสังคมพืชหรืออาจเรียกได้ว่าเป็นกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ (Natural Selection) เพราะเมื่อมีความหลากหลายของพืชพรรณที่ต้องอาศัยธาตุอาหารและปัจจัยในการเจริญเติบโตเหมือนกัน พืชที่อ่อนแอที่สุดก็จะถูกทำให้ล้มตายไป

1.3.3.3 ความสำคัญและประโยชน์ของป่าไม้

ประโยชน์ของป่าไม้นั้นสามารถแบ่งได้ออกเป็นสองประเภทหลัก ๆ คือ ประโยชน์ทางตรงและประโยชน์ทางอ้อม ซึ่งประโยชน์ทางตรงคือการได้รับประโยชน์ทางตรงจากการนำทรัพยากรป่าไม้มาใช้ส่วนมากจะเป็นมนุษย์ เช่น การสร้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จากไม้ การบริโภคผลผลิตที่ได้จากป่าไม้ การใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิง การใช้เป็นแหล่งผลิตสมุนไพรและยารักษาโรค การใช้เป็นแหล่งผลิตสารสังเคราะห์ เป็นต้น สำหรับ

ประโยชน์ทางอ้อมคือประโยชน์ที่ได้รับจากการมีอยู่ของป่าไม้ ดังนั้นเมื่อป่าไม้ถูกทำลายผลกระทบก็จะส่งไปเป็นทอดทั้งผู้ที่รับประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม จะมีอยู่ดังนี้

1) ปัจจัยสำหรับการเกิดวัฏจักร์ ป่าไม้เป็นตัวแปรหนึ่งในวัฏจักร์หรือการหมุนเวียนของสาร เช่น น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าขาดป่าไม้ไปก็จะส่งผลต่อการหมุนเวียนสารนั้นๆด้วย

2) ปัจจัยในการอนุรักษ์ดิน รากพืชมีส่วนช่วยในการทำให้กินเกิดการซับน้ำทำให้น้ำไหลลงสู่ดินชั้นล่างช้าลงและรักษาความชุ่มชื้นในดินให้นานขึ้น รวมถึงลดการพังทลายของหน้าดิน

3) ช่วยในการปรับสภาพบรรยากาศ จากการที่ใบพืชช่วยในการปกป้องหน้าดินจากการสูญเสียความชุ่มชื้นต่อแสงแดดโดยตรง ซึ่งถือเป็นการควบคุมความชื้นในอากาศให้มีความเหมาะสม

4) เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร รากพืชจะช่วยชอนไชดินรวมกับอินทรีย์วัตถุเกิดโครงสร้างที่เป็นรูพรุนในดินที่ช่วยชะลอน้ำจากหน้าดินโดยรากฝอยของพืชสะสมอยู่ในดินคล้ายฟองน้ำขนาดใหญ่

5) เป็นแหล่งปัจจัยสี่ ดังที่กล่าวไปในประโยชน์ทางตรงของป่าไม้ คือ ป่าจะเป็นทั้งที่อยู่อาศัย อาหาร ยารักษาโรคและเป็นแหล่งเครื่องนุ่งห่ม

6) เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ป่าเป็นที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิตน้อยใหญ่ในป่า มนุษย์เองในอดีตก็อาศัยป่าเป็นที่อยู่อาศัยและหลบภัยจากสัตว์นักล่า เมื่อป่าถูกทำลายสิ่งมีชีวิตที่อาศัยป่าก็ได้รับผลกระทบต่อเนื่องไปเป็นลำดับ

7) เป็นแนวป้องกันลม พายุ ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และพืชใบใหญ่เป็นเครื่องมือที่สิ่งแวดล้อมใช้เพื่อป้องกันลม ฝน และพายุ เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่เห็นได้ชัดเจนคือการป้องกันการถูกพัดพาไปของธาตุอาหาร สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ผู้ผลิตลำดับแรก

8) เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ มนุษย์นำประโยชน์ของป่าไม้มาใช้เพื่อการพักผ่อนในรูปของ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือการอนุรักษ์สัตว์ป่าไปในตัว

9) ช่วยลดมลพิษทางอากาศ ป่าไม้และพืชพรรณช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปลดปล่อยออกซิเจนมากจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

1.3.3.4 สาเหตุของการสูญเสียทรัพยากรป่าไม้

1) การทำป่าไม้ การนำไม้มาใช้ประโยชน์โดยมนุษย์ในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรมจนเกินความสามารถของป่าจะฟื้นสภาพได้ทัน

2) การเพิ่มจำนวนของประชากร ปัจจัยหลักสำคัญในการสูญเสียทรัพยากรต่าง ๆ เมื่อมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ความต้องการในการใช้ทรัพยากรก็จะเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว

3) การส่งเสริมการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์เพื่อการส่งออก กิจกรรมดังกล่าวมีความต้องการพื้นที่มากเพื่อสร้างผลผลิต ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือพื้นที่บางแห่งไม่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกหรือเลี้ยงสัตว์แต่แรก ขาดการจัดการและส่งเสริมที่ดีจากภาครัฐ พื้นที่เกิดความเสื่อมโทรม เช่น การเลี้ยงกุ้งทำให้ดินเค็ม เมื่อพื้นที่ไม่เหมาะสมก็จะเกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าเพิ่ม

4) การกำหนดแนวเขตป่า พื้นที่ป่าไม่ได้รับการกำหนดเขตที่ชัดเจน ก่อให้เกิดการบุกรุกจากคนในพื้นที่โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์และกลุ่มนายทุน จนเกิดข้อพิพาทกันจนถึงปัจจุบัน เช่น กรรมสิทธิ์ที่ดินเกิดการทับซ้อนการพื้นที่ป่า

5) การสร้างสาธารณูปโภคของรัฐ เช่น โครงการก่อสร้างเขื่อน การสร้างถนน ก่อให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม่อย่างหลีกเลี้ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างเขื่อนทำให้สูญเสียพื้นที่ป่าไม้หลายพันไร่ซึ่งรวมถึงทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่ใต้ดินอีกด้วย

6) ไฟไหม้ป่า เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหน้าร้อนและหน้าแล้งจากฝีมือของธรรมชาติเองและความเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตนของคนบางกลุ่ม

7) การทำเหมืองแร่ กิจกรรมดังกล่าวต้องมีการเปิดหน้าดินและนำป่าไม้ที่ปกคลุมพื้นที่อยู่ออก ในระยะยาวจะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินเพราะจะเกิดการชะล้างหน้าดินตามแนวลาดและส่งผลต่อการเกิดขึ้นใหม่ของป่าไม้ในพื้นที่อีกด้วย

8) การทำลายของสัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยง ส่วนมากเกิดจากการกัดกินและการเหยียบย่ำเป็นหลัก อย่างไรก็ดีการฟื้นฟูสภาพของป่าไม้สามารถฟื้นฟูได้เร็วเพราะเกิดขึ้นเป็นบางฤดูกาลและเกิดในพื้นที่บางพื้นที่ที่มีสัตว์ป่าอาศัยและสัตว์เลี้ยงอยู่

9) การทำลายของเชื้อโรคและแมลง โดยเฉพาะมอดป่า (รูปที่ 3.5) ถือเป็นศัตรูอับดับต้น ๆ ของป่าไม้ในประเทศ นอกจากนั้นยังมีโรคพืชและแมลง เช่น เชื้อรา และแมลงที่กัดเจาะลำต้นพืชทำให้พืชยืนต้นตายในที่สุด

10) ความตระหนักของประชาชนยังมีน้อย เกิดจากการขาดการสนับสนุนส่งเสริมจากทุกภาคส่วนในการให้ความเข้าใจกับคนในพื้นที่และประชาชนทั่วไป นอกจากนี้ค่านิยมในเรื่องของการใช้ไม้ราคาแพงและหายากยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง เช่น ไม้สัก ไม้มะค่า เป็นต้น

1.3.4 ทรัพยากรสัตว์ป่า (Wildlife resource)

สัตว์ป่า ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า ปีพุทธศักราช 2535 หมายความว่า สัตว์ทุกชนิดไม่ว่าสัตว์บกสัตว์น้ำสัตว์ปีกแมลงหรือแมง ซึ่งโดยสภาพธรรมชาติย่อมเกิดและดำรงชีวิตอยู่ในป่าหรือใน

น้ำ และให้ความหมายรวมถึงไข่ของสัตว์ป่าเหล่านั้นทุกชนิดด้วย แต่ไม่หมายความรวมถึงสัตว์พาหนะที่ได้จดทะเบียนทำตั๋วรูปพรรณตามกฎหมายพาหนะดังกล่าว

1.3.4.1 ประเภทของสัตว์ป่า

สัตว์ป่าสงวนตามในพระราชบัญญัติฉบับใหม่ หมายถึง สัตว์ป่าที่หายากตามบัญชีท้ายพระราชบัญญัติฉบับนี้และตามที่กำหนดโดยตราเป็นพระราชกฤษฎีกาทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงชนิดสัตว์ป่าสงวนได้โดยสะดวกโดยออกเป็นพระราชกฤษฎีกาแก้ไขหรือเพิ่มเติมเท่านั้น ไม่ต้องถึงกับต้องแก้ไขพระราชบัญญัติอย่างของเดิม ทั้งนี้ได้มีการเพิ่มเติมชนิดสัตว์ป่าที่มีสภาพล่อแหลมต่อการสูญพันธุ์อย่างยิ่ง 7 ชนิด และตัดสัตว์ป่าที่ไม่อยู่ในสถานะใกล้จะสูญพันธุ์เนื่องจากการที่สามารถเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ได้มาก 1 ชนิด คือ เนื้อทราย ต่อมาในวันที่ 9 ตุลาคม 2558 ที่ประชุมสงวนคุ้มครองสัตว์ป่ามีมติเห็นชอบให้เพิ่มสัตว์ 4 ชนิด เป็นสัตว์สงวน รวมสัตว์ป่าสงวนมีทั้งสิ้น 19 ชนิด ได้แก่

1) สัตว์ป่าสงวน หมายถึง สัตว์ป่าที่หายากตามบัญชีท้ายพระราชบัญญัติฉบับนี้และตามที่กำหนดโดยตราเป็นพระราชกฤษฎีกา ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงชนิดสัตว์ป่าสงวนได้โดยสะดวกโดยออกเป็นพระราชกฤษฎีกาแก้ไขหรือเพิ่มเติมเท่านั้น ไม่ต้องถึงกับต้องแก้ไขพระราชบัญญัติอย่างของเดิม ทั้งนี้ได้มีการเพิ่มเติมชนิดสัตว์ป่าที่มีสภาพล่อแหลมต่อการสูญพันธุ์อย่างยิ่ง 7 ชนิด และตัดสัตว์ป่าที่ไม่อยู่ในสถานะใกล้จะสูญพันธุ์เนื่องจากการที่สามารถเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ได้มาก 1 ชนิด คือ เนื้อทราย ต่อมาในวันที่ 9 ตุลาคม 2558 (รูปที่ 3.7) ที่ประชุมสงวนคุ้มครองสัตว์ป่ามีมติเห็นชอบให้เพิ่มสัตว์ 4 ชนิด เป็นสัตว์สงวน รวมสัตว์ป่าสงวนมีทั้งสิ้น 19 ชนิด (ตารางที่ 1.4) (สัตว์ป่าสงวน, 2016)

รูปที่ 3.6 สัตว์ป่าสงวนเดิมตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 จำนวน 15 ชนิด

2) สัตว์ป่าคุ้มครอง คือสัตว์ป่าที่มีชื่ออยู่ในบัญชีแนบท้าย กฎกระทรวง กำหนดให้เป็นสัตว์ป่าบางชนิดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง พ.ศ. 2546 ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 ประกอบด้วยสัตว์ป่าจำพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 201 ชนิด นก 952 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 91 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 12 ชนิด แมลง 20 ชนิด ปลา 14 ชนิด และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ 12 ชนิด

3) สัตว์ที่ไม่สงวนและคุ้มครอง หมายถึง สัตว์ป่าที่ไม่ได้อยู่ในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 และสัตว์ป่าตามที่กฎกระทรวงกำหนดให้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองกำหนดไว้

รูปที่ 3.7 สัตว์ป่าสงวนใหม่จำนวน 4 ชนิดที่เพิ่มเข้ามาเมื่อ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2558

ซึ่งสามารถทำการล่าเพื่อการกีฬาและเป็นอาหารได้ตลอดเวลาแต่ต้องไม่ล่าในเขตหวงห้าม (อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พื้นที่เขตป่าสงวน

1.3.4.2 ประโยชน์ของสัตว์ป่า

1) คุณประโยชน์ด้านการค้า (Commercial values) เป็นการค้าภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งผลิตผลที่ได้จากสัตว์ป่านำไปทำเป็นการอุตสาหกรรมทางด้านต่าง ๆ เช่น อาหารของมนุษย์ อาหารสัตว์ ปุ๋ย กาว ยารักษาโรค แปรง เครื่องปัดฝุ่น เครื่องนุ่งห่ม สบู่ วัตถุระเบิด ผ้าขนสัตว์ และเครื่องประดับต่าง ๆ

2) คุณประโยชน์ทางด้านการพักผ่อนหย่อนใจ (Recreational values) เป็นประโยชน์ที่มนุษย์ได้จากการไปเที่ยวดู ชมสัตว์ป่า การถ่ายรูป การสะกดรอย การสังเกตพฤติกรรมเพื่อความเพลิดเพลิน นอกจากนี้ยังทำรายได้ให้แก่ผู้เกี่ยวข้องอีก เช่น ขายฟิล์มถ่ายรูป นำเที่ยว

3) คุณประโยชน์ทางด้านชีววิทยา (Biological values) เป็นประโยชน์ที่นับได้ว่ามีความสำคัญต่อมนุษย์อยู่มาก เช่น ช่วยแพร่ขยายชนิดพันธุ์ไม้ กำจัดแมลงศัตรูพืช ทำลายสัตว์ที่เป็นศัตรูพืช กำจัดสิ่งปฏิกูล อาจจะเป็นประโยชน์ทางอ้อมสำหรับมนุษย์ เช่น เป็นตัวช่วยในการขยายพันธุ์จากการกินและถ่ายมูล ซึ่งจะเอาเมล็ดพันธุ์ไปแตกกล้ายังพื้นที่ใหม่ ๆ

4) คุณประโยชน์ทางด้านความงามตามธรรมชาติ (Aesthetic values) เป็นคุณประโยชน์เกี่ยวข้องกับจิตใจมนุษย์ ความนึกคิด แรงบันดาลใจจากที่ได้เห็นสัตว์ป่านำไปแต่งเป็นเพลง บทกลอน การ

เขียนเรื่อง การแกะสลัก การวาดภาพ นอกจากนี้ก็มีประเทศต่าง ๆ เห็นความสำคัญของสัตว์ป่า ใช้รูปสัตว์ป่าเป็นเครื่องหมายหรือสัญญลักษณ์ เช่น รูปสิงโตในธงชาติ

5) คุณประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific values) เป็นคุณประโยชน์ที่สำคัญอย่างหนึ่ง นักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ใช้สัตว์ป่าเป็นเครื่องมือทดลอง เช่น สาขาแพทย์ สัตววิทยา ชีววิทยาและสาขาอื่น ๆ ใช้สัตว์ป่าทดลองด้านเชื้อโรค การทดลองส่งสัตว์ขึ้นไปกับยานอวกาศ การศึกษาทางด้านพฤติกรรมด้านสรีระวิทยา แร่ธาตุ การขยายพันธุ์ ความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

6) คุณประโยชน์ทางด้านสังคม (Social values) สัตว์ป่าจะอำนวยประโยชน์ให้แก่เราทุกทางทำให้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้น เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ช่วยพัฒนาประเทศได้อย่างหนึ่ง ปัจจุบันนี้สัตว์ป่าหลายชนิดหรือแทบทุกชนิดกำลังประสบกับปัญหาการลดจำนวนประชากรลง หรือหาได้ยากหรือใกล้จะสูญพันธุ์ บางชนิดก็สูญพันธุ์ไปแล้ว สืบเนื่องมาจากการล่าสัตว์ป่านำมาใช้ประโยชน์ (สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2551)

1.3.5 ทรัพยากรอากาศ (Air resource)

1.3.5.1 ความหมาย

อากาศ (Air) คือ ของผสมที่เกิดจากก๊าซหลายชนิด อากาศบริสุทธิ์จะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส ส่วนผสมสำคัญโดยปริมาตร ได้แก่ ไนโตรเจน จำนวนร้อยละ 78.09 ออกซิเจน ร้อยละ 20.94 ก๊าซเฉื่อย ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซอาร์กอน ร้อยละ 0.93 คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 0.03 และส่วนผสมของก๊าซฮีเลียม ไฮโดรเจน นีออน คริปตอน ซีนอน โอโซน มีเทน ไอน้ำและสิ่งอื่นรวมกันร้อยละ 0.01

อากาศใกล้ผิวโลกจะมีอยู่อย่างหนาแน่นมากที่สุดเพราะแรงดึงดูดของโลก ปริมาณและการ ปรากฏของก๊าซจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและสถานที่ ก๊าซออกซิเจนที่พอเหมาะแก่การดำรงชีวิตจะอยู่สูงจากพื้นโลก 5 - 6 กิโลเมตร ตามธรรมชาติแล้ว อากาศที่บริสุทธิ์จะหาได้ยากและการที่อากาศลอยปนอยู่กับลักษณะทางกายภาพจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงได้ (ทรัพยากรอากาศ, ม.ป.ป.)

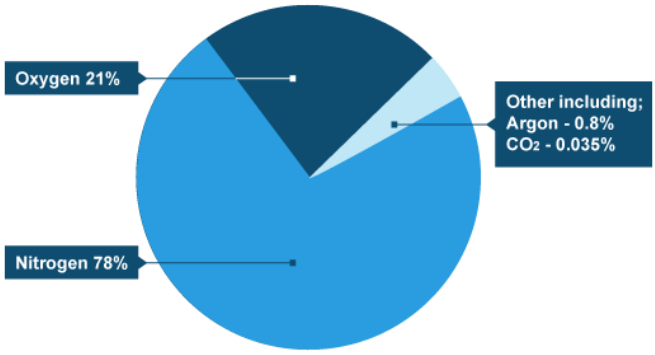
บรรยากาศ (Atmosphere) คือ มวลก๊าซที่ห่อหุ้มตั้งแต่ผิวโลกจนสูงขึ้นไปประมาณ 900 กิโลเมตร โดยจะเกิดร่วมกับลักษณะทางกายภาพอื่น ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม และอนุภาคฝุ่นผงหรือมลสาร (Pollutant) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำและคงอยู่ได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก บรรยากาศที่สูงขึ้นประมาณ 80 กิโลเมตรจะมีส่วนผสมของก๊าซคล้ายคลึงกัน คนในสถานที่ต่าง ๆ จึงหายใจเอาอากาศเข้าไปโดยไม่รู้สึกผิดปกติแต่อย่างใด (ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม, 2550)

1.3.5.2 ความสำคัญของอากาศและบรรยากาศ

1) มีก๊าซบางชนิดที่จำเป็นต่อการมีชีวิตของมนุษย์ สัตว์และพืช

2) มีอิทธิพลต่อการเกิด ปริมาณ และคุณภาพของทรัพยากรอื่น เช่น ป่าไม้ และแร่ธาตุ

3) ช่วยปรับอุณหภูมิของโลก ไอน้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนจากพื้นดินและพื้นน้ำ



รูปที่ 3.8 องค์ประกอบของอากาศ (Air components)

4) ทำให้เกิดลมและฝน

5) มีผลต่อการดำรงชีวิต สภาพจิตใจ และร่างกายของมนุษย์ ถ้าสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น แห้งแล้ง หรือหนาวเย็นเกินไปคนจะอยู่อาศัยด้วยความยากลำบาก

6) ช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีของดวงอาทิตย์ โดยก๊าซโอโซนในบรรยากาศจะกรองหรือดูดซับรังสี อัลตราไวโอเลต ซึ่งทำให้ผิวไหม้เกรียมเป็นโรคมะเร็งผิวหนัง และโรค ต้อกระจก

7) ช่วยเผาไหม้ วัตถุที่ตกมาจากฟ้า หรืออุกกาบาต ให้กลายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ จนไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และทรัพย์สิน

8) ทำให้ท้องฟ้ามีสีสวยงาม โดยอนุภาคของสิ่งอื่นที่ปน อยู่กับก๊าซในบรรยากาศจะทำให้แสงหักเหเราจึงมองเห็นท้องฟ้า มีแสงสีที่งดงามแทนที่จะเห็นเป็นสีดำมืด นอกจากนี้ ก๊าซโอโซนซึ่งมีสีน้ำเงินยังช่วยให้มองเห็นท้องฟ้าเป็นสีครามหรือสีฟ้าสดใสอีกด้วย

1.3.5.3 ประเภทของบรรยากาศ

1) บรรยากาศชั้นล่าง (Lower atmosphere)

- **โทรโพสเฟียร์ (Troposphere)** คือ บรรยากาศชั้นล่างสุดสูงจากผิวโลก 8 - 15 กิโลเมตร มีอิทธิพลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมากที่สุด อากาศที่มนุษย์หายใจเข้าไปคืออากาศชั้นนี้ เมฆ พายุ ลม และลักษณะอากาศต่าง ๆ เกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นนี้ อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งและรวดเร็วกว่าบรรยากาศชั้นอื่น ๆ

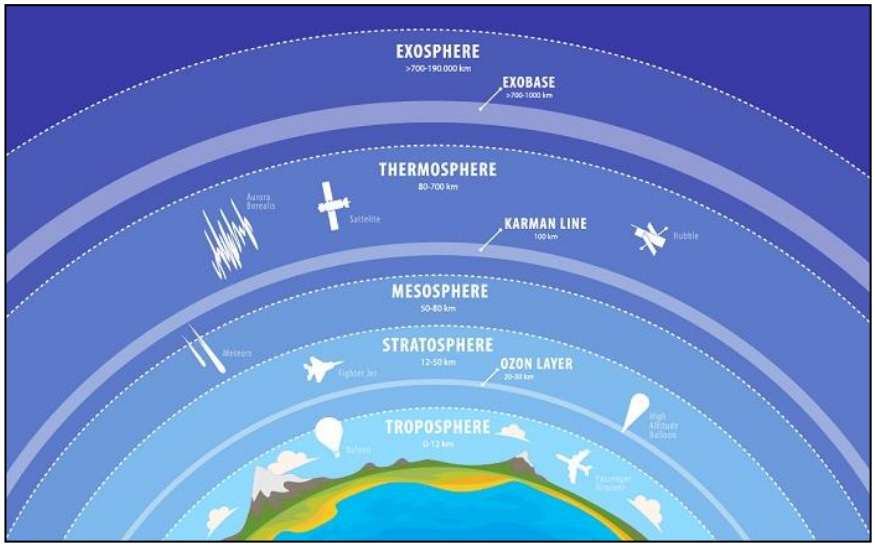
- **สตราโตสเฟียร์ (Stratosphere)** ความสูง 15 - 50 กิโลเมตร มี ไอน้ำเล็กน้อย ไม่มีเมฆ อากาศมีการเคลื่อนตัวอย่างช้า ๆ จึงเหมาะกับการเดินทางทางอากาศ แก๊สสำคัญในชั้นนี้ คือ แก๊สโอโซน ซึ่ง

ช่วยดูดซับรังสี UV จากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของชั้นนี้อยู่ระหว่าง -60 ถึง 10 องศา เซลเซียส โดยอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น เครื่องบินไอพ่นจะบินในชั้นนี้เนื่องจากมีทัศนวิสัยดี (สุปราณี ยงยุทธ และอาภาภรณ์, 2552)

- **มีโซสเฟียร์ (Mesosphere)** สูงจากพื้นดิน 50 - 80 กิโลเมตรเหนือชั้นโอโซน มี อากาศเบาบางมาก แต่ก็มากพอที่จะทำให้ดาวตกเกิดการเผาไหม้ และเป็นชั้นที่ช่วยดูดซับรังสี UV จากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิในชั้นนี้จะลดลงมาอยู่ที่ -120 องศาเซลเซียส การส่งคลื่นวิทยุทั่ว ๆ ไปก็ส่งในชั้นนี้เช่นกัน (สุปราณี ยงยุทธ และอาภาภรณ์, 2552)

2) บรรยากาศชั้นบน (Upper atmosphere)

- **เทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere)** สูง 80 - 450 กิโลเมตร ความหนาแน่นของอากาศจะลดลงอย่างรวดเร็วแต่อุณหภูมิจะสูงขึ้นมาก ซึ่งอาจสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส สามารถส่งวิทยุคลื่นยาวกว่า 17 เมตรไปได้ทั่ว โลก โดยส่งสัญญาณจากพื้นโลกให้คลื่นสะท้อนกับชั้นไอออนของก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจน ซึ่งถูกรังสีเหนือม่วงและรังสีเอกซ์ทำให้แตกตัว



รูปที่ 3.9 บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก

- **เอกโซสเฟียร์ (Exsosphere)** บรรยากาศชั้นนี้สูงจากพื้นโลกประมาณ 450 - 900 กิโลเมตร มีก๊าซอยู่น้อยมาก มนุษย์อวกาศจะต้องควบคุมบรรยากาศให้มีความดันเท่ากับความดันภายในร่างกาย ต้องสวมใส่ชุดที่มีก๊าซออกซิเจนเพื่อช่วยในการหายใจ ดาวเทียมพยากรณ์อากาศจะโคจรรอบโลกในชั้นนี้ด้วย

- **แมกเนโตสเฟียร์ (Magnetosphere)** ชั้นนี้มีความสูงมากกว่า 900 กิโลเมตร ไม่มีก๊าซใด ๆ อยู่เลย

1.3.5.4 ปัญหาเกี่ยวกับอากาศ

ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่าก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมากเพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อยกรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้แก่มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิดซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย (กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

1.3.6 ทรัพยากรพลังงาน (Energy resource)

1.3.6.1 ความหมาย

พลังงานคือคุณสมบัติของวัตถุที่สามารถถ่ายทอดไปยังวัตถุอื่น ๆ ได้หรือเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปหรือสถานะทางกายภาพอื่น ๆ และทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนอง ความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และสามารถตอบสนอง ความต้องการใช้ ในกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542)

พลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งรวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงานหมุนเวียน หมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น

1.3.6.2 ประเภทของพลังงาน

พลังงานถ้าแบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ก็จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1) พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Non-Renewable energy) คือ พลังงานที่ได้จากการสกัดจากซากบรรพชีวินหรือซากฟอสซิล ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักและส่วนมากจะเกิดในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous period) พลังงานที่ได้ดังกล่าวจพถูกนำมาในการเผาไหม้หรือสันดาปภายในเครื่องยนต์เพื่อให้เกิดงานและการเคลื่อนที่ การเกิดขึ้นใหม่ของพลังงานประเภทนี้ต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานถึง 300 ล้านปี ดังนั้น จึงถือว่าเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป

2) พลังงานที่ใช้ไม่หมด (Renewable energy) คือ แหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ อันได้แก่ แสงแดด ลม ฝน น้ำขึ้น-น้ำลง คลื่นลม และความร้อนใต้พิภพพลังงานที่ใช้ไม่หมดนั้นจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในหลายรูปที่สำคัญหลัก ๆ ได้แก่ ใช้ในการผลิตไฟฟ้า เช่น การใช้พลังน้ำ พลังงานลม ใช้ในกระบวนการทำความร้อนความเย็น ใช้ในการคมนาคม และเป็นพลังงานทางเลือกในพื้นที่ที่ห่างไกล

3) พลังงานรูปแบบอื่น ๆ (Others energy) ส่วนมากจะเป็นจะเป็นพลังงานดั้งเดิมที่ใช้ในอดีตกาลของมวลมนุษยชาติ ซึ่งในประเทศล้าหลังบางประเทศและชนเผ่าบางกลุ่มยังคงใช้แหล่งพลังงานเหล่านี้อยู่ ได้แก่ พลังงานจากฝืนและถ่านที่ใช้เพื่อให้ความร้อนและการหุงต้ม และพลังงานจากวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น ชานอ้อย แกลบ มูลสัตว์ สิ่งเหล่านี้สามารถถูกนำมาแปรรูปเพื่อให้เกิดพลังงาน เช่น มูลสัตว์ถูกนำมาหมักเพื่อให้เกิดก๊าซมีเทน

1.3.6.3 แหล่งของพลังงาน

ถ้าแบ่งตามแหล่งของพลังงานจากต้นกำเนิดหรือแหล่งของพลังงานที่ถูกใช้เพื่อกำเนิดพลังงานจะสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

1) พลังงานจากแร่เชื้อเพลิงธรรมชาติ เช่น ถ่านหิน (Coal) เป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuel) ที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ก่อนอย่างอื่น โดยเริ่มนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักแทนเชื้อเพลิงเมื่อประมาณศตวรรษที่แล้ว ปิโตรเลียม (Petroleum) ซึ่งหมายถึงน้ำมันดิบ (Crude oil) และ ก๊าซธรรมชาติ (Nature gas) ที่อยู่ในรูปของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นเชื้อเพลิงที่เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ใต้พื้นผิวโลกด้วยความดันและอุณหภูมิสูงเป็นเวลานับพันล้านปี หินน้ำมัน (Oil shale) คือ หินตะกอนเนื้อละเอียดมีอินทรียสารที่เรียกว่าเคอโรเจน (Kerogene) เจือปนอยู่ในเนื้อหิน และเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (Nuclear fuel) หรือแร่กัมมันตรังสี ประเทศอุตสาหกรรม นิยมใช้ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากใช้พื้นที่น้อยแต่ให้พลังงานมาก เช่น ในเรือดำน้ำ โรงไฟฟ้า

2) พลังงานทางเลือก ได้แก่ พลังน้ำ เป็นพลังงานที่ได้จากธรรมชาติเพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในการสร้างเขื่อนกั้นน้ำให้มีระดับสูง พลังงานแสงอาทิตย์ การแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการสูบน้ำ ไฟฟ้า แสงสว่าง วิทยุสื่อสาร พลังงานลม ส่วนใหญ่ใช้ในงานด้านการเกษตรกรรม เช่น ติดตั้งกังหันชักน้ำเข้า นาหรือการทำนาเกลือ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างอิทธิพลการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ซึ่งเป็นร่องน้ำให้ความร้อนจากหินหลอมเหลวร้อนใต้ผิวดินถ่ายเทขึ้นมาสู่พื้นผิวโลกได้ง่าย นั่นหมายถึงการทำให้อุณหภูมิน้ำ

ตามแหล่งน้ำธรรมชาติใต้ผิวดินสูงขึ้น ซึ่งพลังงานที่ได้จากไอน้ำนั้นก็ใช้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการหมุนเทอร์ไบน์ (Turbine) หรือเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า

3) พลังงานจากเชื้อเพลิงรูปอื่น ๆ ฟืนและถ่าน จัดเป็นเชื้อเพลิงเพื่อการยังชีพของมนุษย์ที่เก่าแก่ที่สุด เชื้อเพลิงวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร วัสดุเหล่านี้ได้แก่ แกลบ ขี้เลื่อย ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด ประโยชน์ที่ได้รับมีหลายทาง เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนขับเคลื่อนเครื่องยนต์

รูปที่ 3.10 รูปแบบของพลังงานที่ใช้ไม่หมด (Renewable or Alternative Energies)

1.3.7 ทรัพยากรแร่ธาตุ (Mineral resource)

แร่เป็นทรัพยากรที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีความสำคัญและมีบทบาทที่สนองความต้องการทางด้านปัจจัยต่าง ๆ ของประชากร ทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและพลังงาน ความสำคัญและประโยชน์ของแร่ธาตุที่จะนำมาใช้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาความเจริญทางเทคโนโลยี ตลอดจนความต้องการในการนำไปใช้ของมนุษย์ ทรัพยากรแร่ธาตุ ที่มนุษย์เราใช้ส่วนใหญ่มาจากแผ่นดิน ซึ่งค่อย ๆ ลดจำนวนลงทำให้มีการสำรวจค้นคว้าหาแหล่งทรัพยากรแร่ธาตุใหม่ ๆ อยู่เสมอ ปัจจุบันได้มีการบุกเบิกหาแหล่งทรัพยากรแร่ธาตุในทะเล เช่น น้ำมัน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

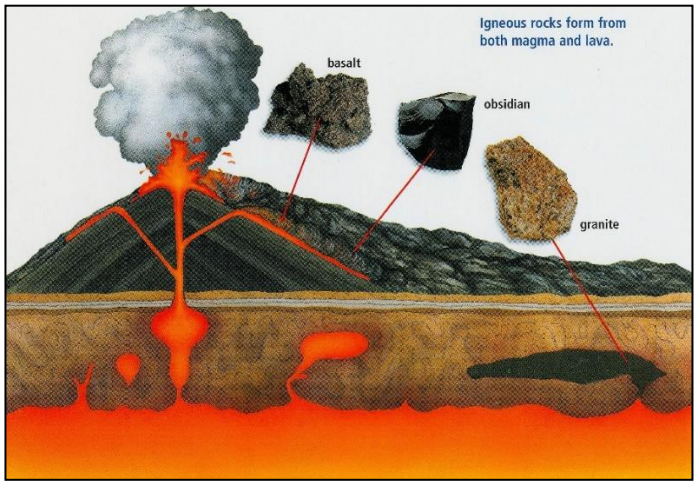
แร่ธาตุ หมายถึงธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์หรืออินทรีย์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน เขียนสูตรเคมีแทนได้และมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์เฉพาะตัว เช่น ลักษณะรูปร่าง สี ความขาว ความแข็ง เป็นต้น แร่อาจจะประกอบด้วยธาตุเพียงธาตุเดียวหรือเป็นธาตุประกอบตั้งแต่ 2 ธาตุขึ้นไปก็ได้ (คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่, 2556ง)

1.3.7.1 ประเภทของแร่ธาตุ (Types of minerals) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1) แร่โลหะ (Metallic Minerals) หมายถึงแร่ที่มีธาตุองค์ประกอบหลักส่วนใหญ่เป็นโลหะ มีคุณสมบัติที่เหนียว แข็ง สามารถเปลี่ยนรูปด้วยวิธีการหลอม สามารถยืดหรือรีดออกเป็นแผ่นได้ แสงไม่สามารถผ่านได้ นำความร้อนและไฟฟ้าได้ เช่น เหล็ก เงิน อลูมิเนียม แมงกานีส แมกนีเซียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี นิกเกิล ทองคำ ดีบุก

2) แร่อโลหะ (Non-Metallic minerals) เป็นแร่ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยที่ไม่ผ่านการถลุง มีลักษณะที่ที่เปราะ แตกหักง่าย ไม่นำความร้อนและไฟฟ้าโปร่งแสง ใช้ในอุสาหกรรมก่อสร้าง ทำปุ๋ยเกษตร ทำเครื่องปั้นดินเผา และอัญมณี ตัวอย่างเช่น ยิปซั่ม ดินขาว เพชร พลอย ซิลิกา ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

3) แร่พลังงาน (Fuel minerals) เป็นแร่ที่ถูกนำขึ้นมาใช้เพื่อเป็นพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ถ่านหิน ปิโตรเลี่ยม ก๊าซธรรมชาติ



รูปที่ 3.11 การกำเนิดของหินและแร่ธาตุ

1.3.7.2 การกำเนิดของแร่ธาตุ (Origin of minerals) การกำเนิดของแร่สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1) ขั้นปฐมภูมิ (Primary step) เกิดขึ้นโดยลักษณะทางกายภาพเป็นผู้กระทำ จากกระบวนการหลอมละลายของหินใต้เปลือกโลกแล้วมีการเย็นตัว (Crystallization) ในประเภทของหินอัคนี ซึ่งการเกิดแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ จะมีลักษณะของการดเกิดที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ การตกตะกอน การตกผลึก สารละลายน้ำร้อน การแปรสัมผัส

2) ขั้นทุติยภูมิ (Secondary step) เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการเกิดแร่ขั้นปฐมภูมิ เมื่อแร่ถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยปัจจัยภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหยาดน้ำฟ้าและการกัดเซาะ การพัดพา และการตกตะกอนสะสมโดยน้ำ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่ แร่ที่อยู่กับที่ (Settled minerals) เกิดจากการปฏิกริยาของอากาศหรือออกซิเจน (Oxidation) กับน้ำเกิดเป็นสินแร่ออกไซด์ใต้ดิน และลานแร่ (Deposited Minerals) จากกระบวนการกัดเซาะและพัดพาไปกับน้ำไปสะสมอยู่บริเวณที่เป็นแอ่ง เกิดเป็นลานแร่

3.3.7.3 ทรัพยากรแร่ธาตุในแต่ละภาค

ภาค	แร่ธาตุ
ภาคเหนือ	- ถ่านหินลิกไนต์ พบที่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง อ.ลี้ จ.ลำพูน - น้ำมันปิโตรเลียม พบที่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ - หินน้ำมัน พบที่ อ.ลี้ จ.ลำพูน - ดินขาว พบที่ อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง - ฟลูออไรต์ พบที่ จ.เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน - ดีบุก พบที่ จ.แม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำปาง
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	- แบไรต์ พบที่ จ.เลย อุดรธานี - เกลือหิน พบที่ จ.นครราชสีมา - ก๊าซธรรมชาติ พบที่ จ.ขอนแก่น
ภาคกลาง	- ยิปซัม พบที่ จ.นครสวรรค์ พิจิตร - น้ำมันปิโตรเลียม พบที่ จ. กำแพงเพชร - ดีบุก พบที่ จ. สุโขทัย - เหล็ก พบที่ จ.ลพบุรี
ภาคตะวันออก	- รัตนชาติ พบที่ จ.จันทบุรี ตราด - ทรายแก้ว พบที่ จ.ระยอง - แร่เหล็ก พบที่ จ.ระยอง ชลบุรี
ภาคตะวันตก	- สังกะสี พบที่ จ.ตาก - เหล็ก พบที่ จ.กาญจนบุรี - รัตนชาติ พบที่ อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี - หินน้ำมัน พบที่ จ.ตาก - ดีบุก พบที่ จ.กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์
ภาคใต้	- ดีบุก พบที่ จ.พังงา ภูเก็ต ระนอง - ยิปซัม พบที่ จ.สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช - ทรายแก้ว พบที่ จ.สงขลา - แหล่งน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ พบที่อ่าวไทยบริเวณนอกชายฝั่ง จ.สุราษฎร์ธานี สงขลา นครศรีธรรมราช

1.3.8 ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (Oceanic resource)

ทะเลและแนวชายฝั่งคือทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีคุณค่ามากที่สุดบนโลก จากการที่เป็นแหล่งผลิตอาหารที่รวมทั้งปลาและสัตว์น้ำที่มีเปลือกต่าง ๆ ที่ถูกจับเพื่อการค้าในแต่ละปี นอกจากนั้นยังใช้ประโยชน์ในเรื่องของการขนส่งและการท่องเที่ยวทางน้ำ และยังเป็นแหล่งสะสมของแร่อื่น ๆ เช่น ทราย เกลือ แมงกานีส ทองแดง นิกเกิ้ล เหล็ก และที่สำคัญที่สุดคือประโยชน์จากบรรพชีวินในรูปของน้ำมันดิบ (Crude oil)

แหล่งที่อยู่อาศัยของทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ แหล่งที่อยู่อาศัยแบบพื้นนุ่ม (Soft subtract habitat) อันได้แก่ หญ้าทะเล (Seagrass Bed) หาดทราย (Sandy shore) หาดโคลน (Mudflat) และป่าชายเลน (Mangrove) และแหล่งที่อยู่อาศัยแบบแข็ง (Hard subtract habitat) ได้แก่ แนวปะการัง (Coral reef) หาดหิน (Rocky shore) เป็นต้น

1.3.8.1 ทรัพยากรป่าชายเลน (Mangrove resource)

ทรัพยากรป่าชายเลนเป็นตัวแทนของศูนย์กลางทางธรรมชาติในเรื่องของการผลิตสินค้าและบริการสำหรับสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและชุมชนของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่อาศัยอยู่โดยรอบ ซึ่งสินค้าและบริการที่ได้เหล่านี้จะหมายถึง การทำประมงและการอนุบาลสัตว์น้ำขนาดเล็กรวมถึงปะการัง การผลิตไม้และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากไม้ การปกป้องชายฝั่งจากการกัดเซาะโดยคลื่นและลม และยังเกี่ยวข้องกับการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศวิทยาอีกด้วยได้มีการกล่าวไว้ว่าสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลนเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่บุกเบิกความเป็นอยู่ลงไปสู่ทะเล เนื่องจากมีพื้นที่คาบเกี่ยวระหว่างบกกับน้ำ ดังนั้นความหลากหลายทางชีวภาพของทั้งสองภาคพื้นก็ยิ่งทวีคูณ สิ่งมีชีวิตต่างมีการปรับตัวให้สามารถอยู่รอดได้ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยบนบกอาจปรับตัวสามารถว่ายน้ำได้เพื่อการหาอาหาร เป็นต้น

ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งของอ่าวไทย ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของภาคใต้ของประเทศไทย เกิดจากการเข้าไปใช้ประโยชน์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้เกิดความเสื่อมโทรม ตัวอย่างเช่น การสร้างถนน การใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยว การบุกรุกเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย เป็นต้น

1.3.8.2 ทรัพยากรปากแม่น้ำและดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (River delta resource)

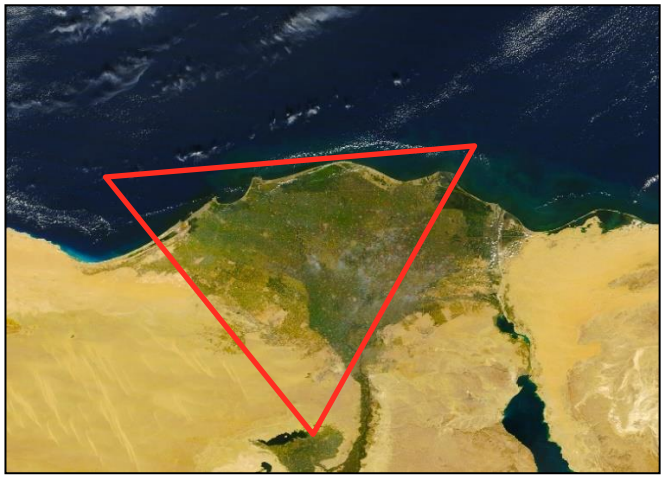
ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ คือ ลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากการทับถมของตะกอนต่าง ๆ ที่แขวนลอยมากับน้ำ เมื่อระดับความเร็วของน้ำลดลงหรือหยุดนิ่งบริเวณปากแม่น้ำจึงเกิดการตกตะกอนขึ้น ผลพลอยได้ คือ พื้นที่ดังกล่าวจะมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูงจากการละลายและพัดพาของธาตุอาหาร เหมาะเป็นที่วางไข่ของสัตว์น้ำ นอกจากนั้นยังมีความสำคัญอื่น ๆ อีกเช่น ควบคุมระดับความเค็มของน้ำ เป็นแนวกำบังลมและคลื่น เป็นต้น จากรูปที่ 3.12 สามเหลี่ยมปากแม่น้ำจะอยู่ในขอบเขตของสามเหลี่ยมสีแดง ทางน้ำ

ที่ออกสู่ทะเลไม่ว่าจะขนาดเล็กขนาดใหญ่สามารถเกิดเป็นสามเหลี่ยมปากแม่ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนที่ไหลมากับน้ำจืดด้วยว่ามีมากน้อยเพียงใด ซึ่งส่งผลต่อการเกิดสามเหลี่ยมปากแม่น้ำที่แผ่ขยายออกไปมากน้อยเพียงใด

พื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูงและเป็นบริเวณที่ดึงดูดให้มนุษย์มาตั้งถิ่นฐานอยู่ตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ การทำประมงในบริเวณปากแม่น้ำต่าง ๆ เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากสามารถทำได้ง่าย (พงศธร คำใจหนัก, 2554จ)

1.3.8.3 ทรัพยากรชายหาด (Coastal resource)

พื้นที่ที่อยู่ระหว่างระดับน้ำลงต่ำสุดและระดับน้ำขึ้นสูงสุด อันเกิดจากคลื่นและลมโดยเฉลี่ยในฤดูมรสุมยกเว้นกรณีที่เกิดวาตภัย แนวที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดนี้โดยทั่วไปจะถูกกำหนดด้วย แนวหน้าผา สันทราย หรือสิ่งก่อสร้างโดยมนุษย์ ชายหาดเกิดจากการสะสมของตะกอนต่าง ๆ ที่ไม่อัดตัวกันแน่น ซึ่งถูกพัดพามาส่งฝั่งและรวมตัวเป็นรูปร่างลักษณะต่าง ๆ กันโดยการเคลื่อนไหวของน้ำ ซึ่งเกิดจากแรงคลื่น ตะกอนเหล่านี้มีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่เป็นเศษหินแตก ๆ จนถึงทรายเม็ดละเอียดแลโคลนส่วนประกอบของตะกอนที่รวมตัวกันเป็นชายหาด โดยทั่วไปมักจะแตกต่างกันไปตามระดับความสูงของพื้นที



รูปที่ 3.12 ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (River Delta)

1.3.8.4 แนวปะการัง (Coral reef resource)

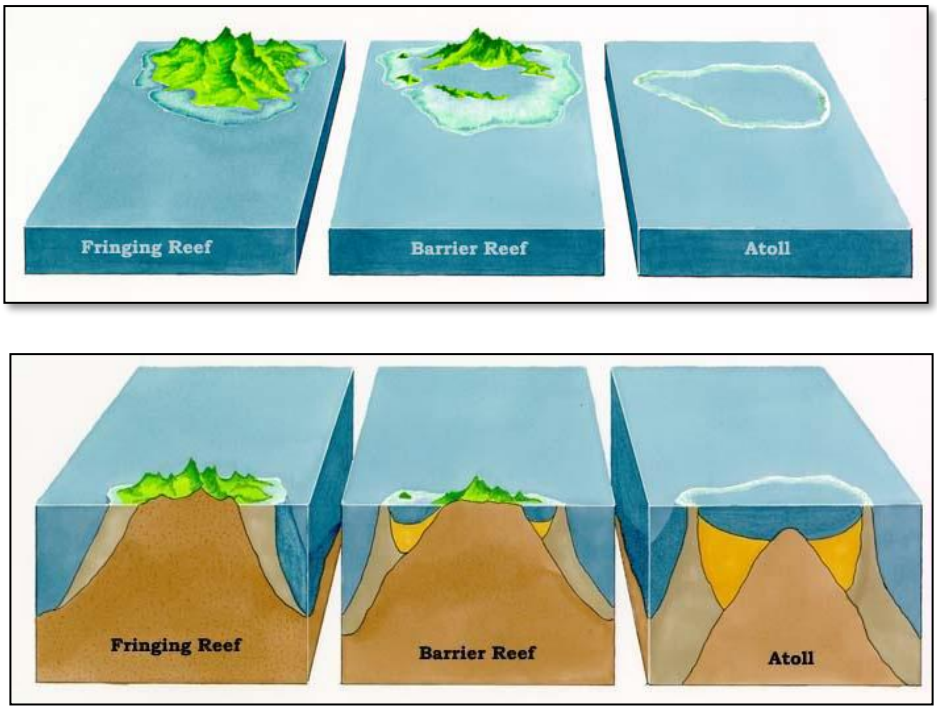
ปะการังคือสิ่งที่มีค่าในมหาสมุทรเนื่องจากความสวยและความหลากหลายของตัวปะการังเอง นอกจากนั้นปะการังยังสามารถเป็นหลบภัยสำหรับสิ่งมีชีวิตน้อยใหญ่ในทะเล อีกทั้งยังเป็นแหล่งของยารักษาโรค เป็นผู้สร้างทรายและแนวชายหาดและเป็นผู้แปลงสภาพคาร์บอนไดออกไซด์ให้กลายเป็นหินปูนปะการังถือว่าเป็นสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยก้อนหินปูนในการเจริญเติบโตหลังจากการผสมพันธุ์และถูกพัดพามาตามกระแสน้ำ ดังนั้นเมื่อผ่าปะการังแบบตัดขวางจะไม่พบตัวปะการังแต่จะพบก้อนหินปูน รูปร่างของปะการังสามารถแบ่งได้

เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ แบบแผ่น (Tabulate coral) แบบก้อน (Massive coral) และแบบกิ่งก้าน (Branching coral) (รูปที่ 3.13) นอกจากนี้เมื่อปะการังมีการเจริญเติบโตตามลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันก็จะเกิดลักษณะของแนวปะการังแบบต่าง ๆ ได้แก่ อะทอลรีฟ (Atoll reef) ลักษณะคล้ายเกือกม้ามีทะเลสาบอยู่ตรงกลาง แบริเออร์รีฟ (Barrier reef) ลักษณะคล้ายกำแพง เกิดตามไหล่ทวีป และฟริงจิงรีฟ (Fringing Reef) คล้ายอะทอลรีฟแต่เกิดบริเวณร่องน้ำลึก (รูปที่ 3.14)

รูปที่ 3.13 รูปร่างของปะการัง

อาหารของปะการัง ภายในเนื้อเยื่อปะการังนั้นมี สาหร่ายเซลล์เดียว ขนาดเล็กมากอาศัยอยู่ สาหร่ายเซลล์เดียวนี้คือ ซูซานทาลลี่ (Zooxantallae หรือ Zoox หรือ ซูเปอร์สาหร่าย) ซึ่งสามารถสังเคราะห์แสงได้เช่นเดียวกันกับพืชบนบกทั่วไป โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจนออกมา และปะการังจะใช้หนวดของมันจับอนุภาคอาหารขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์

การสืบพันธุ์ของปะการังนั้นจะมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี นั่นคือ การแตกหน่อ (Budding) และการสืบพันธุ์แบบใช้เซลล์สืบพันธุ์ คือ จะมีการปล่อยสเปิร์มและไข่สู่น้ำทะเลในช่วงพระจันทร์เต็มดวง เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม โดยไข่และสเปิร์มจะเกิดการผสมกันในมวลน้ำแล้วจึงมีการแบ่งเซลล์ ในระหว่างนั้นเซลล์ที่ผสมและแบ่งตัวแล้วจะลอยไปติดกับก้อนหินปูนเพื่อให้ยึดเป็นหลักในการเจริญเติบโตต่อไป



รูปที่ 3.14 ลักษณะของแนวปะการังทั้ง 3 แบบ

บทที่ 4

สถานการณ์และปัญหาสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน

สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันและรวดเร็วควบคู่กับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมเหล่านั้นได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ ซึ่งเป็นผู้ที่สามารถรับรู้ผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด ผลกระทบที่เกิดขึ้นก็จะส่งผลในด้านลบกับมนุษย์ในด้านความเสี่ยงต่อโรควิบัติใหม่ ต่อคุณภาพชีวิต ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพขึ้นมา

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมและปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นยังมีผลกระทบต่อตัวสิ่งแวดล้อมเอง นั่นคือการทำให้เกิดดารเสียความสมดุลในระบบของสิ่งแวดล้อมนั้น เกิดความแปรปรวนและเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ เช่น ป่าไม้ ดิน น้ำ สภาพอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นในทศวรรตที่ผ่านมา เกิดเป็นสภาวะโลกร้อนที่จะส่งผลต่อเนื่องไปยังหน่วยพื้นที่หนึ่ง ๆ ที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หรือระบบนิเวศ

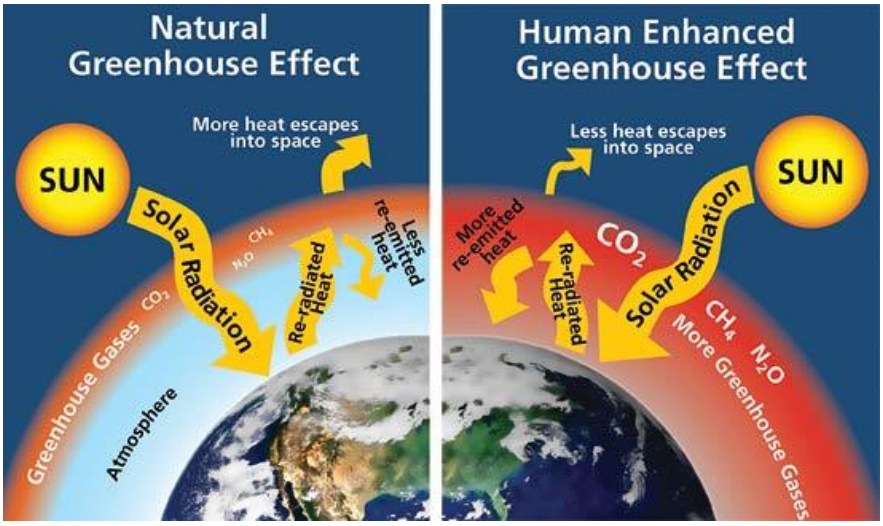
ปัญหาสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ที่นอกเหนือจากสภาวะโลกร้อนแล้ว ยังคงมีปัญหาอื่น ๆ ที่สำคัญไม่เป็นรองกันอันได้แก่ ปัญหาภาวะเรือนกระจก ปัญหาเอลนิโญ ลานีญา ปัญหามลภาวะ ปัญหาจำนวนประชากรล้นโลก ปัญหาการร่อยหลอของทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาของเสีย ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ปัญหาการลดจำนวนลงของความหลากหลายทางชีวภาพ ปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า ปัญหาความเป็นกรดของน้ำทะเล ปัญหาชั้นโอโซนบางลง ปัญหาฝนกรด ปัญหามลพิษทางน้ำ ปัญหาการเกิดความเป็นเมือง ปัญหาสุขภาพและปัญหาทางพันธุวิศวกรรม

2.1 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมโลกในปัจจุบัน

2.1.1 ปัญหาภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect)

ภาวะเรือนกระจกหรือปรากฏการณ์เรือนกระจกนั้นสามารถลองนึกถึงเรือนกระจกที่ใช้สำหรับการปลูกพืชในเขตหนาวหรือบนยอดดอย นั่นคือการทำให้อุณหภูมิภายในเรือนกระจกสูงขึ้นจากกระบวนการที่รังสีคลื่นสั้นที่มีพลังงานสูงสามารถทะลุทะลวงชั้นบรรยากาศได้ดีถูกส่งมายังโลก โดยเมื่อรังสีตกกระทบวัตถุบนพื้นผิวโลกแล้วพลังงานจะลดลง ซึ่งหมายถึงความยาวคลื่นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งคลื่นดังกล่าวอยู่ช่วงคลื่นอินฟราเรดที่สามารถถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศและปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา ซึ่งเป็นสาเหตุของอุณหภูมิที่

เพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.1) โดยปกติกระบวนการดังกล่าวจะเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิบนพื้นผิวโลกให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิต แต่เมื่อก๊าซเรือนกระจกบางชนิดได้แก่



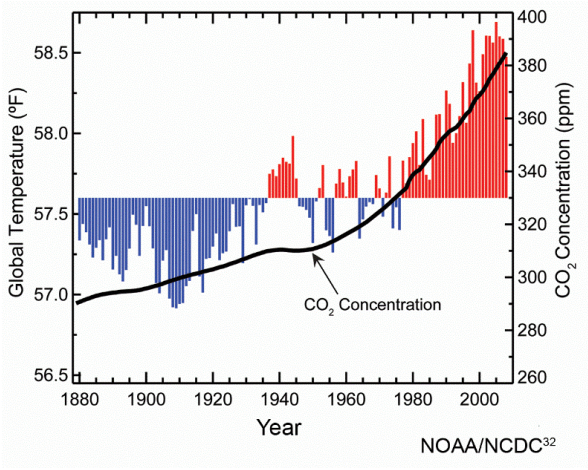
รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบสภาวะเรือนกระจกในสภาวะปกติกับสภาวะที่มนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NO_2) และก๊าซที่มีสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) มีประมาณมากขึ้นในชั้นบรรยากาศและทำหน้าที่เสมือนเกราะกำบัง ทำให้ความร้อนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากรังสีคลื่นยาวไม่ให้สามารถเล็ดลอดออกไปยังบรรยากาศภายนอกได้ ซึ่งปัจจุบันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภาวะเรือนกระจก คือ สภาวะโลกร้อน (Global warming) สำหรับก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญมี 4 ชนิดดังนี้

1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจากกิจกรรมมนุษย์เป็นหลัก เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล จากยานพาหนะ บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นไม้ทำหน้าที่ในการควบคุม ดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อจำนวนต้นไม้ลดลงการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ก็ลดลงตามไปด้วย (รูปที่ 4.2)

2) ก๊าซมีเทน (CH_4) แหล่งกำเนิดหลักเกิดจากธรรมชาติเองและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลง การทำนาข้าวหรือบริเวณที่เกิดการหมัก การบ่ม สารอินทรีย์และมูลของสัตว์ประเภทต่าง ๆ ก็จะเป็นแหล่งปล่อยมีเทนที่สำคัญด้วยเช่นกัน

3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (NO_2) แหล่งกำเนิดก๊าซไนตรัสออกไซด์คืออุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในขบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมี หรือ อุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด ก็จะทำให้เกิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ขึ้นถึงแม้ว่าในบรรยากาศจะมีก๊าซชนิดนี้อยู่เป็นปกติก็ตาม



รูปที่ 4.2 ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแปรผันตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

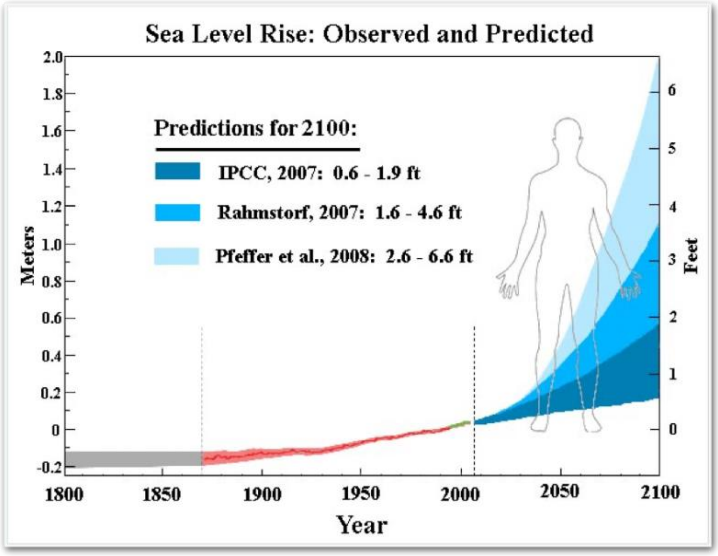
4) ก๊าซที่มีสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) ก๊าซชนิดนี้เป็นสารประกอบพวกคลอโรฟลูออโรคาร์บอนที่ถูกใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมเครื่องเย็น อุตสาหกรรมสีสเปรย์และเคมีดับเพลิง อุตสาหกรรมโฟม ซึ่งสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอนนั้นสามารถทำปฏิกริยาได้ดีกับโอโซนในชั้นบรรยากาศทำให้โมเลกุลของโอโซนถูกทำลายเกิดเป็นรูโหว่ในชั้นโอโซน อย่างไรก็ตามได้เกิดสนธิสัญญามอลทรีออล (Montreal protocol) ที่สนับสนุนให้การปล่อยก๊าซชนิดนี้มีปริมาณลดลง แต่ก็ยังคงมีอยู่

ตารางที่ 1.5 ตารางแสดงระยะเวลาคงอยู่ของก๊าซเรือนกระจกและอัตราส่วน

ชื่อก๊าซ	ระยะเวลาการคงอยู่ในชั้นบรรยากาศ (ปี)	อัตราส่วน (ร้อยละ)
Carbon dioxide	30–95	64.3
Methane	12	17.0
Nitrous oxide	114	6.0
CFC-12 and Other Gases	100	12.7

ผลกระทบของปัญหาภาวะเรือนกระจก คือ ทำให้อุณหภูมิระดับผิวโลกสูงขึ้นประมาณ 0.3 - 0.6 องศาเซลเซียสนับตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 โดยได้พบว่าบริเวณพื้นทวีประหว่างละติจูด 40 ถึง 70 องศาเหนือเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นมากที่สุดทำให้โลกมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่บนผิวโลกและชั้นบรรยากาศมากขึ้นการที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นซึ่งทำให้ธารน้ำแข็งและก้อนน้ำแข็งบริเวณขั้วโลกเหนือและใต้เกิดการละลายได้เร็วกว่าปกติ จากข้อมูลการตรวจวัดในศตวรรษที่ 20 (ค.ศ. 1901-2000) พบว่าระดับทะเลเพิ่มขึ้น 1 - 2 มิลลิเมตร/ปี จากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลกก่อให้เกิดความเสี่ยงของระดับ

ทะเลที่สูงขึ้นทำให้นพื้นที่ติดทะเลจะได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมการกัดเซาะ การขาดแคลนน้ำจืด ดินเค็ม ฯลฯ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ กรณีศึกษาของไทย ได้แก่ บริเวณอ่าวไทย กทม. ระยอง เพชรบุรี ที่มีการกัดเซาะไปแล้วกว่า 25 เมตร และคาดว่าจะถึง 6 - 8 กม. ในอีก 100 ปีข้างหน้า



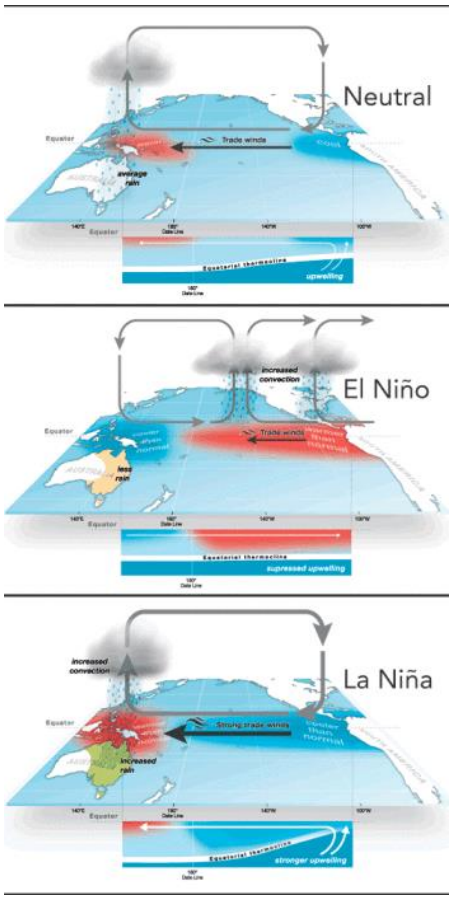
รูปที่ 4.3 แผนผังแสดงการคาดการณ์ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี 1800-2100

2.1.2 ปัญหาเอลนิโญ ลานีญา (El Nino La Nina)

สภาวะปกติ บริเวณเส้นศูนย์สูตรเหนือมหาสมุทรแปซิฟิก ลมสินค้าตะวันออก (Easterly trade winds) จะพัดจากประเทศเปรู (ชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้) ไปทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก แล้วยกตัวขึ้นบริเวณเหนือประเทศอินโดนีเซีย ทำให้มีฝนตกมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และทวีปออสเตรเลียตอนเหนือ กระแสลมสินค้าพัดให้กระแสน้ำอุ่นที่มีความอุดมสมบูรณ์บนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกไปกองรวมกันทางตะวันตก ซึ่งทำให้ทรัพยากรทางทะเลชุกชุม

เอลนีโญ หรือ บุตรชายของพระเจ้าในภาษาสเปน ปรากฏการ์ดังกล่าวถูกค้นพบโดยชาวประมงนอกชายฝั่งอเมริกาใต้ในช่วงปี 1600 จากความเปลี่ยนแปลงของน้ำอุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิคในช่วงเดือนธันวาคม ปรากฏการณ์เอลนีโญ เกิดจากความแปรปรวนของลมสินค้าหรือลมค้า (Eastery Trade Winds) ที่มีกระแสลมสินค้าตะวันออกอ่อนกำลังลง การยกตัวของมวลอากาศที่จะกลายเป็นเมฆฝนในแถบประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลียตอนเหนือเปลี่ยนไปยกตัวขึ้นเหนือชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ก่อให้เกิดฝนตกหนักและแผ่นดินถล่มในประเทศเปรูและเอกวาดอร์ และกระแสลมพัดอ่อนลงทำให้กระแสน้ำอุ่นบนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกไปรวมกันบริเวณชายฝั่งประเทศเปรู ทำให้กระแสน้ำเย็นใต้มหาสมุทรไม่สามารถลอยตัวขึ้นมาได้ ส่งผลกระทบให้บริเวณชายฝั่งตะวันตกขาดธาตุอาหารสำหรับปลาและนกทะเล ชาวประมงจึงขาดรายได้ ก่อเกิดไฟใหม้ป่าอย่างรุนแรงในประเทศอินโดนีเซีย (รูปที่ 4.3) (เอลนีโญ, 2017)

ลานีญา หรือ เด็กผู้หญิงในภาษาสเปน หรือ “A Cold Event” เป็นปรากฏการณ์ที่ระดับของอุณหภูมิน้ำทะเลเฉลี่ยต่ำกว่าปกติบริเวณตอนกลางตะวันออกใกล้เส้นศูนย์ของมหาสมุทรแปซิฟิค สภาพอากาศของโลกจะได้รับผลกระทบที่ตรงข้ามกับเอลนีโญ กล่าวคือ ลมสินค้าหรือลมค้าตะวันออกมีกำลังแรงกว่าปกติพัดจากชายฝั่งแปซิฟิคตะวันออกไปยังตะวันตกทำให้บริเวณออสเตรเลียตอนเหนือ อินโดนีเซีย ที่ปกติมีอุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงอยู่แล้วมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกส่งผลให้เกิดการยกตัวเป็นเมฆฝนมากกว่าปกติจึงมีปริมาณฝนมากตามไปด้วย ส่วนบริเวณแปซิฟิคตะวันออกจะมีการยกตัวของน้ำเย็น (Upwelling) จากส่วนที่ล่างของมหาสมุทรทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำและเกิดความแห้งแล้งกว่าปกติเนื่องจากปริมาณฝนที่ลดลง แปซิฟิคตะวันออกจะได้รับผลกระทบจากทรัพยากรทางทะเลที่ลดลงจากการยกตัวของน้ำเย็นดังกล่าว (รูปที่ 4.4)



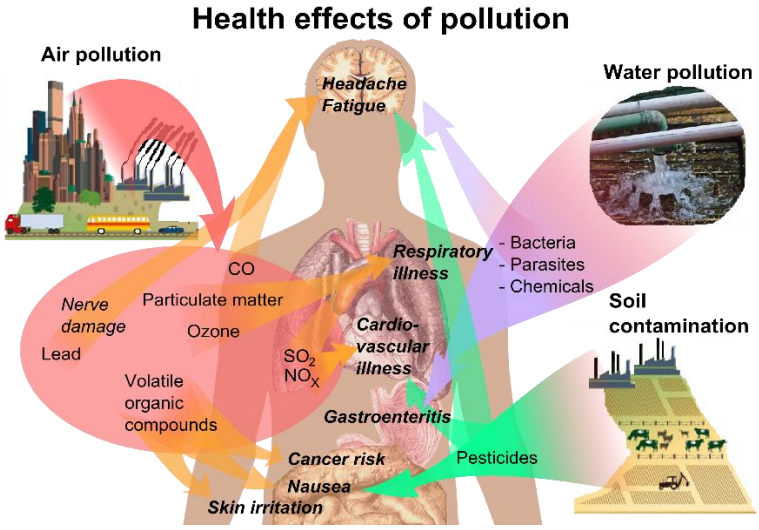
รูปที่ 4.4 ปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา

สำหรับประเทศไทย ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาอธิบายว่า ปี 2554 (2011) อยู่ในช่วงปรากฏการณ์ลานีญา ส่งผลให้ประเทศไทยมีฝนตกมากกว่าปกติ ปรากฏการณ์ลานีญาเกิดขึ้นช่วงกลางปี 2553 และต่อเนื่องจนถึง กลางปี 2554 โดยมีกำลังแรงช่วงปลายปี 2553 จนถึงต้นปี 2554 จากนั้นลานีญาอ่อนตัวลงจนเข้าสู่สภาพเป็นกลาง ช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกันยายนและค่อย ๆ เริ่มกลับสู่สภาวะลานีญาอีกครั้งช่วงปลายปี ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกมากกว่าปกติ อีกทั้งยังทำให้ฝนมาเร็วกว่าปกติ โดย ในปี 2554 ฝนเริ่มตกตั้งแต่เดือนมีนาคมและทำให้มีปริมาณน้ำฝนสะสมจำนวนมาก และมีฝนตกหนักในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน

2554 ในช่วงต้นปี 2555 สถานการณ์ของปรากฏการณ์ลานีญาที่เกิดขึ้นยังมีอิทธิพลอยู่จนถึงกลางปีโดยอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณตอนกลางมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตรจะอยู่ในภาวะปกติ หากเป็นไปตามที่กรมอุตุนิยมวิทยาของออสเตรเลียพยากรณ์ไว้ว่าช่วงหลังของปี 2559 จะเกิดปรากฏการณ์ลานิญ่าขึ้นและอาจสิ้นสุดระหว่างเดือน 9-12 นั่นก็หมายความว่าประเทศไทยอาจมีฝนตกทำให้ลดภาวะแห้งแล้งลงไปได้จะเกิดผลดีต่อการเกษตรของประเทศไทย (El Nino กำลังจากไป La Nina เข้ามาแทนที่-ไทยอาจมีฝนตกครึ่งหลังปี 2016, 2559)

2.1.3 ปัญหามลภาวะ (Pollution)

ปัญหามลภาวะเป็นภาวะที่สิ่งแวดล้อมเกิดการปนเปื้อนโดยมลสาร (Pollutants) ทำให้ความบริสุทธิ์ของสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ลดลง โดยมลภาวะที่พบส่วนใหญ่ คือ มลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางน้ำ และมลภาวะทางดิน ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องใช้ระยะเวลากว่าล้านปีในการฟื้นฟูสภาพให้กลับมาเหมือนเดิม อุตสาหกรรมและยานพาหนะคือตัวการสำคัญในการสร้างมลภาวะเหล่านี้ขึ้นมา โลหะหนัก ไนเตรต และพลาสติก คือสิ่งที่เป็นพิษและสร้างมลภาวะมากที่สุดในยุคปัจจุบัน ในขณะที่มลภาวะทางน้ำส่วนมากเกิดการปนเปื้อนจากน้ำมันที่รั่วไหลจากเรือจากอุบัติเหตุทางน้ำต่าง ๆ รวมทั้งจากฝนกรดที่ได้รับผลพวงมาจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำทิ้งจากครัวเรือนและพื้นที่เกษตรกรรมที่ปนเปื้อนสารเคมีและโลหะหนัก สำหรับมลภาวะทางอากาศเกิดจากการปนเปื้อนของก๊าซที่เป็นพิษทำให้เกิดความไม่บริสุทธิ์ของอากาศ ซึ่งถูกปล่อยมาจากโรงงานอุตสาหกรรม และการสันดาปของเครื่องยนต์ทุกชนิดที่ใช้พลังงานจากฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิง เช่นเดียวกันกับมลพิษทางดินที่ส่วนใหญ่เกิดการปะปนของของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งส่งผลต่อปริมาณสารอาหารในดินและไม่เหมาะต่อการใช้ประโยชน์



รูปที่ 4.5 มลภาวะที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์

2.1.4 ปัญหาจำนวนประชากรล้นโลก (Overpopulation)

ประชากรล้นโลกเป็นสถานการณ์ที่ไม่เป็นที่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นที่สถานการ์ที่จำนวนของประชากรเกิดความสามารถของโลกที่จะรองรับ (Carrying capacity) สาเหตุของประชากรล้นโลกเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น อัตราการตายที่ลดลงจากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโลโลยี และการแพทย์ นอกจากนั้นยังทำให้อายุขัยเฉลี่ยของมนุษย์เพิ่มขึ้น สำหรับบางศาสนา เช่น ศาสนาคริสต์บางนิกาย และศาสนาอิสลามที่มีข้อห้ามของพระอัลเลาะห์ที่ตรัสไว้ใจความสรุปได้ว่า ไม่สนับสนุนให้มีการคุมกำเนิด และการสงเสริมให้มีลูกมากเพื่อเป็นหน้าเป็นตาแก่ตระกูล (Rinkesh Kukreja, n.d.)

ปัญหาหรือผลกระทบที่จะตามมาก็คงหนีไม่พ้นเรื่องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างบ้าคลั่ง เพื่อให้สามารถตอบสนองของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของกลุ่มประชากรที่มีรายได้ต่ำหรือยังขาดความพร้อมในการเลี้ยงดูเด็กที่เกิดใหม่ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นตามมาคือการที่ประชากรมีมากแต่คุณภาพต่ำ และยังคงมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอยู่อย่างเท่าเดิมและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ประเทศจีนและอินเดียที่มีประชากรมากเป็นอันดับหนึ่งและอันดับสองตามลำดับ จะสังเกตุเห็นได้ว่า เมื่อจำนวนคนที่เพิ่มขึ้นการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดก็เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ทรัพยากรที่เป็นต้องการเมื่อมีจำนวนที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการก็มีการทำเลียนแบบขึ้น เกิดแก่งแย่ง ส่งผลต่อสภาพสังคมโดยรวมในที่สุด

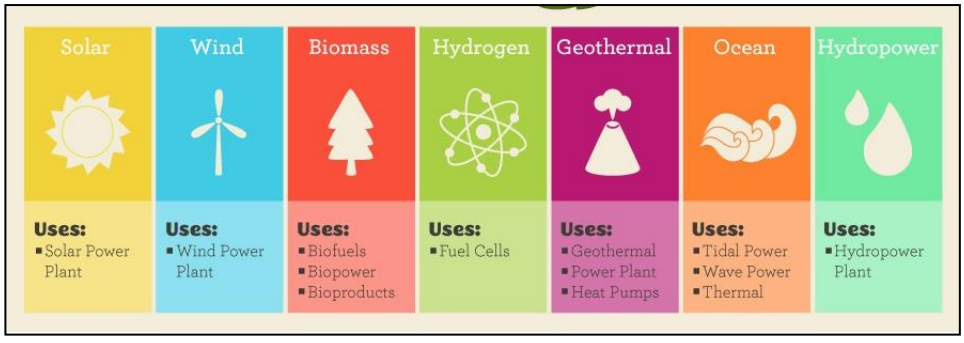
แนวทางแก้ปัญหาสำหรับประชากรล้นโลกนั้น ควรถูกแก้ไขที่ต้นเหตุเป็นสำคัญ กล่าวคือการควบคุมอัตราการเกิดของประชากรสำหรับประเทศที่มีจำนวนประชากรมากอยู่แล้วด้วยแนวทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดผลเป็นรูปธรรมชัดเจน เช่น ใช้กฎหมายในการกำหนดจำนวนบุตรต่อครอบครัวเช่นเดียวกับที่ประเทศจีนได้ใช้อยู่ (One Child Policy) ครอบครัวไหนที่มีจำนวนบุตรมากอาจจะต้องเสียภาษีเพิ่มขึ้น

รูปที่ 4.6 ประชากรในประเทศอินเดีย

2.1.5 ปัญหาการร่อยหลอของทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resource depletion)

ทรัพยากรธรรมชาติที่ร่อยหลอเป็นสถานการณ์หนึ่งที่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญจากปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมของมนุษย์และจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง พลังงานฟอสซิลหรือแร่พลังงานเป็นทรัพยากรหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเอนกอนันต์ ซึ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานฟอสซิลนี้เองก่อให้เกิดการปลดปล่อยมลภาวะโดยเฉพาะก๊าซที่เป็นสาเหตุของสภาวะเรือนกระจก และเป็นสาเหตุปัญหาของอุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้น (Global Warming) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate change)

ทรัพยากรธรรมชาติที่ร่อยหลอไปส่วนมากก็จะเป็นประเภทของทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป (Inexhaustible resources) และไม่สามารถทดแทนได้ (Non-renewable resources) เพราะส่วนหนึ่งทรัพยากรเหล่านี้ต้องอาศัยระยะเวลาที่ยาวนานเกิดกว่าหนึ่งชั่วชีวิตคนหนึ่งคนในการกำเนิดขึ้นมาใหม่ อย่างไรก็ดี ปัจจุบันการให้ความสนใจในเรื่องของทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะพลังงานทางเลือกแบบต่าง ๆ (Alternative energies) ได้แก่ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานคลื่น พลังงานชีวมวล และพลังงานนิวเคลียร์ (รูปที่ 4.7) กรอปกับเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นทำให้ราคาอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนแปลงพลังงานทางเลือกดังกล่าวนั้นมีราคาที่ถูกลงและได้คุณภาพที่ดีขึ้นและมีแนวโน้มที่จะถูกลงในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า



รูปที่ 4.7 พลังงานทางเลือก (Alternative energies)

2.1.6 ปัญหาของเสีย (Waste disposal)

ของเหลือทิ้งจากการอุปโภค บริโภค หรือสิ่งของเสื่อมสภาพจนใช้การไม่ได้แล้วตลอดจนของที่มนุษย์ไม่ต้องการจะใช้ต่อไปแล้ว เรารวมเรียกว่า "ของเสีย" ของเสียบางชนิดไม่เป็นพิษภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมากนัก เช่น ของเสียจำพวกเศษอาหาร เศษกระดาษจากบ้านเรือนที่พักอาศัย แต่ของเสียบางชนิดเป็นอันตรายต่อชีวิตของมนุษย์และสัตว์ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อย่างมาก จำเป็นต้องเก็บหรือกำจัดทิ้งไปโดยระมัดระวังให้ถูกหลักวิชาการ อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

เมื่อมีการปนเปื้อนหรือสะสมอยู่ใน "ห่วงโซ่อาหาร" จะเป็นสาเหตุหรือทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลันหรือแบบเรื้อรัง ซึ่งจะทำให้พิการหรือเสียชีวิตได้ เราเรียกของเสียประเภทนี้ว่า "ของเสียที่เป็นอันตราย" และในบางกรณีของเสียที่เป็นอันตรายอาจมีลักษณะของความเป็นอันตรายหลายประเภทรวมกัน (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป.)

ปัญหาของเสียนั้นก็คือผลกระทบที่ก่อตัวจากของเสีย และของเสียที่เป็นอันตรายที่ถูกทิ้งตามแหล่งทิ้งขยะต่าง ๆ การจัดการของเสียที่เป็นอันตรายโดยไม่ระมัดระวัง หรือไม่ถูกต้องเหมาะสมจะก่อให้เกิดปัญหาพื้นฐานที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การเสี่ยงต่อการเกิดโรคเมื่อร่างกายได้รับสารพิษจากของเสียนั้นเป็นระยะเวลานาน ๆ เช่น ฟอร์มาดีไฮด์ เบนซิน เสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง การเสี่ยงต่อการเกิดโรค อื่น ๆ จากการรับสารเคมีหรือโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย การเกิดผลกระทบทางด้านระบบนิเวศ เกิดมลพิษและสารพิษตกข้างในระบบนิเวศและผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหาร และอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื่องมายังสังคมและเศรษฐกิจถ้าปัญหาเหล่านั้นทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ปัจจุบันปัญหาของเสียที่เริ่มเป็นที่รู้จักคงหนีไม่ผลของเสียที่เป็นอิเลคทรอนิคส์ หรือ ขยะอิเลคทรอนิคส์ (E-Waste) อันได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่เก่า คอมพิวเตอร์เก่า โทรทัศน์แบบจอแก้ว ซึ่งมีการพัฒนารุ่นใหม่ ๆ ออกมาอย่างรวดเร็วในแต่ละปี (รูปที่ 4.8)

รูปที่ 4.8 ขยะอิเลคทรอนิคส์ (e-Waste)

2.1.7 ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Climate change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรืออีกคำหนึ่งเรียกว่าสภาวะโลกร้อนนั้น เป็นการกล่าวถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยบนผิวโลก จากข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าสาเหตุที่แท้จริงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟิสซิลจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เป็นหลัก ที่เป็นต้นเหตุของการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่อากาศและบรรยากาศ ซึ่งก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเก็บกักความร้อนได้ดี ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศส่วนล่างสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศเป็นวงกว้าง ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล สภาพอากาศที่เลวร้าย รวมถึงความแห้งแล้งที่เป็นสาเหตุของไฟป่า

การเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยของอุณหภูมิที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถเป็นสาเหตุของสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงได้ เช่น ไต้ฝุ่น ทอร์นาโด คลื่นความร้อน เป็นต้น โดยเฉลี่ยอุณหภูมิโลกจะมีการปรับเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 1.4 องศาฟาเรนไฮต์ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาและมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเป็น 11.5 องศาฟาเรนไฮต์ในอีกศตวรรษที่จะถึงนี้ อาจดูเหมือนไม่มากนักแต่ถ้าเทียบย้อนกลับไปในช่วงยุคน้ำแข็งอุณหภูมิของโลกจะต่ำกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 4 องศาฟาเรนไฮต์

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนี้สามารถแก้ไขได้ โดยควรแก้ปัญหาที่ต้นเหตุกล่าวคือการลดปริมาณก๊าซจากการสันดาปจากเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ถูกปลดปล่อยออกมากิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เพื่อลดปัญหาการเกิดก๊าซเรือนกระจก

4.1.8 ปัญหาการลดจำนวนลงของความหลากหลายทางชีวภาพ (Loss of biodiversity)

ปัญหาของการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพส่วนใหญ่เกิดจากอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อระบบนิเวศของโลก ซึ่งโดยแท้จริงแล้วมนุษย์นั้นได้เปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมอย่างมากมาย และยังปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาณาเขตที่อยู่อาศัยของตนเข้าไปยังระบบนิเวศดั้งเดิมเพื่อสร้างที่อยู่

รูปที่ 4.9 ผลกระทบจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อสิ่งมีชีวิต

อาศัย พื้นที่ทำมาหากิน ซึ่งการกระทำเหล่านั้นเป็นการเอาเปรียนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศโดยตรง ตัวอย่างเช่น การทำการประมง การล่าสัตว์ การเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตแต่ะสปีชี่ส์บนโลก ซึ่งการทำลายความหลากหลายทางชีวภาพดังกล่าวสามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1) การที่แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตถูกจำกัดและถูกทำลายจากการแปลงสภาพพื้นที่ตามธรรมชาติให้กลายเป็นที่ทำกิจกกรมของมนุษย์ส่งผลต่อความหลากหลายของพืชพรรณและสิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ อีกด้วย

2) การเข้ามาของสิ่งมีชีวิตต่างสายพันธุ์จากนอกพื้นที่หรือต่างประเทศรวมทั้งการถูกดัดแปลงทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตก่อให้เกิดสิ่งแวดล้อมแบบใหม่ขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การขาดความสมดุลในที่สุด

3) มลภาวะจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติในด้านลบทั้งทางตรงและทางอ้อม และในเชิงกายภาพและทางเคมี

4) การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ตัวอย่างคือ ความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้นบนผิวโลกสามารถส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพในแง่ของการปรับของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในเขตหนาว เช่น หมีขั้วโลก เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นก็จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นในเรื่องของการปรับตัว

5) การเอาเปรียบสิ่งแวดล้อม เกิดจากการกิจกรมของมนุษย์ในเชิงพาณิชย์ที่มีการทำกิจกรรมซ้ำ ๆ และกระทำอย่างเข้มข้นเพื่อเหตุผลทางการค้าทำให้สิ่งแวดล้อมเกิดความล้าขึ้น ตัวอย่างเช่น การทำประมง ปลาน้ำเค็มชนิดต่าง ๆ เช่น ทูน่า คอด ซาดีน จะถูกจับขึ้นมาอย่างต่อเนื่องจนปลาเหล่านั้นไม่มีเวลาที่จะขยายพันธุ์ได้ทันกับความต้องการ รวมไปถึงการลากอวนซึ่งจะส่งผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน (รูปที่ 4.10) (Causes of the loss of biodiversity, n.d.)

รูปที่ 4.10 การเอาเปรียบสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมของมนุษย์

2.1.8 ปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า (Deforestation)

พื้นที่ป่าไม้ที่ปกคลุมแผ่นดินอยู่ในโลกมีอยู่ประมาณร้อยละ 31 ป่าไม้เหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตออกซิเจนและเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์และสัตว์ป่า สิ่งมีชีวิตที่ถูกคุกคามและเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ล้วนแล้วแต่อาศัยอยู่ในป่า 1.6 พันล้านคนในปัจจุบันบนโลกต้องอาศัยป่าไม้เพื่อความอยู่รอดทั้งสิ้น ตัวอย่างเช่น อาหาร น้ำสะอาด เครื่องนุ่งห่ม ยา และที่อยู่อาศัย ป่าไม้รอบโลกในขณะนี้กำลังถูกคุกคามจากการตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งไฟป่า การแผ้วถ่างสำหรับการทำเกษตรกรรม การปรับพื้นที่เพื่อการพัฒนาในด้านอื่น ๆ ความเสื่อมโทรมจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จากสถิติพื้นที่ป่าประมาณ 117,000 ตารางกิโลเมตรถูกทำลายทุกปี หรือเท่ากับ 48 สนามฟุตบอลทุก ๆ นาที

ป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากหน้าที่ของป่าไม้ที่ช่วยในการดักจับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลอยอยู่ในบรรยากาศและเป็นตัวที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งจะมีผลกระทบมากในเขตป่าไม้แบบร้อนชื้นเนื่องด้วยป่าไม้บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ

2.1.9 ปัญหาความเป็นกรดของน้ำทะเล (Ocean acidification)

เป็นปรากฏการณ์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของทะเลรอบโลกเพิ่มขึ้น จากสาเหตุที่น้ำทะเลมีการดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ ในสภาวะปกติค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะมีค่าอยู่ที่ 7 หรือมีค่าเป็นกลาง จากการคาดการณ์จะมีก๊าซคาร์บอนไออกไซด์จากกิจกรรมของมนุษย์ราวร้อยละ 30 ถึง 40 ละลายลงทะเล แม่น้ำ และแหล่งน้ำอื่น ๆ การเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เช่น ลดให้อัตราการเผาผลาญพลังงานและภูมิต้านทานของสัตว์น้ำลดลง สัตว์น้ำที่มีเปลือกแข็ง เช่นหอยทะเล ที่มีโครงสร้างของเปลือกเป็นแคลเซียมก็จะถูกกรดกัดกร่อนและยังส่งผลต่อการฟอกขาวของปะการังอีกด้วย (Ocean Acidification, 2017)

รูปที่ 4.11 ผลกระทบของสภาพความเป็นกรดของทะเล

(Ocean Acidification) ต่อเปลือกของหอยทะเล

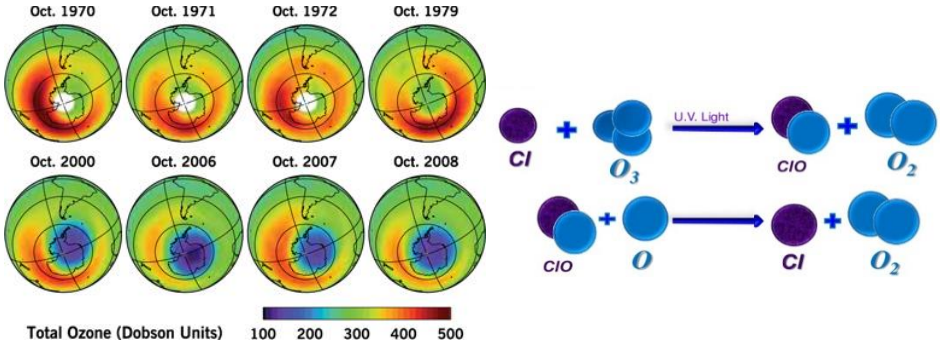
2.1.10 ปัญหาชั้นโอโซนบางลง (Ozone layer depletion)

ชั้นโอโซนโดยธรรมชาติแล้วมีลักษณะคล้ายกับชั้นบาง ๆ ปกคลุมโลกที่ความสูงราว 15 ถึง 30 กิโลเมตรช่วยในการกรองรังสีที่ถูกปลดปล่อยมาจากดวงอาทิตย์ คือ รังสีอัลตราไวโอเลต โอโซนนั้นเป็นโมเลกุลที่มีประกอบด้วยออกซิเจนสามอะตอมสามารถสร้างพันธะและสลายพันธะในชั้นบรรยากาศที่ความสูงราว 15 ถึง 50 กิโลเมตรหรือในชั้นโทโปพอส (Tropopause) และชั้นสตราโตสเพียร์ (Stratosphere)

จากคุณสมบัติของโอโซนที่ทำปฏิกริยาได้ดี ดังนั้นก๊าซที่ส่งผลต่อการทำลายชั้นโอโซนได้แก่ก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารคลอโรฟูออโรคาร์บอนหรือ ซีเอฟซี (CFCs) ที่เป็นเคมีที่ล่องลอยอยู่ในบรรยากาศในรูปของละอองขนาดเล็ก มีองค์ประกอบที่เป็นคลอรีนเมื่อได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์จะเกิดการแตกตัวหรือสลายพันธะออกมาเป็นอะตอมของคลอรีนเมื่อลอยตัวถึงชั้นบรรยากาศชั้นบน โมเลกุลของ

โอโซนที่มีองค์ประกอบของออกซิเจนสามอะตอม (O_3) จะถึงอะตอมของคลอรีนดึงออกซิเจนออกไปหนึ่งอะตอม เหลือเพียงออกซิเจนสองอะตอม (O_2) ซึ่งอะตอมของคลอรีนก็จะทำการขโมยออกซิเจนหนึ่งอะตอมเช่นนี้เรื่อยไปได้ถึง 100,000 ครั้ง ประกอบกับอะตอมของคลอรีนที่แตกตัวและปลดปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องจากฝีมนุษย์ ก็ยิ่งส่งผลให้เกิดการทำลายโอโซนเพิ่มขึ้นกลายเป็นรูโหว่

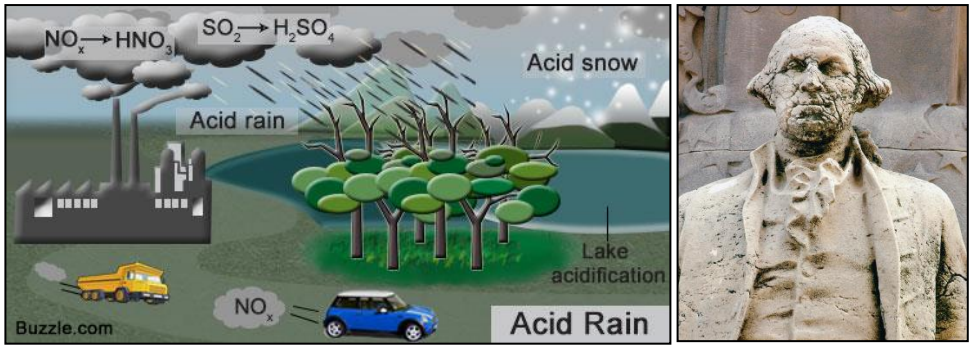
ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการที่โอโซนถูกทำลาคือปริมาณของรังสีที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์โดยเฉพาะรังสีอัลตราไวโอเลตเอและบี (UVA,B) รวมไปถึงรังสีที่อาจเป็นอันตรายอื่น ๆ นอกเหนือจะเป็นอันตรายต่อผิวหนังสิ่งมีชีวิตแล้ว การที่มีปริมาณรังสี UVB มากเกินไปจะไปยับยั้งวงจรการขยายพันธุ์ของไฟโตแพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอื่น ๆ ที่เป็นจุดเริ่มต้นของวงจรอาหาร (Food Chain) ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องไปยังผู้บริโภคระดับสูงขึ้นไป



รูปที่ 4.12 โอโซนถูกทำลายเกิดเป็นรูโหว่ ตั้งแต่ 1970 ถึง 2008 และปฏิกริยาเคมีในการทำลายโอโซน

ปัญหาฝนกรด (Acid rain)

สภาพหรือสภาวะของหยาดน้ำฟ้าที่มีความผิดปกติในเรื่องของค่าความเป็นกรด อันเกิดจากปฏิกริยาของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ในบรรยากาศกับโมเลกุลหยาดน้ำฟ้าในบรรยากาศ ซึ่งก๊าซทั้งสองตัวสามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติอยู่แล้ว เช่น ไนโตรเจนออกไซด์สามารถเกิดได้จากการเกิดฟ้าผ่าและซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถถูกปลดปล่อยจากการระเบิดของภูเขาไฟ ทำให้ระดับของไฮโดรเจนไอออนเพิ่มสูงขึ้น หยาดน้ำฟ้าที่มีสภาพเป็นกรดนั้นจะส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต ทั้งพืช สัตว์น้ำรวมถึงโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ และสิ่งปลูกสร้างที่เป็นแคลเซียมคาร์บอเนตและเหล็ก เช่น ทัชมาฮาล ปิรามิด โครงสร้างที่สร้างด้วยเหล็ก



รูปที่ 4.13 ผลกระทบจากปัญหาฝนกรดและกระบวนการเกิดฝนกรด

2.1.11 ปัญหามลพิษทางน้ำ (Water pollution)

น้ำเสียคือน้ำบริสุทธิ์ที่เกิดการปนเปื้อนซึ่งหมายรวมถึงแหล่งน้ำธรรมชาติต่าง ๆ ตัวอย่าง อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ มหาสมุทรและแหล่งน้ำใต้ดินประเภทต่าง ๆ การปนเปื้อนนั้นเป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อมลสารหรือสารมลพิษ (Pollutants) ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ถูกปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยไม่ได้รับการบำบัดที่เหมาะสม

ผลเสียของปัญหามลพิษทางน้ำจะส่งผลต่อชีวมณฑลโดยรวม ทั้งพืช สัตว์ ที่อาศัยแหล่งน้ำเป็นที่อยู่อาศัยรวมทั้งยังทำลายชุมชนทางชีวภาพตามธรรมชาติอีกด้วย สำหรับในประเทศที่กำลังพัฒนาบางประเทศการปนเปื้อนของน้ำมีอัตราที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวอย่างเช่นประเทศจีนที่แหล่งน้ำกว่าร้อยละ 90 ได้ถูกปนเปื้อนไปแล้ว ทำให้ประชากรจีนกว่า 500 ล้านคนประสบปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำที่สะอาดและปลอดภัยในการบริโภค หรือในประเทศอินเดียประชากรเสียชีวิตจากปัญหาความเจ็บป่วยจากการบริโภคน้ำที่ปนเปื้อน

รูปที่ 4.14 ปัญหามลพิษทางน้ำในประเทศอินเดีย

2.1.12 ปัญหาการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urban sprawl)

การขยายตัวของความเป็นเมืองนั้นหมายถึงการที่มีการขยายตัวของประชากรมนุษย์ออกจากแหล่งศูนย์กลางความเจริญหรือเมืองหลวงออกไปยังเขตหรือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นต่ำในลักษณะของสังคมที่อาศัย

รถยนต์ส่วนบุคคลในการเดินทาง (Car-Dependent Communities) หรือหมายถึงการที่ประชากรผู้ที่สามารถเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวย้ายไปอยู่ตามชานเมืองที่มีความแออัดน้อยเพื่อเลี่ยงความวุ่นวายในเมือง โดยยอมแลกกับการขับรถไป-กลับระหว่างเมืองและชานเมือง นอกจากนี้การขยายตัวของความเป็นเมืองยังเป็นปัจจัยก่อให้เกิดการขยายตัวของงาน (Job Sprawl) กล่าวคือเมื่อเกิดการขยายตัวของความเป็นเมืองแล้ว ผลที่เกิดตามมาคือ เกิดกิจกรรมเชิงพาณิชย์ทั้งสินค้าและบริการตามมา ซึ่งต้องมีการจ้างงานเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ก่อให้เกิดปัญหาการใช้ที่ดินตามมา รวมทั้งปัญหาของการย้ายการลงทุนในเมืองไปสู่ชานเมืองแทน (Urban Disinvestment) สำหรับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากการขยายตัวของความเป็นเมืองนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการเปิดพื้นที่ใหม่บริเวณชานเมืองเพื่อใช้เป็นพื้นที่เชิงพาณิชย์ เพื่อการทำเป็นที่อยู่อาศัย ฯลฯ ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ตามมา

รูปที่ 4.15 ปัญหาการขยายตัวของความเป็นเมือง

2.1.13 ปัญหาสุขภาพ (Public health issues)

โรคร้ายที่ทุกวันนี้มีเพิ่มมากขึ้นในสังคมเป็นเพราะพฤติกรรมเสี่ยง ที่คนในสังคมสร้างขึ้นมาเองทั้งสิ้น ซึ่ง 5 โรคร้ายที่เป็นโรคเสี่ยงตายของคนไทยในยุคปัจจุบันนี้ ล้วนแต่เป็นโรคที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันที่ผิดปกติไปจนกลายเป็นปัญหาเรื้อรังด้านสุขภาพ และเป็นภัยเงียบที่สามารถคร่าชีวิตคนไทยไปได้หลายล้านคน แม้ว่าโรคเหล่านี้จะมีชื่อเป็นที่รู้จักและรักษาได้แต่ก็ไม่ควรที่จะประมาท เพราะอย่างน้อยการป้องกัน ก็ย่อมดีกว่ามารักษาในภายหลัง

1) มะเร็ง ไม่ว่าจะเป็นมะเร็งชนิดใด มะเร็งลำไส้, มะเร็งมดลูก หรือมะเร็งเต้านม ก็ล้วนแล้วแต่คร่าชีวิตคนไทยมาแล้วนักต่อนัก สถิติการเป็นมะเร็งของคนไทยนั้นเพิ่มสูงขึ้นถึง 70,000 คน และมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ มะเร็งยังครองแชมป์การเป็นโรคที่มีคนเป็นมากที่สุดในประเทศ อันดับที่ 1 ถึง 5 ปีซ้อน และมีผู้เสียชีวิตไปด้วยโรคนี้ถึงปีละ 50,000 คน

2) โรคหลอดเลือดหัวใจ เกิดจากการที่ไขมันไปจับ หรือเกาะผนังของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจจนตีบและแคบลง ทำให้หลอดเลือดมีอาการอักเสบ ร่างกายจึงต้องส่งเม็ดเลือดขาวมาทำการซ่อมแซมก็ยิ่งทำให้เม็ดเลือดเหล่านี้ เข้าไปอุดตันทางเดินเลือด จนเลือดไม่อาจถูกส่งไปเลี้ยงหัวใจได้ ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจตายจากการขาดเลือด ส่งผลให้หัวใจหยุดเต้นอย่างเฉียบพลัน และเสียชีวิตอย่างรวดเร็ว

3) โรคเบาหวาน โรคเบาหวาน คือโรคที่ร่างกายสร้างฮอร์โมนอินซูลินมามาก จนทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ ร่างกายจึงไม่สามารถใช้น้ำตาลได้อย่างเหมาะสม และตับอ่อนทำงานได้อย่างไม่เต็มที่ จนไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้งานได้ หรือใช้งานได้น้อยจนทำให้น้ำ-
ตาลค้างอยู่ในเลือดสูง

4) โรคความดันโลหิตสูง โรคภาวะความดันโลหิตสูงเกิดจากการทานอาหารที่มีรสเค็ม และสมดุลของเกลือแร่ แคลเซียมทำงานไม่สมดุลกัน

5) วัณโรคที่มากับอากาศ โรคปอดอักเสบ เป็นโรคระบบทางเดินหายใจชนิดเดียวกัน ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียชื่อว่า มายโคแบคทีเรียม ทูเบอร์คูโลสิส (Mycobacterium Tuberculosis) ซึ่งมีแนวโน้มของผู้ป่วยรายใหม่ เพิ่มสูงขึ้นถึงปีละ 70%

2.1.14 ปัญหาทางพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)

กระบวนการทางพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) คือ การตัดเอายีน (Gene) ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง มาใส่เข้าไปในยีนของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง โดยตามปกติไม่เคยผสมพันธุ์กันได้ในธรรรมชาติ เพื่อให้สิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ที่มีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่ถูกนำยีนมาใส่เข้าไปแล้วก็คือ จีเอ็มโอ (GMOs) ตัวอย่างเช่น นำยีนทนความหนาวเย็นจากปลาขั้วโลกมาผสมกับมะเขือเทศเพื่อให้มะเขือเทศปลูกในที่ที่อากาศหนาวเย็นได้ นำยีนจากแบคทีเรียชนิดหนึ่งมาใส่ในยีน (gene) ของถั่วเหลืองเพื่อให้ถั่วเหลืองทนทานต่อยาปราบวัชพืช นำยีนจากไวรัสมาใส่ในมะละกอเพื่อให้มะละกอต้านทานโรคไวรัสใบด่างวงแหวนได้ เป็นต้น (จีเอ็มโอ, ม.ป.ป.)

ในกรณีของ GMOs นั้นข้อเสียคือ มีความเสี่ยงและความซับซ้อนใน การบริหารจัดการเพื่อให้มีความปลอดภัยเพื่อให้เกิดประโยชน์มากกว่าโทษ แม้ว่าในขณะนี้ยังไม่มีรายงานว่ามี ผู้ใดได้รับอันตรายจากการบริโภคอาหาร GMOs แต่ความกังวลต่อความเสี่ยงของการใช้ GMOs เป็นสิ่งที่ หลีกเลี่ยงได้ยาก เช่น อาจก่อให้เกิดสิ่งอันตรายเจือปนมาได้ ทำให้อาจเกิดอาการเจ็บป่วยตามมา การที่มีสารอาหารมากกว่าแบบที่ได้จากธรรมชาติปกติ อาจทำให้ร่างกายบางคนได้รับสารอาหารที่มากเกินไป ในคนที่กำลังรับประทานยาปฏิชีวนะรักษาโรคอยู่ อาจทำให้ยาเสื่อมประสิทธิภาพ เนื่องจากสาร GMO นี้มีสารต้านยาปฏิชีวนะอยู่ (GMO คืออะไร, ม.ป.ป.)

รูปที่ 4.16 ปลาที่ได้รับการตัดแต่งพันธุกรรมให้มีขนาดที่ผิดไปจากเดิม

2.1.15 ปัญหาสภาวะโลกร้อน (Global warming)

การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบนโลกสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอากาศบริเวณใกล้ผิวโลกและน้ำในมหาสมุทร ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นถึง 0.74 - 0.18 องศาเซลเซียส และจากแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศพบว่าในปี พ.ศ. 2544 – 2643 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกจะเพิ่มขึ้นถึง 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียสสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนก็เพราะว่าก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาผลาญถ่านหินและเชื้อเพลิง รวมไปถึงสารเคมีที่มีส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ใช้ และอื่น ๆ อีกมากมาย จึงทำให้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ ทำให้อุณหภูมิของโลกค่อย ๆ สูงขึ้นจากเดิม (ภาวะโลกร้อน, ม.ป.ป.)

ผลกระทบของภาวะโลกร้อนได้แก่ การที่อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้นทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และคาดว่าทำให้เกิดภาวะลมฟ้าอากาศสุดโต่ง (Extreme Weather) ที่รุนแรงมากขึ้น ปริมาณและรูปแบบการเกิดหยาดน้ำฟ้าจะเปลี่ยนแปลงไป ผลกระทบอื่น ๆ ของปรากฏการณ์โลกร้อนได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของผลิตผลทางเกษตร การเคลื่อนถอยของธารน้ำแข็ง การสูญพันธุ์พืช-สัตว์ต่าง ๆ รวมทั้งการกลายพันธุ์และแพร่ขยายโรคต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น (ปรากฏการณ์โลกร้อน, 2560)

รูปที่ 4.17 ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อธารน้ำแข็ง

2.2 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

สารเคมีทางการเกษตร ปี 2553 ประเทศไทยมีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรเฉพาะที่นา ที่พืชไร่ ที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น ที่สวนผักและไม้ดอกประมาณ 143 ล้านไร่ มีพื้นที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในแต่ละปี สถิติการใช้ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตรกลับมีปริมาณสูงขึ้นอย่างมาก

ข้อมูลปี 2549 พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยและสารเคมีการเกษตร 3.6 ล้านตันเมื่อเข้าสู่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550-2554 มีการกำหนดเป้าหมายที่จะลดการนำเข้าปุ๋ย และสารเคมีการเกษตรให้ไม่เกินปีละ 3.5 ล้านตัน แต่กลับปรากฏว่าในปีแรกของแผนพัฒนาฯ ในปี 2554 มีการนำเข้าปุ๋ยและสารเคมีการเกษตรรวม 6.3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 93,844 ล้านบาท นอกจากไม่เป็นไปตามเป้าหมายแล้วยังเกิดผลตรงข้าม

ข้อมูลสำนักควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมปี 2554 จากการตรวจเลือดเกษตรกร 533,524 คน ใน 74 จังหวัดพบว่า อยู่ในระดับเสี่ยงและไม่ปลอดภัยร้อยละ32 และสรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคจากสำนักระบาดวิทยาฯ มีผู้ป่วยได้รับสารพิษจากสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชระหว่างปี 2545-2554 เฉลี่ยปีละ 1,840 ราย และในปี 2554 มีผู้ป่วยได้รับสารพิษจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากการทำงานและสิ่งแวดล้อม (ไม่รวมสาเหตุการฆ่าตัวตาย) จำนวน 2,046 ราย มีผู้เสียชีวิต 2 ราย

ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอาชีพทำเกษตรกรรมร้อยละ 41.06 ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรนอกจากเป็นต้นทุนทางการเกษตรแล้วยังมีต้นทุนด้านสาธารณสุขที่ตามมาภายหลังทั้งด้านผู้ผลิตและผู้บริโภค รัฐบาลต้องใช้งบประมาณในการดูแลจัดการผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งด้านสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม แล้วยังสูญเสียภาษีที่ควรจะได้รับจากการเติบโตของอุตสาหกรรมสารเคมีนี้อีกด้วย (ที่มา: หนังสือพิมพ์โพสต์ทูเดย์ โดย พลเดช ปิ่นประทีป ประธานสถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ก็ได้มีการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญในประเทศไทยที่กำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันมา 5 ประเด็นปัญหาดังนี้

1) ปัญหาขยะอิเลคทรอนิคส์ เป็นปัญหาหนึ่งที่ถูกนำมาเป็นประเด็นเนื่องจากเป็นต้นเหตุของการปนเปื้อนสารพิษในสิ่งแวดล้อม เกิดสารพิษตกข้างในแหล่งน้ำและดิน ซึ่งจะส่งผลต่อประชากรในระยะยาว อีกทั้งประเทศไทยยังมีบทกฎหมายที่ไม่เข้มงวดพอสำหรับการนำเข้าขยะอิเลคทรอนิคส์เหล่านี้ เห็นได้จากธุรกิจขนาดย่อมที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นธุรกิจค้าขายของมือสองจากต่างประเทศ โดยเฉพาะญี่ปุ่น ที่จะนำเข้าอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่พบมากได้แก่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ตกรุ่นแล้ว ซึ่งกลุ่มหนึ่งจะเป็นการขายเป็นมือสอง อะไหล่อีกส่วนจะถูกขายเพื่อนำไปแยกสินส่วนเพื่อแยกทองคำขาวออกจากวงจรคอมพิวเตอร์เหล่านั้น แน่นอนว่า

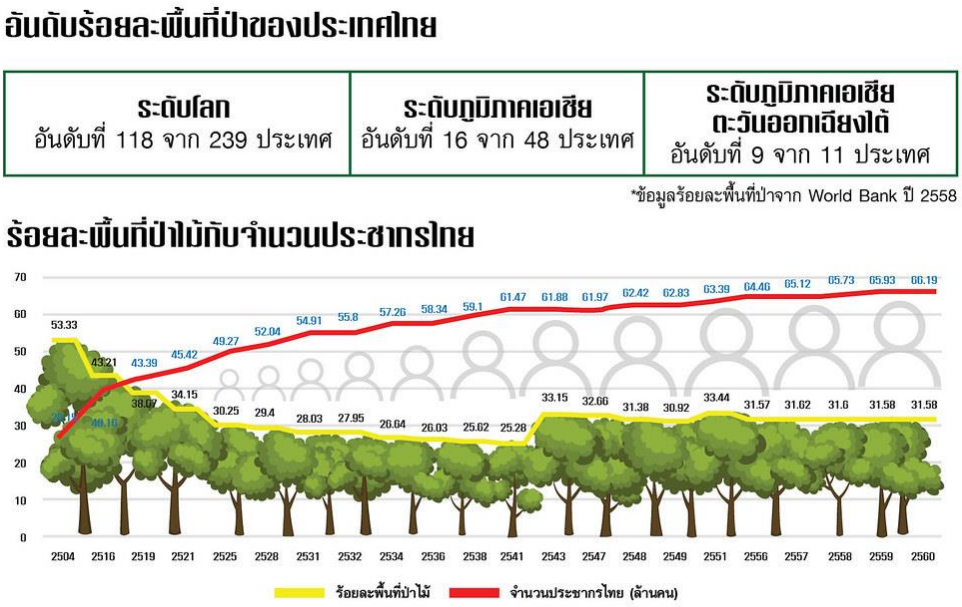
กระบวนการรีไซเคิลนั้นทำโดยชาวบ้านที่ขาดความรู้และความเข้าใจที่เหมาะสม นำมาซึ่งการปนเปื้อนของสารพิษ

2) บุกรุกป่า สำหรับปัญหาบุกรุกพื้นที่ป่ายังคงพบเห็นมาอย่างยาวนานและต่อเนื่อง เห็นได้จากข่าวตามหน้าหนังสือพิมพ์ จากความเห็นแก่ประโยชน์ส่วนตนของคนบางกลุ่มนำมาซึ่งการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ของประเทศ

3) สถานการณ์น้ำและภัยแล้ง ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจถือได้ว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี แต่ในปี 2558 นั้น อาจถือว่ามีความรุนแรงมากที่สุดในรอบหลาย ๆ ปีที่ผ่านมา ประกอบกับจากปรากฏการณ์เอลนีโญ ที่ส่งผลให้ฝนไม่ตกตรงตามฤดูกาล หรือตกมา แต่มีปริมาณน้ำฝนที่น้อยภาวะภัยแล้งจะส่งผลกระทบให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรังลดลง ทำให้ผลผลิตข้าวเปลือกเจ้านาปรังมีปริมาณลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อการส่งออกข้าวฤดูใหม่และข้าวเหนียว (ศรยุทธ เทียนสี, 2559)

4) ประเด็นทรัพยากรแร่ มีการร้องเรียนและเรียกค่าเสียหายจากผลกระทบการทำเหมืองแร่ในหลายกรณีหลายพื้นที่ เช่น เหมืองทองคำ จ.พิจิตร ขณะที่แนวทางแก้ปัญหายังไม่มีรูปแบบชัดเจน เสนอให้กำหนดเขตศักยภาพแร่และเขตเศรษฐกิจแร่ ผลักดันการจัดทำรายงาน SEA เพื่อให้มีการบริหารพื้นที่เชิงกลยุทธ์อย่างรอบด้าน (หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ เมื่อ 14 สิงหาคม 2559 ในชื่อ 5 ปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับชาติโจทย์ใหญ่ท้าทายพัฒนา)

5) มลพิษ ประเทศไทย ปี 2558 ว่าภาพรวมคุณภาพอากาศและมลพิษในหลายประเภทดีขึ้น ยกเว้นบางพื้นที่ยังเสี่ยงก่อมลพิษอยู่ ในส่วนของคุณภาพอากาศจากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่ 29 จังหวัด พบว่า จังหวัดสระบุรี เป็นจังหวัดที่มีมลพิษทางอากาศเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด 150 วัน รองลงมาจังหวัดลำปาง 89 วัน จังหวัดสมุทรปราการ 81 วัน กรุงเทพมหานคร 74 วัน และจังหวัดขอนแก่น 70 วัน ซึ่งสารมลพิษที่เป็นปัญหาสำคัญยังคงเป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เกินมาตรฐาน 9 ใน 10 จังหวัดที่ตรวจวัด ที่จะกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและระบบเลือด สำหรับสารอินทรีย์ระเหยง่ายมีปริมาณสูงกว่าค่ามาตรฐาน 4 จังหวัด จาก 6 จังหวัด โดยเฉลี่ยมีปริมาณลดลง เพราะได้ปรับปรุงมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิง EURO 4 ยกเว้นพื้นที่มาบตาพุดและบริเวณใกล้เคียง จังหวัดระยอง ยังตรวจพบสารเบนซีน และ บิวทาไดอีน แต่หลายสถานีตรวจวัดมีแนวโน้มลดลงจากปี 2557 ยกเว้นไดคลอโรอีเทน หลายสถานีตรวจวัดที่อยู่ใกล้เคียงนิคมอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากปีที่ผ่านมาสภาพอากาศแห้งแล้งมาก ประกอบกับเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ส่งผลให้ไทยได้รับผลกระทบจากหมอกควันข้ามแดนที่มีการเผาพื้นที่ป่าพรุในประเทศอินโดนีเซีย



รูปที่ 4.18 สถานการณ์ป่าไม้ของไทย

2.3 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของมวลมนุษยชาติ ช่วยทำให้กิจกรรมและการดำเนินชีวิตของมนุษย์นั้นมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ทำให้อัตราการตายลด อัตราการรอดชีวิตและหายจากโรคภัยต่าง ๆ มีเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นเมื่อมีผลทางด้านบวกก็ยังมีผลในด้านลบด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่เกิดต่อสิ่งแวดล้อม ในช่วงหลายทศวรรตที่ผ่านมาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ประชากรมีอายุยืนยาวขึ้นการใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการแบบใหม่ก็เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ทันสมัยต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิต แต่สิ่งแวดล้อมกลับไม่ได้รับการฟื้นฟูโดยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเหล่านั้นอย่างเหมาะสม

แรกเริ่มนั้นการใช้ชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์นั้น เริ่มจากการอาศัยธรรมชาติเพื่อความอยู่รอด อันได้แก่ปัจจัย 4 มีความสัมพันธ์และกลมกลืนกับธรรมชาติ มีการดำรงชีวิตแบบพออยู่พอกินในกลุ่ม หรือชุมชน ไม่กักตุนเพื่อนจุดประสงค์ทางการค้าอีกทั้งจำนวนประชากรที่น้อย สิ่งแวดล้อมในยุคสมัยนั้นก็มีโอกาสที่จะฟื้นฟูสภาพตนเองได้อย่างไม่มีปัญหา

เมื่อสมองมนุษย์เริ่มมีการพัฒนาเพิ่มขึ้น รู้จักการผลิตอุปกรณ์เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น หอก ดาบ มีด ซึ่งจุดนี้เองก็อาจเรียกได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ กล่าวคือ การทำอุปกรณ์ล่าสัตว์ก็ต้องมีการใช้วัสดุต่าง ๆ ประกอบกัน การออกไปล่าสัตว์ป่า การออกไปหาเชื้อเพลิง ล้วนแล้วแต่ต้องรบกวนสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตามในยุคสมัยนี้การเกิดขึ้นใหม่หรือการเกิดขึ้นทดแทนตามธรรมชาติยังคงอยู่ในภาวะสมดุลอยู่ เนื่องจากปัจจัยที่เป็นผู้บุกรุกยังน้อยอยู่

รูปที่ 4.19 การเกษตรอุตสาหกรรม

เมื่อเข้าสู่ยุคที่เป็นยุคแห่งเกษตรกรรม มนุษย์เริ่มรู้จักการการเพาะปลูกเลี้ยงสัตว์ จากการที่ผลผลิตตามธรรมชาติไม่เพียงพอต่อความต้องการ เกิดการแย่งชิงระหว่างกลุ่ม จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการเพาะปลูกเลี้ยงสัตว์และรู้จักการสะสมอาหารเพื่อความอยู่รอด เมื่อทำเช่นนั้นแล้วผลผลิตที่ได้มีปริมาณที่มาเกินความต้องการ เกิดการแลกเปลี่ยนผลผลิตระหว่างกัน เป็นรูปแบบระบบเศรษฐกิจขึ้น และเริ่มมีการแลกเปลี่ยนแบบซื้อขายขึ้นในยุคสมัยถัดมา จากการที่การเกษตรเริ่มมีการใช้เครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งก็เป็นผลพวงที่สำคัญในการทำลายสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากปัจจัยในที่ดินเพื่อการเกษตรและเลี้ยงสัตว์เพื่อการพาณิชย์

4.4 แนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสม

สำหรับแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมนั้น เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคือสิ่งที่ไม่สามารถหยุดได้และยังมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง ความก้าวหน้าดังกล่าวก่อให้เกิดผลเสียมากมายต่อทรัพยากรธรรมชาติและตัวมนุษย์เอง เช่น อากาศเสีย น้ำเสีย ดังนั้นแนวคิดที่เหมาะสมควรจะถูกปลูกฝังที่ตัวผู้ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั่นคือมนุษย์ กล่าวคือ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หรือการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงที่สุดโดยใช้ทรัพยากรน้อยที่สุดและให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด และจากกระบวนการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ก็ควรสร้างผลกระทบที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อจุดประสงค์ในการดำรงไว้ซึ่งทรัพยากรให้คนที่เกิดในรุ่นต่อ ๆ ไปได้มีทรัพยากรธรรมชาติหลงเหลือไว้ใช้ประโยชน์

อย่างไรก็ดีเมื่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการสร้างผลกระทบแล้ว วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นก็ยังสามารถถูกนำมาใช้เพื่อสร้างประโยชน์ได้ ซึ่งทางผู้เขียนได้มีแนวคิดว่าการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถถูกนำมาใช้ในแง่ของการจัดปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน กล่าวคือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันถูกพัฒนาไปมาก ซึ่งความก้าวหน้าดังหล่าวสามารถนำ

มาวิจัยพัฒนาและต่อยอดให้ได้องค์ความรู้ใหม่ในเรื่องของการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ฟื้นฟูสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กำลังถดถอยในปัจจุบันได้ ตัวอย่างเช่น การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปของนาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) ในด้านต่าง ๆ อาทิ กระบวนการทำให้น้ำมีความบริสุทธิ์ (Water Purifying) เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อการบริโภค กระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ทดแทนการใช้เส้นใยจากธรรมชาติ (Nanofrabrics)

การรีไซเคิลพลาสติก PE (Polyethylene) ด้วยวิธีการใช้ความร้อนสูง 400 องศาเซลเซียสเพื่อหลอมละลายพลาสติก ซึ่งประเทศญี่ปุ่นคิดค้นและพัฒนาขึ้น ก่อนที่จะนำมาหล่อเย็นเปลี่ยนรูปกลับมาเป็นปิโตรเลียมเหลวอีกครั้งหนึ่งและสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เท่ากับเป็นการลดการนำทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นแร่เชื้อเพลิงขึ้นมาใช้เพิ่มอีกทางหนึ่งซึ่งแนวคิดที่ถูกเสนอมาทั้งหมดนั้นมีจุดประสงค์เดียวกัน คือ เพื่อการรักษาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนเพื่อชนรุ่นหลัง

รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนพลาสติกเป็นพลังงานเชื้อเพลิง

สแกนเพื่อรับชมวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนพลาสติกเป็นเชื้อเพลิงบน Youtube

บทที่ 5

มลพิษสิ่งแวดล้อม

5.1 ความหมาย

มนุษย์นั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมายาวนั้นตั้งแต่ถือกำเนิดมาบนโลกใบนี้ มนุษย์นั้นไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยขาดสิ่งแวดล้อม ถึงกระนั้นสติปัญญาของมนุษย์ที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้มนุษย์สร้างนวัตกรรมขึ้นมาเพื่อสร้างความสะดวกสบายและนำทรัพย์ทางธรรมชาติมาใช้ได้อย่างเต็มที่ และนวัตกรรมเหล่านั้นเองที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก อย่างไรก็ตามปัจจุบันได้มีการให้ความสนใจในการหาแนวทางป้องกันการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรในทางลบ แต่ก็ยังเป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น สำหรับความหมายของมลพิษสิ่งแวดล้อมก็ได้ให้ไว้ดังนี้

พิษ (Toxic) คือ ระดับความเข้มของสสารหรือสารที่เกิดจากวัตถุใด ๆ ที่สามารถเป็นอันตรายต่อระบบอวัยวะและต่อตัวอวัยวะโดยตรงของสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่น สัตว์ แบคทีเรีย และพืช และยังสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างย่อยของสิ่งมีชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น ระดับของเซลล์ในตับ (Wiki ENG)

มลพิษ (Pollution) ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มาตรา 4 หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่น ๆ รวมทั้งกาก ตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.)

สารมลพิษ (Pollutants) หมายถึง สิ่งที่ก่อให้เกิดความสกปรก ก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อมนุษย์ พืช สัตว์ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ สารเคมีป้องกัน กำจัดศัตรูพืชและสัตว์ เช่น ดีดีที และสารพิษจากกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท สารมิลพิษเหล่านี้บางชนิดก็มีคุณสมบัติสลายตัวได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว แต่บางชนิดก็สลายตัวช้าหรือไม่สลายตัวเลย ทำให้สารมลพิษสามารถมีฤทธิ์ตกค้างในสิ่งแวดล้อม (คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่, 2556จ) แบ่งตามสถานของสารได้ 3 กลุ่มดังนี้

1) สารมลพิษที่เป็นของแข็ง (Solid pollutants) อนุภาคของแข็งขนาดเล็ก เช่น ฝุ่น ใยหิน ตะกั่ว
2) สารมลพิษที่เป็นของเหลว (Liquid pollutants) น้ำมันปิโตรเลียม สารละลายที่เป็นกรด-ด่าง
3) สารมลพิษที่เป็นก๊าซ (Gaseous pollutants) คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอไดออกไซด์ ไอระเหย

ภาวะมลพิษ (Pollution situation) หมายถึง สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษในดิน

5.2 แหล่งกำเนิดมลพิษ แหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญประกอบด้วย 3 แหล่งใหญ่

5.2.1 มลพิษชุมชน (Domestic pollution)

คือ ของเสียและสิ่งปฏิกูลจากชุมชนบ้านเรือน เช่น น้ำจากการชำระล้างร่างกาย ขยะมูลฝอยภายในครัวเรือน ขยะมูลฝอยจากกิจกรรมในชีวิตประจำวันของชุมชน ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแหล่งสำคัญที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น และมีผลกระทบอย่างมากในปัจจุบันทั้งจากผลกระทบที่เกิดขึ้นและการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากมลพิษชุมชนเหล่านั้น

5.2.2 มลพิษอุตสาหกรรม (Industrial pollution)

คือ ของเสียจากกระบวนการผลิตทั้งทางน้ำ ทางเสียง ทางอากาศ รวมทั้งกากของเสียอื่น ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมเชิงอุตสาหกรรมทั้งหลาย เช่น น้ำจากการชำระวัตถุดิบ น้ำจากหล่อเย็น อากาศที่ถูกระบายจากการบัดกรีตะกั่ว อากาศที่ปะปนก๊าซพิษจากการสันดาปจากเครื่องยนต์และการเผาไหม้โดยตรง ของเสียทางเสียงจากกระบวนการผลิตของเครื่องจักรหนักต่าง ๆ

5.2.3 มลพิษเกษตรกรรม (Agricultural pollution)

คือ สารเคมีทางการเกษตร ยาฆ่าแมลง และสารพิษตกค้างในดิน ในน้ำและในอากาศ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ยังคงมีการใช้สารเคมีทางเกษตรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้แม้ว่าจะมีการรณรงค์ให้มีการทำเกษตรอินทรีย์แล้วก็ตาม มลพิษเกษตรกรรมเมื่อถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมแล้วก็จะมีการหมุนเวียนภายในระบบ เช่น เมื่อสารมลพิษถูกปล่อยลงสู่ดินแล้ว ก็มีโอกาสที่จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำเปิด มีการระเหยหรือระเหิดสู่บรรยากาศ และถูกชะกลับลงมาโดยฝนเรื่อยไป

รูปที่ 5.1 มลพิษชุมชน

5.3 มลพิษสิ่งแวดล้อม

5.3.1 มลพิษทางน้ำ (Water pollution) เป็นภาวะที่แหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำบริสุทธิ์เกิดการปนเปื้อนโดยสารมลพิษที่เป็นของแข็งและของเหลวทำให้แหล่งน้ำนั้นไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการอุปโภคบริโภคได้ สำหรับสารมลพิษทางน้ำนั้นจะมีดังนี้

5.3.1.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ

1) สิ่งมีชีวิต (Biological agents) สิ่งมีชีวิตที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมความบริสุทธิ์ลง เช่น จุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว ไวรัส รา ซึ่งสิ่งมีชีวิตจำพวกจุลินทรีย์สามารถเป็นสาเหตุของโรคอหิวาต์ โรคบิด ได้ หรือพืชบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำเรียกว่า การสะพรั่งของพืช (Eutrophication) และนำมาซึ่งการปิดกั้นแสงอาทิตย์และลดปริมาณออกซิเจนในน้ำ เป็นสาเหตุของการลดจำนวนของสัตว์น้ำ

2) สารเคมี (Chemical substance) ได้แก่ พวกสารอนินทรีย์ เช่น เกลือฟอสเฟต เกลือไนเตรต จากการเกษตร สารอินทรีย์ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ปะปนอยู่ ซึ่งส่วนใหญ่มาจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีพวกโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สารหนู และสารเคมีสังเคราะห์อื่น ๆ จำพวกผงซักฟอก ดีดีที เป็นต้น

3) สารแขวนลอย (Suspended solid) รวมถึงอนุภาคขนาดเล็ก ตะกอน เช่น ไขมัน น้ำมัน อนุภาคของดิน อนุภาคขนาดที่ใหญ่ เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หรือวัสดุต่าง ๆ ที่สามารถปิดกั้นผิวน้ำกับแสงอาทิตย์และอากาศได้ เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย ทำให้สีและความใสของน้ำเปลี่ยนแปลงไป

4) ความร้อน (Heat) ความร้อนที่เกิดขึ้นเกิดจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมในการชะล้างอุปกรณ์ วัตถุดิบต่าง ๆ จากการระบายความร้อนของเครื่องจักรด้วยน้ำ ซึ่งอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO: Dissolved Oxygen) ในน้ำลดลง ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำและสิ่งมีชีวิต

5) สารระเหย (Volatiles) สารจำพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า ส่วนใหญ่จะเกิดในการกลั่นน้ำมันและการเน่าเสียของน้ำเสีย ขยะ และซากสัตว์ มีผลต่อระบบหายใจ คือระบบหายใจจะหยุดชะงักที่ความเข้มข้นของก๊าซสูง ซึ่งควรออกจากสถานที่ที่มีความเข้มข้น 65 ppm ขึ้นไป

รูปที่ 5.2 มลพิษทางน้ำที่ผลต่อสัตว์น้ำ

5.3.2 มลพิษทางอากาศ (Air Pollution)

คือ การเข้ามาการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็กในชั้นบรรยากาศของโลก ชีวโมเลกุล และสสารที่เป็นอันตรายอื่น ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค ภูมิแพ้ การเสียชีวิตของมนุษย์ ความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิต อันได้แก่ สัตว์และพืชพรรณต่าง ๆ (Air Pollution, 2017)

ซึ่งมลพิษในอากาศเป็นตัวการทำให้อากาศที่บริสุทธิ์ร้อยละร้อยที่ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสเกิดการปนเปื้อนซึ่งเป็นผลที่ทำให้อากาศที่ความบริสุทธิ์มีความบริสุทธิ์น้อยลงเกิดสี เกิดกลิ่น ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะมนุษย์ ตัวอย่างของผลกระทบทางอ้อม เช่น ทัศนวิสัยลดลง เกิดความสกปรกจากอนุภาคขนาดเล็ก สิ่งแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะสังคมพืช สำหรับผลกระทบทางตรง เช่น การระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ระบบการมองเห็น การสะสมของมลสารภายในร่างกาย เป็นต้น

สำหรับสิ่งปนเปื้อนหรือสารมลพิษทางอากาศ (Air pollutants) นั้นก็มีอยู่หลากหลายประเภทที่เป็นสาเหตุของมลพิษ ซึ่งสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

1) ฝุ่นละออง (Dust)
2) คาร์บอนมอนนอคไซด์ (Carbonmonoxide)
3) ตะกั่ว (Lead, Pb)
4) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfurdioxide)
5) ควัน (Smoke)
6) ไอเสียและกลิ่น (Fume and Odore)

5.3.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (Sources of Air Pollution) แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจะสามารถจำแนกได้เป็น 2 แหล่งด้วยกัน ได้แก่

สแกนเพื่อชมวีดีโอมลพิษทางอากาศ

1) มลพิษทางอากาศที่เกิดเองตามธรรมชาติ (Natural Air Pollution) คือ มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองจากกิจกรรมของธรรมชาติ ได้แก่

- ภูเขาไฟระบิด เถ้าและเขม่าต่าง ๆ จะถูกพ่นออกมาปะปนกับอากาศ ซึ่งเถ้าและเขม่าเหล่านั้นสามารถสะสมอยู่ในอากาศได้นานหลายเดือนจนถึงหลายปี ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนและออกซิเจนของพืชในอากาศ
- ไฟป่า ควันและอนุภาคขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาไหม้ จะปะปนกับอากาศ ผลที่เกิดขึ้นได้แก่ ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง เกิดการระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจและทางการมองเห็น และผลกระทบในแง่ของความสกปรกจากฝุ่นละออง
- กระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตในกลุ่มของผู้ย่อยสลาย ดังนั้นกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ก่อให้เกิดแก๊ส ได้แก่ มีเทน (CH_4) แอมโมเนีย (NH_3) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นในอากาศ
- อนุภาคขนาดต่าง ๆ อนุภาคที่มีขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมของธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิดก็สามารถลดคุณภาพของอากาศได้เช่นกัน

2) มลพิษทางอากาศที่มนุษย์สร้าง (Manmade Air Pollution) แท้จริงแล้วมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นฝีมือของมนุษย์นั้นมีด้วยกันหลายประเภทด้วยกัน แต่จะมีสาเหตุหลักมาจากต้นกำเนิดมลพิษดังนี้

- การคมนาคม เป็นที่ทราบกันดีว่าการคมนาคมโดยยานพาหนะที่มีการใช้พลังงานฟอสซิลเป็นสาเหตุของการเกิดมลพิษทางอากาศ และจำนวนยังมีแนวโน้มการใช้และปริมาณยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การสันดาปหรือการเผาไหม้ของที่ไม่สมบูรณ์เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นต้น
- โรงงานอุตสาหกรรม เป็นอีกแหล่งที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ของเสียที่ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศเป็นผลที่เกิดจากการใช้พลังงานหรือเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต เช่น โรงไฟฟ้า โรงถลุงเหล็กและโลหะต่าง ๆ หรือบางโรงงานอุตสาหกรรมมลพิษที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากตัววัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น โรงงานผลิตเคมีภัณฑ์ โรงงานผลิตกรดต่าง ๆ โรงงานโม่หิน โรงงานยิปซั่ม เป็นต้น

- การเผาไหม้ อีกสาเหตุหนึ่งที่ยังสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในประเทศกำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทย จากการเผาขยะ ใบไม้แห้ง และวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยกระบวนการจัดการที่มีประสิทธิภาพ แน่นอนว่าถ้าการเผาวัสดุที่ไม่ใช่วัสดุธรรมชาติแล้วจะยิ่งส่งผลกระทบต่ออากาศเพิ่มขึ้นไปอีก เช่น พลาสติก บรรจุภัณฑ์สารเคมี

รูปที่ 5.3 มลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ยางรถยนต์เก่า

5.3.3 มลพิษทางเสียง (Noise pollution) เกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุต้นกำเนิดเสียง เมื่อวัตถุสั่นสะเทือน ก็จะทำให้เกิดการอัดตัวและขยายตัวของคลื่นเสียง และถูกส่งผ่านตัวกลาง เช่น อากาศ ไปยังหู เสียงสามารถเดินทางผ่านสสารในสถานะก๊าซ ของเหลว และของแข็งก็ได้ แต่ไม่สามารถเดินทางผ่านสุญญากาศได้ (มลภาวะทางเสียง, 2016)

การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความดังของเสียงจะทำให้เยื่อแก้วหูเกิดการสั่นสะเทือน และเคลื่อนไหวภายในหูส่วนในจะเต็มไปด้วยของเหลวที่เคลื่อนไหวได้ เนื่องจากการสั่นสะเทือนของปลายกระดูกโกลน การเคลื่อนไหวของของเหลวในหูส่วนใน จะกระตุ้นเซลล์เล็ก ๆ ที่มีขน (Hair cells) ของคอเคลียซึ่งมีอยู่ประมาณ 20,000 เซลล์ ทำหน้าที่เปลี่ยนการสั่นสะเทือนให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่งต่อไปยังปลายประสาทของเซลล์ขน เพื่อส่งไปตามเส้นประสาทของการได้ยิน ไปสู่ประสาทส่วนกลางในสมอง (กิตติชัย มุ้ย เจือบุญ, 2554)

มลพิษทางเสียง เกิดจากการคมนาคมขนส่ง การจราจรที่แออัดหนาแน่น ตลอดจนการก่อสร้าง สาธารณูปโภคต่าง ๆ ที่กระทำอย่างต่อเนื่อง มีเพียงแต่จะส่งผลกระทบต่อประชาชน ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง หรือผู้ที่สัญจรไปมายังนำไปสู่ผลเสียหาย ต่อระบบเศรษฐกิจอีกด้วย สถานการณ์มลพิษทางเสียงใน กทม. และต่างจังหวัดมีดังนี้ (กรมอนามัย, ม.ป.ป.)

5.3.3.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียง (Sources of noise pollution) แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียงนั้นสามารถแบ่งได้ออกเป็นสองประเภทหลัก ๆ ได้แก่

1) ประเภทที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ส่วนมากเกิดจากยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่กำลังเคลื่อนที่ผ่าน เช่น เรือหางยาว รถยนต์ มอเตอร์ไซค์ดัดแปลง เครื่องบิน เป็นต้น (ตารางที่ 1.7)

2) ประเภทที่ไม่เคลื่อนที่ แหล่งกำเนิดประเภทนี้มักจะปรากฏตามสถานที่ก่อสร้าง โรงงานอุตสาหกรรมหนัก เช่น งานขุดเจาะถนน งานซ่อมแซมอาคาร โรงงานถลุงแร่ โรงงานโม่หิน เป็นต้น (ตารางที่ 1.8)

ตารางที่ 1.6 ตารางแสดงระดับความดังที่สามารถทำงานได้ต่อวัน

ระดับความดัง (dB A)	ระยะเวลาที่รับเสียงได้ต่อวัน
80	24 ชั่วโมง
85	8 ชั่วโมง
91	2 ชั่วโมง
97	30 นาที
103	7.5 นาที
109	1.88 นาที
115	28.12 วินาที

ตารางที่ 1.7 ตารางแสดงระดับความดังจากแหล่งกำเนิดเสียงแบบเคลื่อนที่

แหล่งกำเนิดเสียง	ระดับความดัง (dB)
รถบรรทุกสิบล้อ	96.1
รถสามล้อเครื่อง	91.8
รถบรรทุก	88.5
รถจักรยานยนต์	87.8
รถตู้	87.2
รถแท็กซี่	87.1
รถโดยสาร	86.8
รถยนต์	84.5
เรือยนต์	85-96

ตารางที่ 1.8 ตารางแสดงระดับความดังจากแหล่งกำเนิดเสียงแบบไม่เคลื่อนที่

แหล่งกำเนิดเสียง	ระดับความดัง (dB)
โรงงานทอผ้า	83-88
โรงงานซ่อมเครื่องบิน	71-113
โรงงานสุราบางยี่ขัน	68-97
โรงงานผลิตท่อพลาสติก	97
โรงงานองค์การแก้ว	94-97
โครงการก่อสร้างทางด่วน	93.4-93.8
โรงงานผลิตเบียร์, น้ำดื่ม และโซดา	84.8-97.5

5.3.4 มลพิษจากขยะมูลฝอย (Solid Waste Pollution)

คือ ปฏิกูล, ขยะ, ของเสีย หรือ ของทิ้ง (อังกฤษ: waste) หมายถึง สิ่งที่มนุษย์ไม่ต้องการและหมดประโยชน์แล้ว ปฏิกูลคือสสารใด ๆ ที่ถูกทิ้งหลังจากใช้งานหลัก ไม่มีค่า มีตำหนิ หรือใช้การไม่ได้แล้ว

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 และ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ให้คำว่า "มูลฝอย" หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ ซากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์และหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน (ปฏิกูล, 2015)

5.3.4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษจากขยะมูลฝอย (Sources of solid waste pollution) มีอยู่ 4 แหล่ง ดังนี้

1) ขยะมูลฝอยชุมชน (Domestic/Household solid waste) ของเหลือที่ถูกผลิตโดยชุมชนเมืองหรือครัวเรือน ส่วนมากประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ เช่น เศษอาหาร เศษผักผลไม้ ซึ่งอาจมีสูงถึงร้อยละ 50 นอกจากนั้นจะเป็นของเหลือประเภทพลาสติก วัสดุเส้นใย เช่น กระดาษ และโลหะ เช่น อลูมิเนียม สังกะสี

2) ขยะมูลฝอยอุตสาหกรรม (Industrial solid waste) ของเหลือจากอุตสาหกรรมสามารถแบ่งได้เป็นขยะที่เป็นของเสียอันตราย (Toxic/Harzardous waste) อันได้แก่ ของเสียที่เป็นพิษ ของเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อน และของเสียกัมมันตรังสีต่าง ๆ และขยะที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Harzardous waste) อันได้แก่ โลหะและอโลหะ รวมทั้งกากของเสียจากกระบวนการผลิต เช่น เศษชิ้นส่วนวัตถุดิบ บรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

3) ขยะมูลฝอยเกษตรกรรม (Agricultural solid waste) ส่วนมากมาจากการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตผลผลิตทางการเกษตรและเหลือเป็นของเหลือที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น บรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์ทางการเกษตร มูลสัตว์ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อ ปุ๋ย สิ่งปนเปื้อนในน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่าง ๆ

4) ขยะมูลฝอยติดเชื้อ (Infectious solid waste) ของเสียที่เกิดจากโรงพยาบาลเป็นหลัก เป็นขยะที่มีการปนเปื้อนของสารคัดหลั่งต่าง ๆ จากผู้ป่วย เศษอวัยวะจากผู้ป่วย และการรักษาพยาบาล รวมทั้งของเสียที่ปนเปื้อนสารกัมมันตรังสี สารเคมี (แหล่งกำเนิดขยะ, ม.ป.ป)

บทที่ 6

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การจัดการสิ่งแวดล้อม หมายถึง การดำเนินการในด้านสิ่งแวดล้อมในเรื่องของการทำความเข้าใจ การวางแผน การจัดวางระบบ การพัฒนา และแผนการดำเนินการ โดยมีกระบวนการและขั้นตอนในการดำเนินการที่ชัดเจน จุดประสงค์เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถที่จะดำรงไว้ซึ่งทรัพยากรธรรมชาตินั้นให้คงอยู่

การจัดการสิ่งแวดล้อม หมายถึง กระบวนการใช้สิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ โดยการวางแผน ดำเนินงาน ติดตามประเมินผลและปรับปรุง แก้ไขพัฒนาให้ดีขึ้น ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการใช้อย่างประหยัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด ใช้ให้ได้ยั่งยืน ยาวนานตลอดไปและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อมวลมนุษย์และธรรมชาติให้มากที่สุด (วินัย วีระวัฒนานนท์, 2540: 185)

การดำเนินงานต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการจัดหา การเก็บรักษา การซ่อมแซม การใช้อย่างประหยัด และการสงวนรักษาเพื่อให้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น สามารถเอื้ออำนวยประโยชน์แก่มวลมนุษย์ได้ใช้ตลอดไป อย่างไม่ขาดแคลน หรือมีปัญหาใด ๆ (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, ม.ป.ป)

6.1.1 หลักการในการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ธรรมเนียมปฏิบัติที่เกิดขึ้นเพื่อการคงไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติโดยเอกชน องค์กรอิสระ และหน่วยงานของของรัฐ เพื่อเอื้อประโยชน์ให้แก่ทั้งสิ่งแวเล้อมแะมนุษย์ การอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นเนื่องจากแรงกดดันจากการเพิ่มขึ้นของการใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อม การเพิ่มขึ้นของประชากรและเทคโนโลยี ซึ่งทำให้สิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพเกิดความเสื่อมถอยหรืออาจถึงขึ้นที่หมดไปจากโลกอย่างถาวร (Environmental protection, 2017)

อย่างไรก็ดีหลักการเพื่ออนุรักษ์ธรรมขาติและสิ่งแวดล้อมได้ถูกเสนอมาเพื่อเป็นแนวทางในการใช้สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ตามหลักการดังนี้

1) **การถนอมรักษา (Preservation)** คือ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติใด ๆ โดยรักษาสภาพของทรัพยากรธรรมชาตินั้นเอาไว้หรือให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด ผ่านการใช้ให้เกิดประโยชน์สูงที่สุดและเพื่อเป็นการยืดอายุของทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นไปในตัว

2) **การบูรณะฟื้นฟู (Restoration)** คือ การทำให้ทรัพยากรหนึ่ง ๆ ที่อยู่ในสถานะเสื่อมโทรมหรือเสื่อมสภาพ หรือใกล้สูญหายสามารถกลับเพิ่มจำนวนขึ้นหรือกลับมาอยู่ในสถานะที่สมบูรณ์หรือใกล้เคียง

3) **การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle)** คือ การนำทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกนำไปใช้แล้วแต่ยังคงมีประโยชน์กลับมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้สามารถใช้ได้อีกครั้ง เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ขวดแก้ว ขวดพลาสติก

4) **การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน (Revolution)** คือ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่แล้วให้เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น

5) **การนำสิ่งอื่นมาใช้ทดแทน** การนำสิ่งอื่นมาใช้ทดแทนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางชนิดอาจทำได้ เช่น การนำก๊าซธรรมชาติ มาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในรถยนต์ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานไฟฟ้า ซึ่งทำให้ประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

6) **การสำรวจแหล่งทรัพยากรเพิ่มเติม**เป็นการค้นหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น การใช้เครื่องตรวจสอบรังสีในการสำรวจแร่ยูเรเนียม การใช้ระบบคลื่นแผ่นดินไหวเทียมเพื่อสำรวจหาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

7) **การประดิษฐ์ของเทียมขึ้นใช้** ความเจริญก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มนุษย์สามารถผลิตของเทียมขึ้นใช้แทนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ยางเทียม ไหมเทียม เป็นต้น ความสามารถดังกล่าวจึงช่วยลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติบางชนิดให้น้อย

6.1.2 หลักการและแนวคิดจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

หลักการและแนวคิดในการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนนั้นได้มีการจำแนกประเภทของแนวคิดที่แตกต่างกันออกไปตามแนวคิดของผู้เขียน สำหรับหลักการและแนวคิดในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่จะหยิบยกมาพูดถึงในบทนี้จะเป็นหลักการและแนวคิดของ ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ ซึ่งได้จำแนกหลักการและแนวคิดไว้สองกลุ่มด้วยกัน อันได้แก่ การจัดการที่ตัวมนุษย์และการจัดการที่สิ่งแวดล้อม

1) **การจัดการที่ตัวมนุษย์หรืออีกนัยหนึ่งคือการจัดการที่ต้นเหตุ** เพราะเป็นที่ทราบดีจากปัญหาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในบทที่ 3 ปัญหาหลักของการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการเพิ่มจำนวนขึ้นของประชากรโลก ดังนั้นหลักการและแนวคิดดังกล่าวจึงมุ่งเน้นที่จะจัดการกับมนุษย์เป็นสำคัญอันเป็นต้นเหตุของความเสื่อมถอยของสิ่งแวดล้อม สำหรับกระบวนการหรือวิธีการที่ถูกนำมาใช้นั้นประกอบด้วย

1. การสร้างความตระหนักและจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Awareness) เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกพูดถึงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการสร้างความตระหนักและจิตสำนึกโดยแท้จริงควรเริ่มสร้างตั้งแต่ยังเป็นเด็ก เพื่อเป็นการบ่มเพาะหรือปลูกจิตสำนึกนั้น ๆ ให้อยู่ในระบบความคิด เกิดความตระหนักเมื่อจะกระทำการใด ๆ ที่จะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การสร้างจิตสำนึกในเรื่องของการแยกขยะของโรงเรียนในประเทศญี่ปุ่น ไม่ใช่เป็นการสร้างความตระหนักในวัยผู้ใหญ่เพราะอาจเป็นไปได้ยากกว่า บางครั้งอาจต้องใช้วิธีการเชิงรุกเพื่อให้เกิดการฉุกคิด เช่น การใช้คำล้อเลียน การส่อเสียดกับปัญหาที่เกิดขึ้น หรือการใช้คำให้ดูน่าสนใจ (รูปที่ 6.1)

รูปที่ 6.1 การสร้างความตระหนักและจิตสำนึกในเรื่องของทรัพยากรสัตว์ป่า

2. การเปิดโอกาสให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วม (Public Participation) หมายถึง การมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งหมายถึง การที่กลุ่มประชาชน หรือขบวนการที่สมาชิกของชุมชนที่กระทำการออกมาในลักษณะของการทำงานร่วมกัน ที่จะแสดงให้เห็นถึงความต้องการร่วม ความสนใจร่วม มีความต้องการที่จะบรรลุถึงเป้าหมายร่วมทางเศรษฐกิจและสังคมหรือการเมือง หรือการดำเนินการร่วมกันเพื่อให้เกิดอิทธิพลต่อรองอำนาจ มติชน ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม หรือการดำเนินการเพื่อให้เกิดอิทธิพลต่อรองอำนาจทางการเมือง เศรษฐกิจ การปรับปรุงสถานภาพทางสังคมในกลุ่มชุมชน (เกียรติขจร วัจนะสวัสดิ์, 2550.)

สำหรับการมีส่วนร่วมในเรื่องของการจัดการและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนั้นทุกภาคส่วนควรมีบทบาทเสมอกัน ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ ภาคเอกชน องค์กรอิสระต่าง ๆ และภาคประชาชน เพื่อให้เกิดความรู้สึกในการเป็นเจ้าของร่วมกันในสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจากภาคเอกชน เช่น การรณรงค์ปลูกป่า สร้างฝ่ายชะลอน้ำ ฯลฯ โดยนำดารานักแสดงมาร่วมกิจกรรมเพื่อเป็นกุศโลบายให้แก่ภาคประชาชนให้เกิดความสนใจที่จะปฏิบัติตาม หรือภาคองค์กรอิสระ เช่น กลุ่ม NGO (Non-governmental organization) ที่อยู่ในรูปแบบของผู้สนับสนุนเงินทุนให้แก่ภาครัฐเพื่อดำเนินการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

รูปที่ 6.2 การรณรงค์ให้เกิดการมีส่นร่วมในโครงการปลูกป่าของบริษัทเอกชน

3. การใช้วิธีบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขาวิชา (Integration of knowledges) หมายถึง การนำศาสตร์หรือความรู้วิชาต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันนำมาเข้าด้วยกันหรือผสมผสานได้อย่างกลมกลืน เพื่อนำมาจัดเป็นการเรียนการสอนภายใต้หัวข้อเดียวกัน เชื่อมโยงกันเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีการเน้นองค์รวมของเนื้อหามากกว่าองค์ความรู้ของแต่ละรายวิชา และเน้นการสร้างความรู้ของผู้เรียนที่มากกว่า การให้เนื้อหาโดยครูเป็นผู้กำหนด (บูรณาการ, ม.ป.ป)

การบูรณาการความรู้จากสาขาวิชาอื่น ๆ เพื่อการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้นสามารถกระทำได้หลายแนวทางไม่ว่าจะเป็นการใช้แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเข้ามาแก้ปัญหา หรือการใช้เทคนิควิธีการหรือเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การประเมิน หรือการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมปัจจุบันก็นำเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ แผนที่อิเล็คทรอนิคส์ GPS มาใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่น่าจะเป็นไปได้ หรือการประเมินพื้นที่ป่าไม้หรือการประเมินความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าในปัจจุบันก็ได้ใช้วิธีการทางด้านภูมิสารสนเทศ (GIS: Geographic Informatics System) การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) หรือการใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) ในการเก็บ วิเคราะห์ แก้ไข และนำเสนอข้อมูล

ซึ่งข้อมูลที่ได้จะมีความเป็นปัจจุบันสามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นได้ทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

2) การจัดการที่สิ่งแวดล้อม หรือ เป็นการจัดการที่ปลายเหตุ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเพื่อรับมือกับสิ่งที่เป็นผลพวงจากกิจกรรมของมนุษย์ ในการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ปลายเหตุนี้ จะเป็นลักษณะในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมและทรัพยากรที่ร่อยหรอ การจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุสามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การบำรุงรักษา คือ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติใด ๆ โดยรักษาสภาพของทรัพยากรธรรมชาตินั้นเอาไว้หรือให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด ผ่านการใช้ให้เกิดประโยชน์สูงที่สุดและเพื่อเป็นการยืดอายุของทรัพยากรธรรมชาติเหล่านั้นไปในตัว

2. การสร้างเสริม คือ การทำให้ทรัพยากรหนึ่ง ๆ ที่อยู่ในสถานะเสื่อมโทรมหรือเสื่อมสภาพหรือใกล้สูญหายสามารถเพิ่มจำนวนมากขึ้นหรือกลับมาอยู่ในสถานะที่สมบูรณ์หรือใกล้เคียงกับสภาพเดิม

3. การอนุรักษ์ตามหลัก 5Rs ประกอบด้วย

- Reuse การนำกลับมาใช้ใหม่โดยสิ่งเหลือใช้นั้นยังผ่านกระบวนเปลี่ยนรูปหรือสถานะ
- Reduce การลดจำนวนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติลงเพื่อให้สิ่งแวดล้อมมีเวลาฟื้นตัว
- Repurpose การเปลี่ยนวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ให้มีความหลากหลายหรือเปลี่ยนไปใช้ทรัพยากรที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันและหาได้ง่าย
- Recycle การนำสิ่งที่เหลือใช้กลับมาใช้ใหม่โดยการเปลี่ยนสภาพไปจากสภาพดั้งเดิม
- Refuse การปฏิเสธการใช้ทรัพยากรอาจเพียงบางชนิดหรือหลายชนิด เพื่อคงไว้ซึ่งทรัพยากรชนิดนั้น ๆ

6.2 เครื่องมือในการจัดการทรัพยากรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

6.2.1 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14000)

มาตรฐานสากลว่าด้วยการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างประเทศที่กำหนดโดยองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (The Intenational Organization for Standardization) ซึ่งตั้งอยู่ที่กรุงเจนิวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ เพื่อเป็นมาตรฐาสากลในการกำหนดคุณภาพสิ่งแวดล้อมในการผลิตและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มาตรฐาน ISO 14000 จะครอบคลุมถึงการฝึกอบรมพนักงานการจัดการด้านความรับผิดชอบและระบบต่าง ๆ ที่ต้องดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมในองค์กร (มาตราฐาน ISO14000, ม.ป.ป)

ISO 14000 เป็นมาตรฐานของเครื่องมือที่ถูกใช้ในองค์กรหรือบริษัทห้างร้านต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการและรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนด (ISO14000, n.d.)

หลักการของ ISO 14000 ได้แก่ ระบบที่ช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กรและช่วยให้องค์กรมั่นใจในการดำเนินงานที่สอดคล้องกับกฎหมายเพื่อลดความเสี่ยงที่ต้องรับผิดทางแพ่งที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติผิดกฎหมาย นอกจากนี้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ยังช่วยเปิดโอกาสในการดำเนินธุรกิจกับกลุ่มลูกค้าที่มีความสนใจด้านสิ่งแวดล้อมและช่วยเสริมสร้างทัศนะคติของผู้ปฏิบัติงานและปรับปรุงสถานที่ปฏิบัติงานของภายในองค์กรให้ดีขึ้น (ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001), ม.ป.ป.)

6.2.2 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA: Environmental Impact Assessment)

การประเมินผลกระทบจากโครงการพัฒนาที่จะมีต่อสุขภาพหรือความสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมทั้งทางบวกและทางลบ รวมทั้งความเสี่ยงที่จะมีผลต่อสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นต่อธรรมชาติ (การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม. 2015)

ขั้นตอนการทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้น ผู้ดำเนินโครงการต้องทำการยื่นเสนอโครงการที่เข้าข่ายที่ต้องทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยจัดหาผู้ที่มีสิทธิในการทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามที่กำหนด ดังนี้

- สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาหรือสถาบันวิจัยซึ่งมีฐานะเป็นนิติบุคคลตามกฎหมายไทย
- นิติบุคคลซึ่งจดทะเบียนตามกฎหมายไทย
- นิติบุคคลซึ่งได้จดทะเบียนตามกฎหมายต่างประเทศ แต่ต้องมีนิติบุคคลตาม 1) หรือ 2) ซึ่งมีใบอนุญาตเป็นผู้มีสิทธิทารายงานเข้าร่วมในการทารายงานด้วย
- รัฐวิสาหกิจ ซึ่งมีกฎหมายเฉพาะแต่ในกิจการของรัฐวิสาหกิจนั้น
- สภาการเหมืองแร่ตามกฎหมายว่าด้วยสภาการเหมืองแร่เฉพาะแต่ในกิจการของสมาชิก การจัดทำ

สแกนเพื่อดูรายนามผู้มีสิทธิจัดทำรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม

รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยจะมีกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลการประเมินผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการนั้น ๆ โดยจะมีขั้นตอน ดังนี้

1) การกลั่นกรองโครงการ (Screening) การศึกษา/สำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลเบื้องต้น

2) การกำหนดขอบเขต (Scoping) ทำ (Terms of reference: TOR) หรือข้อกำหนดในการจัดทำรายงานการศึกษาผลกระทบเป็นเอกสาร

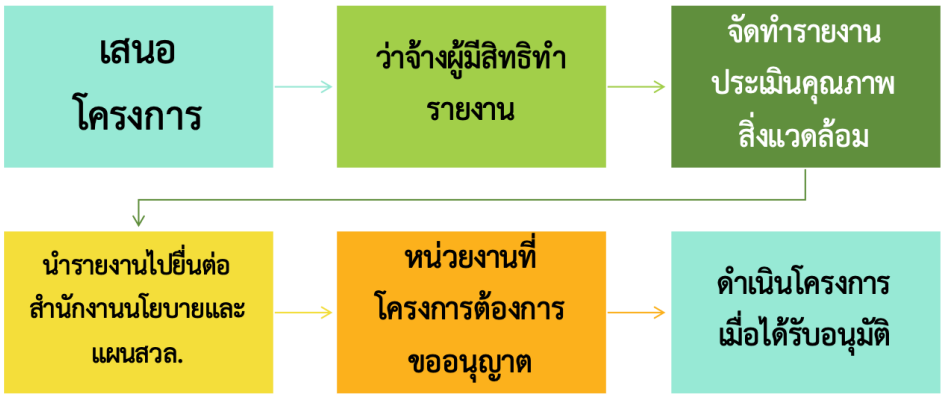
3) การเตรียมรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA preparation) ประกอบด้วยการเก็บ

4) รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การคาดการณ์ผลกระทบ การจัดทำมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม

5) การติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Monitoring) เป็นขั้นตอนรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการพิจารณารายงานผลกระทบ

6) การประเมินผลการดำเนินงาน (Auditing) เป็นขั้นตอนที่เมื่อโครงการดำเนินการไปแล้วต้องมีการประเมินผลการดำเนินการเพื่อให้ได้โครงการที่มีความยั่งยืน

เมื่อการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเสร็จสิ้นแล้วผู้ขอยื่นโครงการต้องนำรายงานดังกล่าวไปเสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อรับการพิจารณาในข้างต้น เมื่อสำนักงานนโยบายและแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเห็นชอบและอนุมัติให้รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมผ่าน หน่วยงานใดที่โครงการนั้น ๆ เกี่ยวข้องจะต้องเข้ามารับหน้าที่ในการพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมอีกครั้งหนึ่ง เช่น โครงการสร้างท่าเรือน้ำลึก กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม จะเป็นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะต้องพิจารณารายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าว



รูปที่ 6.3 ผังสรุปขั้นตอนการทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

เมื่อรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมผ่านการพิจารณาแล้วผู้ยื่นเสนอโครงการสามารถดำเนินโครงการนั้นได้ตามผังสรุปขั้นตอนการดำเนินการการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (รูปที่ 6.3)

6.2.3 การประเมินผลกระทบทางสังคม (SIA: Social Impact Assessment)

วิธีการที่ใช้เพื่อการตรวจสอบผลกระทบทางสังคมจากโครงการสาธารณูปโภค โครงการพัฒนาประเทศประเภทต่าง ๆ การประเมินผลกระทบทางสังคม ในรูปแบบของการแทรกแซงอย่างมีแบบแผนและ/หรือ การประเมินผลกระทบทางสังคมแบบไม่มีแบบแผน ตัวอย่างเช่น พิบัติภัยต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงประชากร และโรคติดต่อ (SIA, 2017)

การประเมินผลกระทบทางสังคม คือ กระบวนการของการวิเคราะห์ เฝ้าสังเกตุ และจัดการผลกระกระทบทางสังคมที่เกิดขึ้นทั้งแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจ ทั้งด้านบวกและด้านลบของนโยบาย โครงการ แผนการ ที่กำลังดำเนินการอยู่ จุดประสงค์เพื่อการนำมาซึ่งความยั่งยืนและความเท่าเทียมของสิ่งแวดล้อม (Vanclay, F., 2003)

สำหรับขั้นตอนการจัดทำการประเมินผลกระทบทางสังคมนั้นสามารถสรุปพอสังเขปได้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

1) การสรุปขอมูลลักษณะโครงการ เช่น ความเปนมา วัตถุประสงค แผนที่ตั้งโครงการ ผังโครงการ, การใชที่ดิน, หนวยงานเจาของโครงการ, หนวยงานอื่นที่เกี่ยวของ

2) การสำรวจทางสังคมเบื้องตน เชน ขอมูลราชการเพื่อรวบรวมขอมูลประชากร สภาพเศรษฐกิจ สังคม กายภาพของชุมชนบริเวณที่ตั้งโครงการและหาลักษณะเดนของชุมชนในดานตาง เช่น ความผูกพัน ความเก่าแก่และปัญหาในชุมชน

3) การตั้งขอสังเกตผลกระทบทางสังคม เช่น การพิจารณาความสัมพันธและความสอดคลองระหวางขอมูลลักษณะโครงการกับขอมูลประชากร เศรษฐกิจ กายภาพชุมชน

4) การคาดการณผลกระทบเบื้องตน เช่น การสรางตารางคาดการณผลกระทบที่ประกอบดวยกิจกรรมและระยะเวลากิจกรรมของโครงการ โดยใหชุมชนจัดอันดับความสำคัญของผลกระทบแต่ละประเภท

5) การสร้างฐานข้อมูล เชน การสำรวจทาง เอกสารเพิมเติม การสำรวจกลุ่มตัวอยาง การสัมภาษณเชิงลึกทั้งขอมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

6) การประเมินผลกระทบ เช่น ประเมินผลกระทบตาง ๆ ที่ไดคาดการณในขั้น 4 มีโอกาสจะเกิดในขอบเขตและลักษณะความรุนแรงที่ไดคาดการณไวหรือไม

7) การปรับปรุงรางรายงาน SIA ใหเปน รายงาน EIA เช่น การตรวจสอบ ปรับปรุง และเพิ่มเติมขอมูลที่ปรากฏในรางรายงาน SIA ใหถูกตอง

8) การติดตามตรวจสอบผลกระทบและการปฏิบัติตามมาตรการลดและชดเชยผลกระทบ ขั้นตอนนี้อยูนอกขอบเขตการจัดทำการประเมินผลกระทบทางสังคม แต่จะเป็นอยู่ในกระบวนการจัดทำรายงาน EIA (การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมดานสังคมและการมีสวนรวมของประชาชน, ม.ป.ป.)

6.2.4 การประเมินผลกระทบด้านสุขภาพ (EHIA)

รายงานที่เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) แต่จะให้ความสำคัญกับ “ผลกระทบต่อสุขภาพ” ของประชาชนที่อาจเกิดขึ้นจากโครงการนั้น ๆ เป็นสำคัญ และมีการขยายมิติทางสุขภาพออกไปให้กว้างขึ้นจากที่มีอยู่เดิมใน EIA และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยกำหนดสุขภาพกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม ระบบบริการสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ นับเป็นกระบวนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ครบทุกมิติ

บรรณานุกรม

Abiotic Environment. (n.d.). Retrieved from https://sustainability.asu.edu/ecologyexplorers/teacher-toolbox/abiotic-environment/

Air pollution. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Air_pollution&oldid=768045869

Aquatic ecosystem. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Aquatic_ecosystem&oldid=768329024

Biodiversity. (n.d.). Retrieved from http://www.wwf.org.au/our_work/saving_the_natural_world/what_is_biodiversity/

Carbon cycle. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Carbon_cycle&oldid=768176255

Causes of the loss of biodiversity. (n.d.). Retrieved from http://www.eniscuola.net/en/argomento/biodiversity1/loss-of-biodiversity/causes-of-the-loss-of-biodiversity/

Climate. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Climate&oldid=768115761

Ecosystem. (2016). Retrieved August 6, 2016, Retrieved from http://www.globalchange.umich.edu/globalchange1/current/lectures/kling/ecosystem/ecosystem.html

Ecosystem. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ecosystem&oldid=768029167

El Nino กำลังจากไป La Nina เข้ามาแทนที่-ไทยอาจมีฝนตกครึ่งหลังปี 2016. (2559). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaitribune.org/contents/detail/308?content_id=16878&rand=1452141127

Environmental protection. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Environmental_protection&oldid=767777821

GMO คืออะไร. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.เกร็ดความรู้.net/gmo/

Groundwater. (n.d.). Retrieved from http://www.groundwater.org/get-informed/basics/whatis.html

Intraspecific competition. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Intraspecific_competition&oldid=762897408

ISO 14000. (n.d.). Retrieved from https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html

Latitude & Climate Zones. (n.d.). The Environmental Literacy Council. Retrieved from https://enviroliteracy.org/air-climate-weather/climate/latitude-climate-zones/.

Limiting Factors. (n.d.). Retrieved from http://www.nhptv.org/natureworks/nwep12a.htm

Natural environment. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Natural_environment&oldid=768295135

Natural resource. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Natural_resource&oldid=765057788

Nutrient cycle. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nutrient_cycle&oldid=768436725

Ocean acidification. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ocean_acidification&oldid=767337988

Oxygen cycle. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Oxygen_cycle&oldid=768270155

Phosphorus. (2017a). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Phosphorus&oldid=766850386

Phosphorus. (2017b). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Phosphorus&oldid=771346486

Resource (biology). (2016). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Resource_(biology)&oldid=741071616

Rinkesh Kukreja. (n.d.). Overpopulation. Retrieved from http://www.conserve-energy-future.com/causes-effects-solutions-of-overpopulation.php

SIA. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Social_impact_assessment&oldid=768462163

Surface water. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Surface_water&oldid=768111073

Terrestrial ecosystem. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Terrestrial_ecosystem&oldid=767957593

Topography. (2017, February 15). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Topography&oldid=765632706

The Carbon Cycle. (n.d.). Retrieved from https://eo.ucar.edu/kids/green/cycles6.htm

The Editors of Encyclopædia Britannica, T. (2009, July 23). Oxygen cycle. Retrieved from https://global.britannica.com/science/oxygen-cycle

Topography. (2017). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Topography&oldid=765632706

Underground water. (2010). In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Underground_water&oldid=367395521

Vanclay, F. 2003. International Principles for Social Impact Assessment. Impact Assessment & Project Appraisal 21(1): 5-11

กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). มลพิษ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_envi.html

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi2/forest/forestn.htm

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). ทรัพยากรแร่ธาตุ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi2/subraae/raae.htm

กรมอนามัย. (ม.ป.ป.). มลพิษทางเสียง. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://advisor.anamai.moph.go.th/main.php?filename=env203

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). ปัญหาเกี่ยวกับอากาศ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/monpit-a/monpit-a.htm

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=19&chap=1&page=t19-1-infodetail02.html

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม. (2015, กรกฎาคม 16). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม&id=6071655

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านสังคมและการมีส่วนร่วมของประชาชน. (ม.ป.ป.). [Powerpoint slides]. เข้าถึงได้จาก: http://www.sut.ac.th/im/data/eia0605f.pdf

เกียรติขจร วัจนะสวัสดิ์. (2550). การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการดำเนินนโยบายของรัฐบาลด้านการบริการจัดหางาน. กรุงเทพฯ: กองแผนงานและสารสนเทศ กรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน

ความเป็นกรด-ด่างของดิน. (2554). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ilab.asia/print.aspx?content=00411

คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่. (2556ก). การหมุนเวียบธาตุอาหาร. *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.* มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่. (2556ข). ความสำคัญและประโยชน์ของดิน. *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.* มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่. (2556ค). แหล่งน้ำที่สำคัญของไทย. *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.* มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่. (2556ง). แร่ธาตุ. *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.* มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

คณาจารย์คณะมนุษยศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่. (2556จ). สารมลพิษ. *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.* มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

จีเอ็มโอ. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.thaibiotech.info/what-is-gmos.php
ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์. (2548). ทรัพยากรธรรมชาติ. *ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ: แม็ค, 2548
ดินเหนียว. (2016). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก:
https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=ดินเหนียว&id=6736825
ดินและการเกิดดิน. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://oss101.ldd.go.th/thaisoils_museum/survey_1/AboutSoils57.htm
ทรัพยากรน้ำ. (2016). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก:
https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=ทรัพยากรน้ำ&id=6737301
ทรัพยากรอากาศ. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/iopoikju/
thraphyakrthrrmchati-kar-chi-prayochn-payha-laea-kar-cadkar/thraphyakr-xakas
ธวัชชัย สันติสุข. (2549ก). ป่าไม้ของประเทศไทย. สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. บริษัท ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. (หน้า 120)
ธวัชชัย สันติสุข. (2549ข). ป่าไม้ของประเทศไทย. สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. บริษัท ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ. (หน้า 120)
ธวัชชัย สันติสุข และ ชวลิต นิยมธรรม. (2528). ป่าพรุในประเทศไทยกับผลกระทบจากการพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
บูรณาการ. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://202.44.34.144/kmit/knowledge_detail.php?IDKM=334
ปฏิกูล. (2015). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. จาก
https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=ปฏิกูล&id=6176311
ปรากฏการณ์โลกร้อน. (2560). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก:
https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=ปรากฏการณ์โลกร้อน&id=6811932
ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์. (2014). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก:
https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์&id=5454556
พงศธร คำใจหนัก. (2554ก). กระบวนการเกิดดิน. *เอกสารประกอบการสอนวิชาชีวิตกับสิ่งแวดล้อม*. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. (หน้า 62-63)
พงศธร คำใจหนัก. (2554ข). ทรัพยากรปากแม่น้ำและดินดอนสามเหลี่ยมากแม่น้ำ. *เอกสารประกอบการสอนวิชาชีวิตกับสิ่งแวดล้อม*. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง (หน้า 98-100)
พงศธร คำใจหนัก. (2554ค). ทรัพยากรน้ำ. *เอกสารประกอบการสอนวิชาชีวิตกับสิ่งแวดล้อม*. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง (หน้า 72-73)

พงศธร คำใจหนัก. (2554ง). มิติทางทรัพยากร. *เอกสารประกอบการสอนวิชาชีวิตกับสิ่งแวดล้อม*. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง (หน้า 20)

พงศธร คำใจหนัก. (2554จ). มิติสิ่งแวดล้อม. *เอกสารประกอบการสอนวิชาชีวิตกับสิ่งแวดล้อม*. มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. (หน้า 18-19)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming). (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.greentheearth.info

มนัส สุวรรณ. (2537ก). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 19(1), 44-49.

มนัส สุวรรณ. (2537ข). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 19(1), 44-49.

มนัส สุวรรณ. (2537ค). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 19(1), 44-49.

มนัส สุวรรณ. (2537ง). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 19(1), 44-49.

มนัส สุวรรณ. (2537จ). การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 19(1), 44-49.

มลภาวะทางเสียง. (2016, ตุลาคม 29). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/มลภาวะทางเสียง

มาตราฐาน ISO14000. (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.uttvc.ac.th/uttvc/wbi2553/iso140001.html

ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001). (ม.ป.ป.). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.cpl-consult.com/Management%20system/ISO14001.html

ระบบนิเวศป่าไม้. (2016, เมษายน 4). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=ระบบนิเวศป่าไม้&id=6413470

ระบบนิเวศ. (ม.ป.ป.). ระบบนิเวศ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://human.uru.ac.th/Major_online/SOC/02Ecosystem/Life_2.htm

ราตรี ภารา. (2538). ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์. วิวัฒนาการของแนวคิดทางการจัดการ.

วินัย วีระวัฒนานนท์. (2540). วิกฤติสิ่งแวดล้อมทางตันแห่งการพัฒนา. กรุงเทพฯ: เรือนแก้ว.

ศรยุทธ เทียนสี. (2559). ผลกระทบัยแล้ง. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaipost.net/?q=ผลกระทบภัยแล้ง

ศิริ ไชยช่อฟ้า. (2551). สิ่งแวดล้อม. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.gotoknow.org/posts/313991

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (ม.ป.ป.). หยาดน้ำฟ้า. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/precipitation

ศูนย์นิเทศอาชีวศึกษาภาคเหนือ. (2537). การอนุรักษ์ทรัพยากรดิน. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.yimwhan.com/board/show.php?user=anuraknu&topic=3&Cate=2

ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม. (2550). ทรัพยากรอากาศ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.environnet.in.th/evdb/info/air/index.html

สัตว์ป่าสงวน. (2016). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. จาก https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=สัตว์ป่าสงวน&id=6776740

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 17 โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (ม.ป.ป.). ปัญหาของเสีย. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=17&chap=3&page=t17-3-infodetail04.html

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 17 โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (ม.ป.ป.). ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ (Food chain). [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=17&chap=3&page=t17-3-infodetail04.html

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 19 โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (ม.ป.ป.). ความหมายของความหมายของการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=19&chap=1&page=t19-1-infodetail02.html

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 21 โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (ม.ป.ป.). ทรัพยากรน้ำ. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=21&chap=8&page=t21-8-infodetail09.html.

สุปราณี สิทธิไพโรจน์กุล, ยงยุทธ บัลลพ์วานิช และอาภาภรณ์ บุญยรัตนพันธุ์. (2552). เทคโนโลยีอวกาศ ระดับมัธยมศึกษา. ปทุมธานี: ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสังคม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ,. (หน้า 24-25)

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2542). ความสำคัญของพลังงาน. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www2.eppo.go.th/doc/doc-AlterFuel.html

สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน (ม.ป.ป.). น้ำในดิน. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://oss101.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_compo2.htm

สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. (2551). ประโยชน์และวิธีการอนุรักษ์สัตว์ป่า. [ระบบออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.vcharkarn.com/varticle/38870

แหล่งกำเนิดขยะ. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก: http://www.chaiwbi.com/0drem/web_children/2551/ms201/c_camp51/200.html

อุทิศ กิฎอินทร์. (2541). นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์. 563 น.

เอลนีโญ. (2017). *วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี*. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=พิเศษ:อ้างอิง&page=เอลนีโญ&id=6828037