

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาศักยภาพนักเรียนโดยการพึ่งพาอาศัยกันในระบบนิเวศที่ยั่งยืน” ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งสาระสำคัญตามลำดับดังนี้

- 1.การพัฒนาศักยภาพนักเรียน
- 2.ระบบนิเวศ (Ecosystem)
3. การพัฒนาที่ยั่งยืน
4. แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1.การพัฒนาศักยภาพนักเรียน

##### 1.1 ความหมายของการพัฒนา

ยุวัฒน์ วุฒิเมธี (2526 หน้า 1) กล่าวว่า การพัฒนา หมายถึง การทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพหนึ่งไปสู่อีกสภาพหนึ่งที่ดีกว่าเดิมอย่างเป็นระบบ หรือการทำให้ดีขึ้นกว่าสภาพเดิมที่เป็นอยู่อย่างเป็นระบบ

ปรกรณ์ ปรียากร (2538 หน้า 5) กล่าวว่า การพัฒนา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่ละเล็กละน้อย โดยผ่านลำดับขั้นตอนต่างๆ ไปสู่ระดับที่สามารถขยายตัวขึ้น เติบโตขึ้น มีการปรับปรุงให้ดีขึ้น และเหมาะสมกว่าเดิม หรืออาจก้าวหน้าไปถึงขั้นที่อุดมสมบูรณ์เป็นที่น่าพอใจ

สนธยา พลศรี (2547 หน้า 2) กล่าวว่า การพัฒนา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เกิดความเจริญเติบโตงอกงามและดีขึ้นจนเป็นที่พึงพอใจ

มนัส อุดม (2552) กล่าวว่า การพัฒนา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงจากสิ่งที่อยู่หรือความเคยชินเดิม สู่สิ่งใหม่ ซึ่งอาจจะดีกว่าเดิมหรือไม่ดีก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เหตุการณ์ ณ จุดเปลี่ยนแปลงในเวลานั้นๆ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2554 ได้อธิบายความหมายของคำว่า การพัฒนา ว่า หมายถึงการทำความเจริญ การเปลี่ยนแปลงในทางเจริญขึ้น การคลี่คลายไปในทางที่ดี

พสชนันท์ บุญช่วย และคณะ (2555 หน้า 17) กล่าวว่า การพัฒนา คือ การเปลี่ยนแปลงจากที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น เพื่อการเจริญเติบโต ความก้าวหน้า

นิพนธ์ ชัยวรมุขกุล (2564 online) กล่าวว่า การพัฒนา คือ การทำให้เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น  
เจริญขึ้น

## 1.2 ความหมายศักยภาพ

ธารพรพร สัตยารักษ์ (2548 หน้า 44) ได้ให้ความหมาย Competency หมายถึง กลุ่มของความรู้ ความสามารถ ทักษะ พฤติกรรม ทัศนคติ และค่านิยม ที่ส่งผลต่อการทำงานใดงานหนึ่งให้ประสบความสำเร็จ

รัชฎาภรณ์ โพธิ์จันทร์ (2548) กล่าวว่า ศักยภาพคือความชำนาญในด้านต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้บุคคลสามารถกระทำการหรือดเว้นกระทำการในกิจการใดๆ ให้ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ซึ่งความสามารถเหล่านี้ได้มาจากการเรียนรู้ประสบการณ์การฝึกฝน และการปฏิบัติเป็นนิสัย

สุกัญญา รัศมีธรรมชิ (2548 หน้า 17) ได้ให้ความหมาย Competency หมายถึง ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะส่วนบุคคล (Personal Characteristic or Attributes) ที่ทำให้บุคคลผู้นั้นทำงานใน ความรับผิดชอบของตนได้ดีกว่าผู้อื่น

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้ให้ความหมายของคำว่า ศักยภาพ หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ที่ผู้เรียนแสดงออกมาในด้านการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ วางแผนการแก้ไขปัญหา เป็น ความสามารถในการทำงาน ทั้งของตนเองหรือร่วมกันเป็นทีมได้ และถ้าผลงานที่เกิดขึ้นที่ยอมรับหรือบรรลุตาม เป้าหมายได้เป็นอย่างดี แสดงว่าผู้เรียนเป็นผู้ที่มีศักยภาพสูง และการจัดการเรียนรู้ที่ตรงตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้เรียนจะเกิดสมรรถนะสำคัญซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ศักยภาพของผู้เรียน 5 ประการ คือ

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษา ถ่ายทอดความคิด และทัศนะของตนเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์และเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ การตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา อุปสรรคต่างๆ และนำไปใช้ป้องกันและมีการตัดสินใจที่ถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลที่มีประสิทธิภาพ

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน จัดปัญหา รู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์และปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีและมีทักษะ กระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม เพื่อพัฒนาตนเองและสังคม

สุจิตรา ธนानันท์ (2552) กล่าวว่า ศักยภาพ (Competency) คือลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกของคนซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และคุณลักษณะเฉพาะ ของแต่ละบุคคล (Personal Attributes) ในพฤติกรรมที่แตกต่างกัน

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2554) ได้ให้ความหมายของคำว่า ศักยภาพ หมายถึง

- ภาวะแฝง, อำนาจหรือคุณสมบัติที่มีแฝงอยู่ในสิ่งต่างๆ อาจทำให้พัฒนาหรือให้ปรากฏเป็นสิ่งที่ประจักษ์ได้ เช่น เขามีศักยภาพในการทำงานสูง

- ค่านิยมธรรม ที่แสดงว่าคนนั้นหรือสิ่งนั้น มีพลังขับเคลื่อนในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพียงแต่ยังอยู่ภายในของคนนั้นหรือสิ่งนั้นๆ ซึ่งคาดเดาว่าคนๆนั้นหรือสิ่งนั้นๆ มีพลังขับเคลื่อนในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้อย่างแน่นอน เช่น เขามีศักยภาพที่จะเป็นนักกีฬาเบตองได้, น้ำป่าบนเขาแห่งนี้มีศักยภาพทำลายบ้านได้หลายหลัง เป็นต้น คล้ายคำว่า สามารถ

กฤติพงศ์ เดชสงเคราะห์ (2555) ได้กล่าวว่า ศักยภาพ หมายถึง ความสามารถในการพัฒนา ฝึกฝนให้กลายเป็นความสามารถให้ได้

พสนันท์ บุญช่วย และคณะ (2555 หน้า 18) กล่าวว่า ศักยภาพ เป็นความรู้ ความสามารถ ประสพการณ์ ที่ผู้เรียนแสดงออกมาในด้านการคิดวิเคราะห์ ความคิด สร้างสรรค์ วางแผนการแก้ไขปัญหา และความสามารถในการทำงาน การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ และทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นแห่งยุคที่โลกไร้พรมแดน

### 1.3 ความหมายการพัฒนาศักยภาพ

พสนันท์ บุญช่วยและคณะ (2555 หน้า 17) กล่าวว่า การพัฒนาศักยภาพ หมายถึง กระบวนการที่มุ่งจะเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน ความรู้ ความสามารถ ทักษะและทัศนคติของนักเรียนให้เป็นไปทางที่ดีขึ้น เพื่อให้นักเรียนที่ได้รับการพัฒนาแล้วนั้นปฏิบัติงานได้ผลตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ธิดา เมฆะทัตและคณะ (2562 หน้า 57) กล่าวว่า การพัฒนาศักยภาพ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือปริมาณความรู้สะสม คุณสมบัติ พลังด้านใน ที่แฝงอยู่ ให้มีการเจริญขึ้น ดีขึ้น และเปลี่ยนแปลงอย่างมีระบบอย่างถาวรอันเป็นผลมาจากการผ่านประสบการณ์ หรือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์

**สรุป การพัฒนาศักยภาพนักเรียน** หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือปริมาณความรู้สะสม ซึ่งทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี ทำให้คุณสมบัติพลังด้านในที่แฝงอยู่มีการเจริญได้ดีขึ้น และเปลี่ยนแปลงอย่างมีระบบอย่างถาวร อันเป็นผลมาจากการผ่านประสบการณ์หรือการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ ในการวิจัยครั้งนี้ พัฒนาศักยภาพนักเรียนในเรื่องการ

นำจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มาใช้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยการพึ่งพาอาศัยกันในระบบนิเวศที่ยั่งยืน

## 2.ระบบนิเวศ (Ecosystem)

### 2.1 ความหมายของระบบนิเวศ

ราตรี ภารา (2538) ระบบนิเวศหนึ่งๆ เป็นโครงสร้างที่เปิด มีความสามารถในการควบคุมตัวมันเอง ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต การที่กล่าวว่าเป็นระบบนิเวศ ระบบเปิด เพราะมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมีการแลกเปลี่ยนสารและพลังงาน ซึ่งระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด คือโลก เรียกว่า ชีวาลัย (Biosphere หรือ Ecosphere) ระบบเปิด หมายถึง การที่ต้องมีการนำเข้าของพลังงาน สาร แร่ธาตุ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเข้าไปในระบบ และขณะเดียวกันต้องมีการนำสิ่งเหล่านี้ออกจากระบบ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมภายนอก

โอดัม (Odum, 1963) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า “ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งที่ประกอบด้วยสังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ร่วมกัน

จากข้อความดังกล่าว ประกอบด้วยประเด็นสำคัญ 3 ประเด็น ดังนี้

1. หน่วยพื้นที่ หมายถึง ระบบนิเวศจะถูกจำกัดขอบเขตหรือขนาด ดังนั้นจะเล็กหรือใหญ่อย่างไรก็ได้ แต่ต้องให้มีอาณาบริเวณอย่างเด่นชัด เช่น สระน้ำ อ่างเก็บน้ำ ป่าไม้ ระบบเมือง ระบบชนบท
2. สังคมของสิ่งมีชีวิต หมายถึง องค์ประกอบหรือโครงสร้างทั้งหมดที่อยู่ภายในหน่วยพื้นที่หรือระบบนิเวศนั้นๆ อาจเป็นสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตหรือสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต และอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น ก็ได้
3. การทำหน้าที่ร่วมกันขององค์ประกอบ หมายถึง องค์ประกอบทั้งหลายในระบบนิเวศต่างก็มีบทบาทและหน้าที่ของตนเอง จึงสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่จะอยู่ร่วมกันกับสิ่งต่างๆ ได้ทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ สุดท้ายก็จะแสดงเอกลักษณ์ของระบบนั้นๆ เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลน ระบบนิเวศป่าดิบชื้น ระบบนิเวศทะเล เป็นต้น (เกษม จันทรแก้ว, 2540)

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ (2563 หน้า 3) ระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัย ณ ที่ใดที่หนึ่ง ความสัมพันธ์มี 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง โดยมีการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหารในบริเวณนั้นๆ สู่อสิ่งแวดล้อม

คัตคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ (2564,online) ระบบนิเวศ (Ecosystem) คือ การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งก่อให้เกิดความสัมพันธ์ต่อสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองและปฏิสัมพันธ์ต่อสิ่งแวดล้อม เกิดการถ่ายทอด

พลังงานและการหมุนเวียนของสสารจากธรรมชาติสู่สิ่งมีชีวิตต่างๆ

ชนัญชิตา สิมฉายา (2564,online) ระบบนิเวศเป็นหน่วยที่สำคัญที่สุดในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เพราะประกอบไปด้วยสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด มีการแลกเปลี่ยนสสาร แร่ธาตุ และพลังงานกับสิ่งแวดล้อม โดยผ่านห่วงโซ่อาหาร (food chain) มีลำดับของการกินเป็นทอด ๆ ทำให้สสารและแร่ธาตุมีการหมุนเวียนไปใช้ในระบบจนเกิดเป็นวัฏจักร ทำให้มีการถ่ายทอดพลังงานไปตามลำดับขั้นเป็นช่วงๆในห่วงโซ่อาหารได้ การจำแนกองค์ประกอบของระบบนิเวศ ส่วนใหญ่จะจำแนกได้เป็นสององค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ องค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564,online) ระบบนิเวศ (ecosystem) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

## 2.2 ประเภทของระบบนิเวศ

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ (2563 หน้า 5) ระบบนิเวศสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial biomes) ใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด ระบบนิเวศบนบกที่สำคัญ ได้แก่ ระบบนิเวศป่าดิบชื้น ระบบนิเวศป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น ระบบนิเวศทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น ระบบนิเวศสะวันนา ระบบนิเวศป่าสน ระบบนิเวศทะเลทราย ระบบนิเวศทุนดรา เช่น

ป่าดิบชื้น (Tropical rain forest) พบได้ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรของโลกในทวีปอเมริกากลาง ทวีปอเมริกา เอเชียตอนใต้ และบริเวณบางส่วนของหมู่เกาะแปซิฟิก ลักษณะของภูมิอากาศร้อนและชื้น มีฝนตกตลอดปีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 200 – 400 เซนติเมตรต่อปี ในป่าชนิดนี้พบพืชและสัตว์หลากหลายพันธุ์พืช เป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก

ป่าผลัดใบในเขตอบอุ่น (Temperate deciduous forest) พบกระจายทั่วไปในละติจูดกลาง ซึ่งมีปริมาณความชื้นเพียงพอที่ต้นไม้ใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดี โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 100 เซนติเมตรต่อปี และมีอากาศค่อนข้างเย็น ในป่าชนิดนี้และต้นไม้จะทิ้งใบหรือผลัดใบก่อนฤดูหนาวและจะเริ่มผลิใบอีกครั้งเมื่อฤดูหนาวผ่านพ้นไปแล้วต้นไม้ที่พบมีหลากหลายทั้งไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม รวมถึงไม้ล้มลุก

ป่าสน (Coniferous forest)

ป่าไทกา (Taiga) และป่าบอเรียล (Boreal) เป็นป่าประเภทเขี้ยวข่มตลอดปี พบได้ทางตอนใต้ของประเทศแคนาดา ทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ ทวีปเอเชียและยุโรป ในเขตละติจูดตั้งแต่ 45– 67 องศาเหนือ ลักษณะของภูมิอากาศมีฤดูหนาวค่อนข้างยาวนาน อากาศเย็นและแห้ง พืชเด่นที่พบได้แก่ พืชจำพวกสน เช่น ไพน์ (Pine) เฟอ (Fir) สปรูซ (Spruce) และเฮมล็อค เป็นต้น

ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (Temperate grassland) หรือที่รู้จักกันในชื่อทุ่งหญ้าแพรรี (Prairie) ในตอนกลาง

ของทวีปอเมริกาเหนือและทุ่งหญ้า สเตปส์ (Steppes) ของประเทศรัสเซีย สภาพภูมิอากาศมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 25-50 เซนติเมตรต่อปี ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นนี้เหมาะสำหรับการทำสิกรและปศุสัตว์ เพราะดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงมีหญ้านานาชนิดขึ้นอยู่ ส่วนใหญ่พบมีการทำเกษตรกรรมควบคู่ในพื้นที่นี้ด้วย

สะวันนา (Savanna) เป็นทุ่งหญ้าที่พบได้ในทวีปแอฟริกาและพบบ้างทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ลักษณะของภูมิอากาศร้อน พืชที่ขึ้นส่วนใหญ่เป็นหญ้าและมีต้นไม้กระเจาเป็นหย่อมๆ ในฤดูร้อนมักเกิดไฟป่า

ทะเลทราย (Desert) พบได้ทั่วไปในโลก ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 25 เซนติเมตรต่อปีทะเลทรายบางแห่งร้อนมากมีอุณหภูมิเหนือผิวดินสูงถึง 60 องศาเซลเซียสตลอดวัน บางวันบางแห่งมีอากาศค่อนข้างหนาวเย็นพืชที่พบในไบโอมทะเลทรายนี้มีการป้องกันการสูญเสียน้ำ โดยใบลดรูปเป็นหนาม ลำต้นอวบ เก็บสะสมน้ำได้ ทะเลทรายที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ ทะเลทรายซาฮารา(Sahara)ในทวีปแอฟริกา ทะเลทรายโกบี (Gobi) ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนและทะเลทรายโมฮาเว (Mojave) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

ทุนดรา (Tundra) เป็นเขตที่มีฤดูหนาวค่อนข้างยาวนาน ฤดูร้อนช่วงสั้น ๆ ลักษณะเด่นคือ ชั้นของดินที่อยู่ต่ำกว่าจากผิวดินชั้นบนลงไปจะจับตัวเป็นน้ำแข็งถาวร ทุนดราพบเพียงตอนเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ และยูเรเชีย พบพืชและสัตว์อาศัยอยู่น้อยชนิด ปริมาณฝนน้อยในฤดูร้อนช่วงสั้นๆ น้ำแข็งที่ผิวน้ำดินละลาย แต่เนื่องจากน้ำไม่สามารถซึมผ่านลงไปชั้นน้ำแข็งได้ในระยะสั้นๆ พืชที่พบจะเป็นพวกไม้ดอกและไม้พุ่ม นอกจากนี้ยังพบสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ เช่น ไลเคนด้วย

## 2. ระบบนิเวศในน้ำ

ระบบนิเวศในน้ำที่พบเป็นองค์ประกอบหลักในไบโอสเฟียร์ประกอบด้วย ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด (Freshwater biomes) และระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็ม (Marine Biomes) และพบกระจายอยู่ทั้งเขตภูมิศาสตร์ในโลกนี้

ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด (Freshwater biomes) โดยทั่วไปประกอบด้วยแหล่งน้ำนิ่งซึ่ง ได้แก่ ทะเลสาบ สระ หนอง หรือบึง กับแหล่งน้ำไหล ได้แก่ ธารน้ำไหลและแม่น้ำ เป็นต้น

ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็ม (Marine biomes) โดยทั่วไปประกอบด้วยแหล่งน้ำเค็ม ซึ่งได้แก่ ทะเล และมหาสมุทร ซึ่งพบได้ในปริมาณมากถึงร้อยละ 71 ของพื้นที่ผิวโลก และมีความลึกมากโดยเฉลี่ยถึง 3,750 เมตร ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็มจะแตกต่างจากน้ำจืดตรงที่มีน้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยกายภาพสำคัญ นอกจากนี้ยังพบช่วงรอยต่อของแหล่งน้ำจืดกับน้ำเค็มที่มาบรรจบกัน และเกิดเป็นแหล่งน้ำกร่อยซึ่งมักพบบริเวณปากแม่น้ำ

คัดค้านัฐ ชื่นวงศ์อรุณ (2564,online) ระบบนิเวศสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystem) คือ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตบนภาคพื้นดิน โดยมีปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและพืชพรรณเป็นหลักในการจำแนกระบบนิเวศต่างๆ เช่น ป่าดิบชื้น ทุ่งหญ้า

และทะเลทราย

ระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic Ecosystem) คือ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำต่างๆของโลก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระบบนิเวศน้ำจืด เช่น บึง ลำธารและทะเลสาบ ระบบนิเวศน้ำกร่อย เช่น ป่าชายเลน ระบบนิเวศน้ำเค็ม เช่น ทะเลลึก แนวปะการังและชายฝั่ง

ระบบนิเวศเมือง (Urban Ecosystem) คือ ระบบนิเวศที่ถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ เช่น เขตเมือง เขตพื้นที่อุตสาหกรรมและเขตพื้นที่การเกษตร

ชญชิตา สิมฉายา (2564,online)

1. ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystems) เป็นระบบนิเวศที่ปรากฏอยู่บนพื้นดินซึ่งแตกต่างกันไปโดยใช้ลักษณะเด่นของพืชเป็นหลักแบ่ง ซึ่งขึ้นกับปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ทำให้พืชพรรณต่างๆ แตกต่างกัน ระบบนิเวศบนบกนั้นพอแบ่งออกได้ดังนี้

1.1 ระบบนิเวศป่าไม้ (Forest Ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยป่าไม้สามารถแบ่งย่อยออกไปได้ดังนี้

1) ระบบนิเวศป่าไม้เขตร้อน ได้แก่ ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา เป็นต้น

2) ระบบนิเวศป่าไม้เขตอบอุ่น ได้แก่ ระบบนิเวศป่าผลัดใบเขตอบอุ่น ป่าเมดิเตอร์เรเนียน

3) ระบบนิเวศป่าไม้เขตหนาว ได้แก่ระบบนิเวศป่าสน

4) ระบบนิเวศป่าชายฝั่ง (ป่าชายเลน ป่าชายหาด ไซดหิน)

1.2 ระบบนิเวศทุ่งหญ้า (Grassland Ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่มีพืชตระกูลหญ้าเป็นพืชเด่นแบ่งได้ดังนี้

1) ระบบนิเวศทุ่งหญ้าเขตร้อน ได้แก่ ระบบนิเวศทุ่งหญ้าซาวันนา โดยมีทุ่งหญ้าที่กว้างใหญ่ที่สุดในโลกที่รู้จักกันในนามทุ่งหญ้าซาฟารี

2) ระบบนิเวศทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น ได้แก่ ระบบนิเวศทุ่งหญ้าแพรรี, ทุ่งหญ้าสเตปป์

3) ระบบนิเวศทุ่งหญ้าเขตหนาว ทุ่งหญ้าทุนดรา

1.3 ระบบนิเวศทะเลทราย (Desert Ecosystem) เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกน้อยกว่าปริมาณการระเหยน้ำ แต่บางพื้นที่อาจมีฝนตกบ้างเล็กน้อยก็จะมีหญ้าเขตแห้งแล้งงอกงามได้ ได้แก่

1) ระบบนิเวศทะเลทรายเขตร้อน ทะเลทรายเขตอบอุ่น

2) ระบบนิเวศทุ่งหญ้างึ่งทะเลทรายเขตร้อน ทุ่งหญ้างึ่งทะเลทรายเขตร้อน

2. ระบบนิเวศทางน้ำ (Aquatic Ecosystems) เป็นระบบนิเวศในแหล่งน้ำต่างๆ ของโลก ซึ่งโครงสร้างหลัก คือ น้ำนั่นเอง แบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ระบบนิเวศน้ำจืด (Fresh water Ecosystem) เป็นระบบที่น้ำเป็นน้ำจืด อาจแบ่งย่อยเป็น

- 1) ระบบนิเวศน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง ทะเลสาบน้ำจืด เป็นต้น
- 2) ระบบนิเวศน้ำไหล เช่น ลำธาร ห้วย แม่น้ำ เป็นต้น

2.2 ระบบนิเวศน้ำกร่อย (Estuarine Ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่เกิดขึ้นตรงรอยต่อระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็ม มักเป็นบริเวณที่เป็นปากแม่น้ำต่างๆ จะมีตะกอนมากจึงมีป่าไม้กลุ่มป่าชายเลนขึ้นจึงเรียกว่าระบบนิเวศป่าชายเลน แต่บางพื้นที่อาจเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น ทะเลสาบชลาตันกลางก็จะมีลักษณะเป็นทะเลสาบน้ำกร่อยมีพืชน้ำสลัดกับป่าโกงกาง

2.3 ระบบนิเวศน้ำเค็ม (Marine Ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่มีน้ำเป็นน้ำเค็ม โดยปกติจะมีความเค็มประมาณพันละ 35 มีทั้งที่เป็นทะเลเปิดและทะเลปิด เนื่องจากเป็นห้วงน้ำขนาดใหญ่ จึงนิยมแบ่งออกเป็นระบบนิเวศย่อยตามความลึกของน้ำอีกด้วย คือ

1) ระบบนิเวศชายฝั่ง (Coastal Ecosystem) เป็นบริเวณที่ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงสิ่งมีชีวิตต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำดังกล่าว มีระบบย่อย 2 ประเภท คือระบบนิเวศหาดหินชายฝั่ง และ ระบบนิเวศชายหาด

2) ระบบนิเวศน้ำตื้น เป็นระบบนิเวศที่นับจากระบบนิเวศชายฝั่งลงไปจนถึงน้ำลึก 200 เมตร

3) ระบบนิเวศทะเลลึก เป็นระบบนิเวศที่นับต่อเนื่องจากความลึก 20 เมตร ลงไปถึงท้องทะเลส่วนนี้มักเป็นบริเวณที่แสงแดดส่องลงไปไม่ถึง ดังนั้นจึงขาดแคลนผู้ผลิตของระบบ สัตว์น้ำต่าง ๆ จึงมีจำนวนน้อยและใช้ชีวิตโดยรอซากสิ่งมีชีวิตอื่นที่ตายจากด้านบนแล้ว

### 2.3 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบนิเวศ

เกษม จันทรแก้ว (2540) กล่าวว่า แม้ว่าระบบนิเวศบนโลกจะมีความหลากหลาย แต่องค์ประกอบภายในระบบนิเวศแต่ละชนิดจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Components) จำแนกได้เป็น 3 ส่วน คือ

1.1 อนินทรีย์สาร (Inorganic Substance) เช่น คาร์บอน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน น้ำ ฟอสฟอรัส ออกซิเจน ฯลฯ

1.2 อินทรีย์สาร (Organic Substance) เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ฮิวมัส ฯลฯ

1.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment) เช่น ความชื้น อุณหภูมิ แสง อากาศ ความเป็นกรด-ด่าง ฯลฯ

2. องค์ประกอบที่มีชีวิต (Biotic Components) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตทุกชนิด จำแนกตามบทบาทหน้าที่ได้ 3 ชนิด



2.1 ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ได้แก่ พืชสีเขียว แพลงตอนพืช แบคทีเรียบางชนิด ฯลฯ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีรงควัตถุสีเขียว คือ คลอโรฟิลล์ เพื่อรับพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตขึ้น ดังสมการ

แสง



ผู้ผลิต จัดว่ามีความสำคัญมาก เพราะเป็นส่วนที่เริ่มต้นเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต และส่วนประกอบที่มีชีวิตอื่นๆ ในระบบนิเวศ โดยการสร้างและสะสมอาหารขึ้นมาจากแร่ธาตุและสารประกอบโมเลกุลเล็ก รวมทั้งพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตพวกอื่นๆ ในระบบนิเวศไม่สามารถใช้สิ่งเหล่านี้ได้โดยตรงในการเจริญเติบโต

2.2 ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ แต่ได้รับอาหารจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่น สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้บริโภค คือ พวกสัตว์ต่างๆ จำแนกเป็น 3 ชนิดตามลำดับขั้นการบริโภค คือ

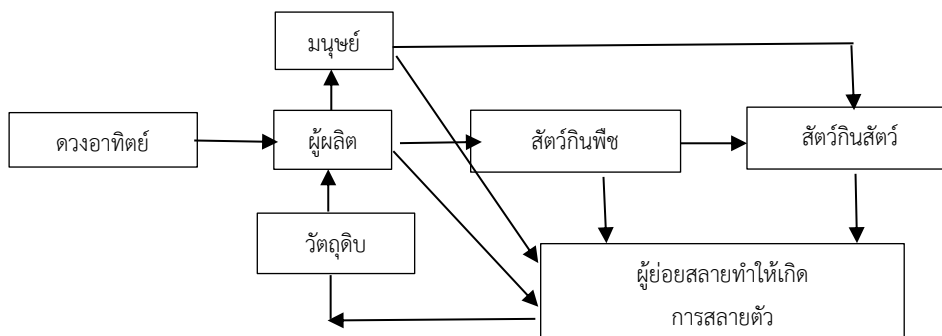
2.2.1 ผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร เรียกว่า ผู้บริโภคพืช (Herbivores) ได้แก่ กระจง ตั๊กแตน วัว ควาย ช้าง ม้า ปลาที่กินพืชเล็กๆ ฯลฯ

2.2.2 ผู้บริโภคทุติยภูมิ (Secondary Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์ด้วยกันเป็นอาหาร (Carnivores) เช่น งู เสือ นกฮูก นกเค้าแมว จระเข้ ฯลฯ

2.2.3 ผู้บริโภคตติยภูมิ (Tertiary Consumer) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (Omnivore) เช่น คน หมู สุนัข ฯลฯ

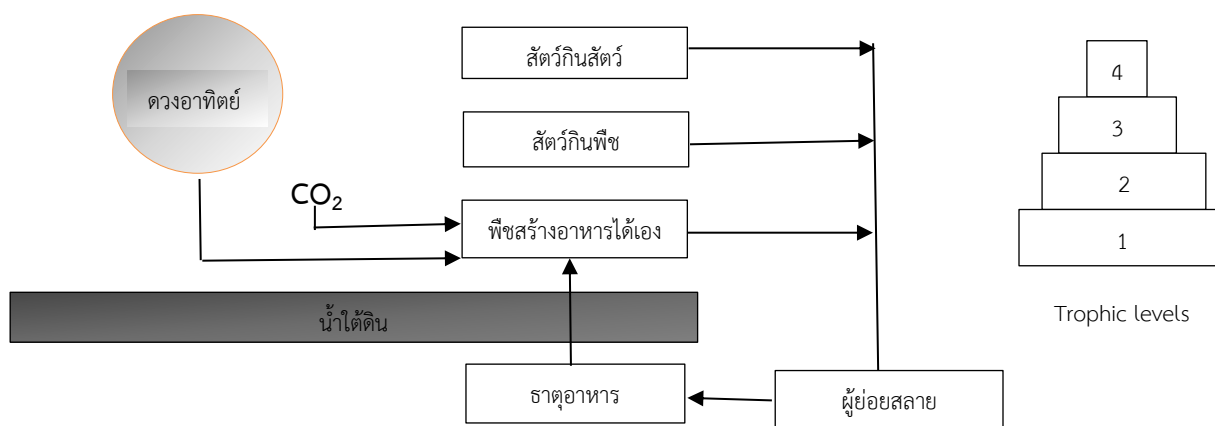
นอกจากนี้ยังอาจมีผู้บริโภคอันดับต่อไปได้อีกตามลำดับขั้นของการบริโภค ผู้บริโภคขั้นสุดท้ายเรียก ผู้บริโภคขั้นสูงสุด (Top Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระดับขั้นการกินสูงสุดซึ่งก็คือสัตว์ที่ไม่ถูกกินโดยสัตว์อื่นๆ ต่อไปเป็นสัตว์ที่อยู่ในอันดับสุดท้ายของการถูกกินเป็นอาหารเช่น มนุษย์ เป็นต้น

2.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ แต่จะได้อาหารโดยการสร้างเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิต ของเสีย กากอาหาร ให้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลงแล้วจึงดูดซึมไปใช้บางส่วน ส่วนที่เหลือจะปล่อยออกสู่ระบบนิเวศ ซึ่งผู้ผลิตสามารถนำไปใช้สร้างอาหารต่อไป สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายส่วนใหญ่ ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ด รา สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญอย่างมากในระบบนิเวศ เพราะทำให้เกิดการหมุนเวียนของสาร



ภาพ 2 แผนภูมิแสดงวัฏจักรของระบบนิเวศ

องค์ประกอบทั้งส่วนที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิตและสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนที่เป็นโครงสร้างและส่วนที่เป็นหน้าที่ ได้แก่ กิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลง การเจริญเติบโตของระบบนิเวศ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร ในขณะที่มีการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร พลังงานจะลดลงไปตามลำดับขั้นของการกิน (Trophic Level) ที่สูงขึ้น โดยประมาณแล้วจะลดลงร้อยละ 90 ทุกๆ ครั้งที่เปลี่ยนลำดับขั้นของการกินเหลือพลังงานเพียงร้อยละ 10 เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่จะเปลี่ยนรูปและปล่อยออกมาในรูปของความร้อน แต่สารอาหารยังคงมีอยู่เท่าเดิมและในที่สุดก็ถูกย่อยสลายให้เป็นสารประกอบโครงสร้างง่ายๆ เพื่อเป็นธาตุอาหารของผู้ผลิตต่อไป



ภาพ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับขั้นการกิน (Trophic Level)

ชนัญชิตา สิมายา (2564,online) การจำแนกองค์ประกอบของระบบนิเวศแยกตามหน้าที่ในระบบ ได้แก่พวกที่สร้างอาหารตัวเอง (autotroph) และสิ่งมีชีวิตได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น (heterotroph) อย่างไรก็ตามการจำแนกองค์ประกอบของระบบนิเวศโดยทั่วไป มักประกอบไปด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic) และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic)

### 1. องค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic component) ได้แก่

1.1 ผู้ผลิต (producer or autotrophic) ได้แก่สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองได้ จากสารอนินทรีย์ ส่วนมากจะเป็นพืชที่มีคลอโรฟิลล์

1.2 ผู้บริโภค (consumer) ได้แก่สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (heterotroph) ส่วนใหญ่เป็นสัตว์ที่กินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เนื่องจากสัตว์เหล่านี้มีขนาดใหญ่จึงเรียกว่า แมโครคอนซิวเมอร์ (macroconsumer)

1.3 ผู้ย่อยสลายซาก (decomposer, saprotroph, osmotroph หรือ microconsumer) ได้แก่สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สร้างอาหารเองไม่ได้ เช่น แบคทีเรีย เห็ด รา (fungi) และแอกทิโนมัยซีท (actinomycete) ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วในรูปของสารประกอบโมเลกุลใหญ่ให้กลายเป็นสารประกอบโมเลกุลเล็กในรูปของสารอาหาร (nutrients) เพื่อให้ผู้ผลิตนำไปใช้ได้ใหม่อีก

### 2. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต (abiotic component) ได้แก่

2.1 สารอนินทรีย์ (inorganic substances) ประกอบด้วยแร่ธาตุและสารอนินทรีย์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น คาร์บอน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นต้น สารเหล่านี้มีการหมุนเวียนใช้ในระบบนิเวศ เรียกว่า วัฏจักรของสารเคมีธรณีชีวะ (biogeochemical cycle)

2.2 สารอินทรีย์ (organic compound) ได้แก่สารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อชีวิต เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และซากสิ่งมีชีวิตเน่าเปื่อยทับถมกันบนดิน (humus) เป็นต้น

2.3 สภาพภูมิอากาศ (climate regime) ได้แก่ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น อากาศ และพื้นผิวที่อยู่อาศัย (substrate) ซึ่งรวมเรียกว่า ปัจจัยจำกัด (limiting factors)

กระบวนการหลักสองอย่างของระบบนิเวศคือ การไหลของพลังงานและการหมุนเวียนของสารเคมี การไหลของพลังงาน (energy flow) เป็นการส่งผ่านของพลังงานในองค์ประกอบของระบบนิเวศ ส่วนการหมุนเวียนสารเคมี (chemical cycling) เป็นการใช้ประโยชน์และนำกลับมาใช้ใหม่ของแร่ธาตุภายในระบบนิเวศ อาทิเช่น คาร์บอน และไนโตรเจน

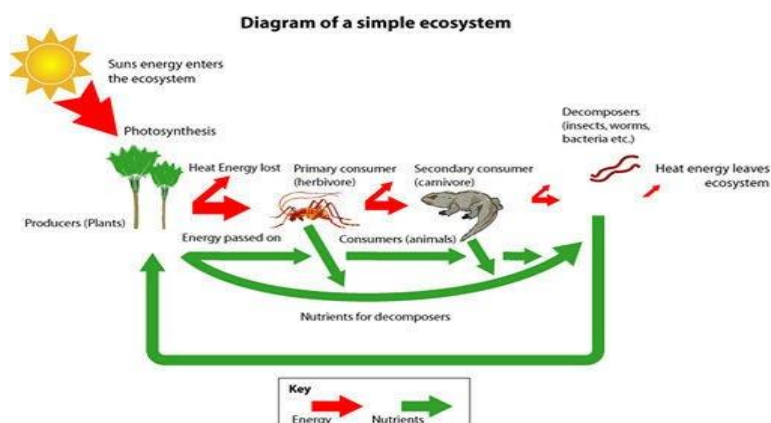
พลังงานที่ส่งมาถึงระบบนิเวศทั้งหลายอยู่ในรูปของแสงอาทิตย์ พืชและผู้ผลิตอื่นๆจะทำการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของอาหารที่ให้พลังงานเช่นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรต พลังงานจะไหลต่อไปยังสัตว์โดยการกินพืช และผู้ผลิตอื่นๆ ผู้ย่อยสลายสารที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรียและฟังไจ (fungi) ในดินโดยได้รับ

พลังงานจากการย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์รวมทั้งสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่ตายลงไป ในการใช้พลังงานเคมีเพื่อทำงาน สิ่งมีชีวิตจะปล่อยพลังงานความร้อนไปสู่บริเวณรอบๆ ตัว ดังนั้นพลังงานความร้อนนี้จึงไม่หมุนกลับมาในระบบนิเวศได้อีก ในทางกลับกันการไหลของพลังงานผ่านระบบนิเวศ สารเคมีต่างๆ สามารถนำกลับมาใช้ได้อีกครั้งระหว่าง สังคมของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต พืชและผู้ผลิตล้วนต้องการธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน และแร่ธาตุอื่นๆ ในรูปของอินทรีย์สารจากอากาศ และดิน

การสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ได้รวมเอาธาตุเหล่านี้เข้าไปในสารประกอบอินทรีย์ อาทิเช่น คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน สัตว์ต่างๆ ได้รับธาตุเหล่านี้โดยการกินสารอินทรีย์ เมแทบอลิซึม (metabolism) ของทุกชีวิตเปลี่ยนสารเคมีบางส่วนกลับไปเป็นสารไม่มีชีวิตในสิ่งแวดล้อมในรูปของสารอนินทรีย์ การหายใจระดับเซลล์ (respiration) เป็นการทำให้โมเลกุลของอินทรีย์สารแตกสลายออกเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ การหมุนเวียนของสารสำเร็จลงได้ด้วยจุลินทรีย์ที่ย่อยอินทรีย์สารที่ตายลงและของเสียเช่นอุจจาระ และเศษใบไม้ ผู้ย่อยสลายเหล่านี้จะกักเก็บเอาธาตุต่างๆ ไว้ในดิน ในน้ำ และในอากาศ ในรูปของสารอนินทรีย์ ซึ่งพืชและผู้ผลิตสามารถนำมาสร้างเป็นสารอินทรีย์ได้อีกครั้ง หมุนเวียนกันไปเป็นวัฏจักร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ((2564,online) ระบบนิเวศมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1. องค์ประกอบทางชีวภาพ(biological component) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เช่น พืช สัตว์ มนุษย์ เห็ด รา จุลินทรีย์ เป็นต้น
2. องค์ประกอบทางกายภาพ(physical component) ได้แก่ สิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ เช่น ดิน น้ำ แสง อุณหภูมิ เป็นต้น



ภาพ 4 องค์ประกอบทางกายภาพ

โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (trophic levels) คือ

1. ผู้ผลิต(producer) ได้แก่พืช สาหร่าย โปรโตซัว เช่น ยูกลีนา หรือแบคทีเรียบางชนิด โดยมีบทบาทในการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มากระตุ้นสารอินทรีย์บางชนิดให้อยู่ในรูปของสารอาหาร
2. ผู้บริโภค(consumer) ได้แก่ สัตว์ที่ดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยการกินสิ่งมีชีวิตอื่น ได้แก่
  - ผู้บริโภคพืช (herbivore หรือ primary consumer) เช่น ช้าง ม้า โค กระบือ กระจ่าง เป็นต้น
  - ผู้บริโภคสัตว์ (carnivore หรือ secondary consumer) เช่น เสือ สิงโต เหยี่ยว งู เป็นต้น
  - ผู้บริโภคทั้งสัตว์ทั้งพืช (omnivore) เช่น คน ไก่ ลิง เป็นต้น
3. ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์(decomposer) ได้แก่ เห็ด รา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ต่างๆ ที่สามารถย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ หรือสารอินทรีย์ ให้เป็นสารอินทรีย์พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) ในระบบนิเวศหนึ่งๆ นั้น จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1. องค์ประกอบที่มีชีวิต ซึ่งแบ่งย่อยออกไปตามหน้าที่ได้ดังนี้
  - 1.1 ผู้ผลิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตัวเองจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพราะมีสารสีเขียว ที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ ซึ่งได้แก่ พืชสีเขียวทุกชนิด และแบคทีเรียบางชนิด รวมทั้งสิ้นประมาณ 300,000 ชนิด พืชเหล่านี้สร้างอาหารโดยอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ และอนินทรีย์สาร เช่น ได้เกลือแร่จากดินและน้ำ ดึงคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศและน้ำ เพื่อนำไปสร้างอาหารประเภทแป้งและน้ำตาล ธาตุอาหารที่สร้างขึ้นนี้ จะประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ ในต้น ใบ ดอก ผลของพืช ที่นอกจากพืชสีเขียวแล้ว ไม่มีสัตว์ชนิดใด จะสามารถสร้างเนื้อเยื่อจากการสังเคราะห์แสงได้ ดังนั้น พืชสีเขียวจึงเป็นผู้ผลิตอาหารของโลก
  - 1.2 ผู้บริโภค เป็นสิ่งมีชีวิตที่ตัวมันเองไม่สามารถสร้างอาหารได้ ต้องอาศัยการกินพืชและสัตว์อื่นๆ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท
    - 1.2.1 ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร ผู้บริโภคประเภทนี้ เป็นผู้บริโภคระดับแรก ที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น วัว ควาย กวาง ช้าง ม้า ซึ่งผู้บริโภคในระดับนี้ สามารถเปลี่ยนเนื้อเยื่อของพืชมาเป็นเนื้อเยื่อของสัตว์ได้
    - 1.2.2 ผู้บริโภคที่กินสัตว์เป็นอาหาร เช่น เสือ สิงโต หมาป่า เหยี่ยว งู จระเข้ ปลาฉลาม ปลาช่อน นกกระยาง ฯลฯ ผู้บริโภคประเภทนี้ จะมีรูปร่างใหญ่ และแข็งแรง กว่าพวกสัตว์กินพืช มีระบบประสาท และกล้ามเนื้อ เพื่อใช้ในการล่าเหยื่อ
    - 1.2.3 ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น หมา แมว หนู ไก่ มนุษย์ ฯลฯ
  - 1.3 ผู้ย่อยสลาย เป็นพวกที่ปรุงอาหารเองไม่ได้ ต้องอาศัยซากของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นอาหาร ได้แก่ จุลินทรีย์ต่างๆ ส่วนใหญ่ ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ด รา ยีสต์ ฟังไจ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ เหล่านี้ จะทำการย่อยสลายซากชีวิตต่างๆ โดยการขับเอนไซม์ออกมาย่อยสลาย จนอยู่ในรูปของสารละลาย แล้วจากนั้น ก็ดูดซับเข้าไปในลำตัวของ

มันต่อไป การย่อยสลายในระดับดังกล่าว ได้ก่อให้เกิดสารประกอบในรูปของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งกลุ่มผู้ย่อยสลายจะทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์เหล่านี้ ให้เป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพื่อให้พืชสีเขียวดึงไปใช้สร้างธาตุอาหารต่อไปใหม่

## 2. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตซึ่งประกอบด้วย

2.1 อนินทรีย์สาร ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน น้ำ ไฮโดรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ

2.2.อนินทรีย์สาร ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ฯลฯ ซึ่งพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทั้งหลาย ทำการสังเคราะห์ขึ้นมาจากสารอนินทรีย์

## 2.3 ภูมิอากาศ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น น้ำฝน

เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของระบบนิเวศแล้ว จะเห็นว่า องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต จะทำหน้าที่เป็นสิ่งแวดล้อมขององค์ประกอบที่มีชีวิต นั่นคือ เป็นผู้เกื้อหนุนพลังงานและสารให้กับสิ่งมีชีวิต และทำหน้าที่เป็นผู้รองรับ และดูดซับผลผลิตจากสิ่งมีชีวิตทั้งหมด ซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนพลังงาน และสาร ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ในขณะที่สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ทั้งนี้โดยมีผู้ย่อยสลายเป็นตัวสำคัญที่สุดในการเชื่อมโยงสิ่งมีชีวิต ให้หมุนเวียนเป็นวัฏจักรอยู่ในระบบนิเวศ

## 2.4 ปัจจัยที่เป็นสิ่งกำหนดลักษณะของระบบนิเวศ

เกษม จันทรแก้ว (2540) กล่าวว่า พืชและสัตว์ในแต่ละระบบนิเวศย่อมเกิดขึ้น หรืออาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้นจึงมีปัจจัยหลายประการที่เป็นสิ่งกำหนดลักษณะของระบบนิเวศ ปัจจัยสำคัญได้แก่

1. อุณหภูมิ เป็นเครื่องกำหนดชนิดของพืชและสัตว์ว่ามีชนิดใดอยู่บ้าง เนื่องจากอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในน้ำ การเปลี่ยนแปลงรูปพรรณสัณฐานและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต การอพยพของสัตว์ การแพร่กระจายของพืชและสัตว์ในพื้นที่ต่างๆ และควบคุมชนิดของไข่ และอัตราส่วนเพศในสัตว์บางชนิด

2. น้ำและความชื้น พืชและสัตว์ มีการถ่ายเทไอน้ำให้กับอากาศอยู่เสมอ บริเวณที่อากาศมีความชื้นต่ำ ร่างกายจะมีการถ่ายเทน้ำให้กับอากาศมากขึ้น ส่วนพืชจะมีการถ่ายเทน้ำให้กับอากาศอยู่เสมอ ระบบนิเวศที่มีความชื้นมากมักจะมี

พืชและสัตว์อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้มีโอกาสประสานสัมพันธ์ในการถ่ายเทวัตถุดิบและพลังงานให้แก่กันได้มากขึ้น

3. แสงสว่าง มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่เป็นแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เพราะทำให้การถ่ายเทวัตถุดิบต่างๆ อิทธิพลของแสงสว่างที่มีต่อสิ่งมีชีวิต เช่น คุณภาพ

แสงมีผลต่อการงอกของเมล็ด ช่วงแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของพืชหลายชนิด ความเข้มแสงมีผลต่อการสังเคราะห์แสง

4. ดิน เป็นที่รวมของธาตุอาหารต่างๆ เช่น แคลเซียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และยังเป็นแหล่งปุ๋ยธรรมชาติ คือ เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงก็จะถูกย่อยสลายกลายเป็นฮิวมัสเพิ่มความอุดมสมบูรณ์แก่ดิน ดินที่มีลักษณะความสมบูรณ์หรือมีธาตุอาหารแตกต่างกันย่อมมีผลต่อพืชและสัตว์ที่อาศัยดินนั้น ดำรงชีวิตอยู่ ในแง่ของชนิด จำนวนการแพร่กระจาย การเจริญเติบโต เช่น บริเวณดินเค็ม ก็จะมีพืชพวกทนเค็มขึ้นอยู่

5. ไฟป่า มีทั้งผลดีและผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต ผลเสีย คือ เป็นอันตรายโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิต ทำลายแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัย สร้างผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ดิน น้ำ อันจะส่งผลถึงการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ส่วนผลดี ของไฟป่า คือ ช่วยเพิ่มธาตุอาหารบางชนิดให้พืชช่วยเร่งการงอกของเมล็ดพืชบางชนิด

6. มลภาวะ เป็นปัจจัยที่เข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงหรือกำหนดลักษณะของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ การเกิดมลภาวะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่

7. การแย่งชิง เป็นการแย่งชิงกันระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกัน เนื่องจากมีความต้องการปัจจัยพื้นฐานเหมือนกัน แต่มีจำนวนจำกัด หรือมีไม่เพียงพอที่จะทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้เป็นปกติ ทำให้เกิดการแย่งชิงน้ำ อาหาร แสงสว่าง ที่อยู่อาศัย เช่น การที่พืชสองชนิดขึ้นอยู่ใกล้เคียงกันจะแย่งแย่งกันครอบครองพื้นที่ ทำให้ทั้งสองฝ่ายไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร บางครั้งฝ่ายที่อ่อนแอกว่าจะถูกแย่งแย่งจนตายไป

8. การกินซึ่งกันและกัน เป็นลักษณะที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ เป็นอาหารมีผลต่อการควบคุมจำนวนของสัตว์ในแต่ละระบบนิเวศเพื่อให้เกิดความสมดุล ระบบนิเวศที่ขาดความสมดุลในเรื่องการกินซึ่งกันและกันมีผลทำให้เกิดปัญหา เช่น ไรข้าวโพดมีตั๊กแตนมากิน และทำลายข้าวโพดเสียหาย ถ้าไม่มีสัตว์อื่นมากิน ตั๊กแตนก็จะทำให้ตั๊กแตนแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว เกิดเสียสมดุลทางธรรมชาติ

9. ความเป็นกรดเป็นด่าง มีความสำคัญต่อกระบวนการหายใจและระบบการทำงานของเอนไซม์ภายในร่างกาย ซึ่งเป็นตัวการที่สำคัญมากเพราะตัวความเป็นกรดหรือด่างเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยก็อาจเป็นอันตรายได้ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย

พรวิภาห์ กีก้อง (2564,online) สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความต้องการพื้นฐานในการดำรงชีวิตที่แตกต่างกันออกไป แต่สิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเพื่อความอยู่รอด ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท

#### 1. ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factors) ได้แก่

1.1 อุณหภูมิ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะสามารถดำรงชีวิตได้ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมกับตัวมันเองโดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำซึ่งเป็นสัตว์เลือดเย็นไม่สามารถปรับอุณหภูมิได้ จึงไม่สามารถทนทาน

ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้เท่ากับสัตว์เลือดอุ่นที่อาศัยอยู่บนบก ดังนั้น อุณหภูมิ จึงเป็นปัจจัยจำกัดของ สัตว์น้ำมากกว่าสัตว์บก นอกจากนี้อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตหลายประการ เช่น

- การเปลี่ยนแปลงขนาดโครงสร้าง หรือรูปร่าง เช่น สัตว์ในเขตหนาวจะมีขนาดใหญ่กว่าสัตว์ในเขตร้อน เพื่อลดพื้นที่ผิวในการสูญเสียความร้อนหรือสัตว์ในเขตหนาวจะขนยาวกว่าสัตว์ในเขตร้อน เพื่อสร้างความอบอุ่นต่อร่างกาย หรือปลาในน้ำไหลเชี่ยวจะมีลำตัวยาวลีน ไม่มีเกล็ด เพื่อให้ต้านการไหลของน้ำ เป็นต้น

- การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เช่น กบจำศีลในหน้าร้อน กระรอกบินจะอยู่ในรูตลอดฤดูหนาว หอยโข่งจะขุดรูในหน้าร้อน จะออกหากินเมื่อฝนตก สัตว์ในทะเลทรายจะออกหากินในเวลากลางคืน เพื่อหนีความร้อนในเวลากลางวัน เป็นต้น

- การเปลี่ยนแปลงโดยการอพยพย้ายถิ่น เพื่อไปอาศัยที่อื่นชั่วคราว เช่น การอพยพของนกปากห่างจากประเทศอินเดียมาที่วัดไผ่ล้อมจังหวัดปทุมธานี เพื่อมาผสมพันธุ์ในเขตที่มีอากาศอบอุ่นกว่า เมื่อผสมพันธุ์แล้วจะกลับถิ่นเดิม

- อุณหภูมิที่มีผลต่อการขยายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต เช่น เงามะม่วง มังคุด กล้วยไม้ เจริญได้ดีในเขตอากาศร้อนชื้น สตรอเบอร์รี่ แอปเปิ้ล สาลี่ แคนตาลูป เจริญได้ดีในเขตอากาศหนาว เป็นต้น

1.2 น้ำและความชื้น น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต เพราะทั้งพืชและสัตว์จะมีการถ่ายน้ำอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นสิ่งมีชีวิตบางชนิดจะปรับเปลี่ยนโครงสร้างและสรีระเพื่อให้มีชีวิตรอดได้ เช่น ต้นตะบองเพชรจะเปลี่ยนไปเป็นหนามเพื่อลดการสูญเสียน้ำ สัตว์เลื้อยคลานจะมีเกล็ดหนา เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำจากร่างกาย เป็นต้น

1.3 แสง มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต พืชต้องใช้แสงในกระบวนการสังเคราะห์แสง มนุษย์และสัตว์ต้องการแสงเพื่อความอบอุ่น การมองเห็น และพฤติกรรมต่างๆ แสงเป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดการหมุนเวียนของอาหารและแร่ธาตุในระบบนิเวศ เป็นต้น แสงมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของพืช การหุบบานของดอก การออกดอกพืชบางชนิด เช่น เบญจมาศ ต้องการแสงน้อยกว่า 12 ชั่วโมง ส่วนพืชพวกมันฝรั่ง มะเขือเทศ หัวผักกาดแดง ต้องการแสงมากกว่า 12 ชั่วโมง

1.4 ที่อยู่อาศัย สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะชอบที่อยู่อาศัยแตกต่างกันไป เช่น บางชนิดชอบอยู่ตามโคลน ตามดิน ในป่า ในต้นไม้ อยู่ในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เป็นต้น ถ้าที่อยู่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดหยุดการเจริญเติบโต

เช่น หอยนางรมจะเจริญเติบโตได้เฉพาะในพื้นที่ที่เรียบ

1.5 ธาตุอาหาร มีแร่ธาตุหลายชนิดมีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม เป็นต้น ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้พืชต้องการมาก ธาตุบางชนิดพืชต้องการน้อยแต่ก็ขาดไม่ได้ เพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต



2. ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological factors) หมายถึง ปัจจัยที่เป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยมนุษย์ สัตว์ พืช ที่อาศัยอยู่ในบริเวณต่างๆ ของพื้นผิวโลก ปริมาณของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศจะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันทั้งในแง่สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน ตลอดจนปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ก็มีอิทธิพลต่อการกำหนดชนิด ปริมาณ และการพัฒนาของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ ด้วย

## 2.5 ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

คัตคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ (2564,online) การอาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศต่างมีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและเกิดการปรับตัวร่วมกัน นอกเหนือไปจากความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ทั้งที่อาศัยอยู่ร่วมกันเป็นฝูงและดำรงชีวิตอยู่อย่างโดดเดี่ยวลำพัง ในระบบนิเวศยังมีการปฏิสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องอีกหลากหลายรูปแบบเกิดขึ้น เมื่อมีสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอาศัยอยู่ร่วมกันในพื้นที่ซึ่งมีอาณาบริเวณอันจำกัด มีปริมาณอาหาร น้ำดื่มและปัจจัยที่จำเป็นอีกมากมาย ซึ่งไม่สามารถรองรับและตอบสนองต่อความต้องการของทุกชีวิต

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิด (Interspecific interactions) หมายถึง ความเกี่ยวข้องหรือสายสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการอาศัยอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดในระบบนิเวศ โดยก่อให้เกิดทั้งภาวะของการพึ่งพาอาศัยกันและกัน การแก่งแย่งแข่งขัน หรือแม้แต่การเบียดเบียนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเพื่อความอยู่รอด ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้ สามารถจำแนกออกเป็น 6 ประเภท โดยส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น เป็นประโยชน์ต่อกัน (+) เป็นโทษหรือภัยคุกคาม (-) และการไม่ได้รับผลกระทบและผลประโยชน์ใด ๆ (0) ดังนี้

ภาวะพึ่งพาอาศัยกัน (Mutualism : +/+) หมายถึง ความสัมพันธ์ระยะยาวของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ โดยที่ทั้ง 2 ฝ่ายต่างได้รับผลประโยชน์จากความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ ทำให้สิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิด ไม่สามารถแยกตัวออกจากกันได้อีกเลยตลอดช่วงชีวิต เช่น ไลเคน (Lichens) : สิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการพึ่งพาอาศัยกันของราและสาหร่าย โดยที่ร่าทำหน้าที่ให้ความชุ่มชื้นและแร่ธาตุแก่สาหร่าย ขณะที่สาหร่ายทำหน้าที่สร้างอาหารให้ราผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ไรโซเบียม (Rhizobium) แบคทีเรียในรากพืชตระกูล หรือ ราไมคอร์ไรซา (Mycorrhizal Fungi) ที่อาศัยอยู่ตามรากพืชชั้นสูง จุลินทรีย์เหล่านี้ ทำหน้าที่ตรึงแร่ธาตุและเตรียมธาตุอาหารให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ขณะที่พืชเป็นทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารที่สร้างสารอาหารให้จุลินทรีย์เหล่านี้

ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation : +/+) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันและได้รับผลประโยชน์จากความสัมพันธ์ทั้ง 2 ฝ่าย โดยที่สิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ตามลำพังได้หากเกิดการแยกตัวออกจากกัน เช่น ผึ้งและดอกไม้ ผึ้งกินน้ำหวานจากดอกไม้เป็นอาหาร ขณะที่

ดอกไม้ได้พึ่งเหล่านี้อย่างช่วยผสมเกสรและแพร่ขยายพันธุ์ ปุเสฉวนและดอกไม้ทะเล ดอกไม้ทะเลเกาะอยู่บนเปลือก ปุเสฉวน เพื่อช่วยพรางตัวและป้องกันภัยอันตราย ขณะที่ปุเสฉวนช่วยนำพาดอกไม้ทะเลเคลื่อนที่ไปด้วย หาแหล่งอาหารใหม่ๆ

ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูลกัน (Commensalism : +/-) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่อาศัยอยู่ร่วมกัน โดยที่ฝ่ายหนึ่งได้รับผลประโยชน์ ขณะที่อีกฝ่ายไม่ได้รับหรือเสียผลประโยชน์ใดๆ เช่น ฉลาม และเหาฉลาม (Remora) เหาฉลามเกาะติดกับฉลาม เพื่อกินเศษอาหารพร้อมกับการได้รับการปกป้องคุ้มครองจากฉลาม โดยฉลามไม่ได้รับและไม่เสียประโยชน์ใด ๆ จากการอยู่ร่วมกัน พืชอิงอาศัย (Epiphyte) กระเช้าสีดา หรือเฟิร์น เป็นพืชที่มักเกาะอยู่ตามต้นไม้ใหญ่ เพื่อใช้เป็นแหล่งพักพิงอาศัย ขอแบ่งปันร่มเงาและความชื้น โดยที่ต้นไม้ใหญ่ไม่ได้รับประโยชน์หรือสูญเสียประโยชน์ใด ๆ จากการอยู่ร่วมกัน

ภาวะปรสิต (Parasitism : +/-) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน โดยที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดสูญเสียผลประโยชน์หรือถูกเบียดเบียนจากการเป็นผู้ถูกอาศัยที่เรียกว่า “โฮสต์” (Host) ขณะที่ฝ่ายที่ได้รับประโยชน์จากความสัมพันธ์ลักษณะนี้ หรือ “ปรสิต” (Parasite) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อย ได้แก่

ปรสิตภายใน (Endoparasite) เช่น แบคทีเรีย และพยาธิชนิดต่าง ๆ

ปรสิตภายนอก (Ectoparasite) เช่น ปลิง เห็บ หมัด และยุง

ปรสิตในเซลล์ (Intracellular Parasite) เช่น ไวรัส

ภาวะการล่าเหยื่อ (Predation : +/-) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน โดยที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดได้รับผลประโยชน์โดยตรงหรือที่เรียกกันว่า “ผู้ล่า” (Predator) ขณะที่ฝ่ายซึ่งสูญเสียประโยชน์หรือสูญเสียชีวิต คือ “ผู้ถูกล่า” หรือ “เหยื่อ” (Prey) นั่นเอง เช่น สิ่งมีชีวิตในกลุ่มผู้บริโภคพืช (Herbivore) ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivore) และผู้บริโภคทั้งพืชทั้งสัตว์ (Omnivore) ซึ่งความสัมพันธ์ในภาวะการล่าเหยื่อนี้ ถือเป็นอีกหนึ่งกลไกในธรรมชาติที่มีส่วนช่วยในการสร้างสมดุลให้แก่ระบบนิเวศ โดยการควบคุมจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ฝ่าย ทั้งที่ดำรงเป็นผู้ล่าและผู้ถูกล่า หากระบบนิเวศมีจำนวนผู้ล่ามากเกินไป เมื่อออกล่าจนประชากรของเหยื่อไม่เพียงพอต่อความต้องการของตน ประชากรผู้ล่าจะมีจำนวนลดลงเองตามธรรมชาติ เนื่องจากภาวะการขาดแคลนอาหาร ส่งผลให้ประชากรของเหยื่อที่หลงเหลืออยู่สามารถฟื้นฟูลับมาและเพิ่มจำนวนประชากรขึ้น ภาวะการล่าเหยื่อนี้ จะเกิดขึ้นเป็นวงจรหรือวัฏจักรตามธรรมชาติ หากไม่เกิดการล่าที่รุนแรงจนส่งผลให้ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งสูญสิ้นเผ่าพันธุ์ไปจากระบบนิเวศ

ภาวะการแข่งขัน (Competition : -/-) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ซึ่งดำรงอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน และทั้งสองฝ่ายต่างจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรประเภทเดียวกันในการดำรงชีวิต จนก่อให้เกิดภาวะแก่งแย่งแข่งขันที่ส่งผลเสียแก่ทั้งสองฝ่าย โดยความสัมพันธ์ลักษณะนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

การแก่งแย่งแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (Intraspecies Competition) เช่น การแย่งอาหารภายในฝูงหมาป่าหรือการแย่งดินแดนและอาณาเขตของสิงโต การแก่งแย่งแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิด (Interspecific Competition) เช่น การแย่งอาหารของเสือและสิงโต ซึ่งมีแหล่งอาหารประเภทเดียวกัน หรือการแก่งแย่งแสงแดดของต้นไม้ เป็นต้น

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต ในระบบนิเวศแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน ซึ่งดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันเป็นหมู่ เป็นกลุ่ม เป็นฝูง มีความสัมพันธ์ทั้งในด้านบวกและลบ ผลดีก็คือ การอยู่ร่วมกันเป็นฝูง จะทำให้มีการปกป้องอันตรายให้กัน มีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ เป็นผู้นำฝูง เช่น การรวมฝูงของช้าง ลิง ผีเสื้อ ต่อ แตน และนกชนิดเดียวกันก็มีผลในทางลบเพราะการอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มและดำรงชีวิตแบบเดียวกันนั้น ก่อให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขัน และเกิด ความหนาแน่นของประชากรมากเกินไป

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นใน ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ภาวะการเป็นผู้อาศัย เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ฝ่ายผู้อาศัยเป็นผู้ได้รับประโยชน์ ผู้ที่ให้อาศัยเป็นผู้เสียประโยชน์ เช่น ต้นกาฝาก ซึ่งเกิดบนต้นไม้ใหญ่ มีรากพิเศษที่เจาะลงไปยังท่อน้ำและท่ออาหารของต้นไม้เพื่อดูน้ำและธาตุอาหารหรือสัตว์ประเภทหมัด เรือด เ็บ ปลิง ทาก เหา ไร เป็นต้น

2.2 การล่าเหยื่อ เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ที่ชีวิตหนึ่งต้องตกเป็นอาหารของอีกชีวิตหนึ่ง เช่น กวางเป็นอาหารของสัตว์ ปลาเป็นอาหารของมนุษย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตล่าชีวิตอื่นเป็นอาหาร เรียกว่า ผู้ล่า และชีวิตที่ต้องตกเป็นอาหารนั้น เรียกว่า เหยื่อ

2.3 การได้ประโยชน์ร่วมกัน เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์กันและกัน แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ด้วยกันตลอดเวลา นั่นคือ บางครั้งอาจอยู่ด้วยกัน บางครั้งก็อาจแยกใช้ชีวิตอยู่ตามลำพังได้ เช่น นกเอี้ยงกับควาย การที่นกเอี้ยงเกาะอยู่บนหลังควายนั่นมันจะจิกกินเห็บให้กับควาย ขณะเดียวกันก็จะส่งเสียงเตือนภัยให้กับควาย เมื่อมีศัตรูมาทำอันตรายควาย หรือแมลงที่ดูดกินน้ำหวานจากดอกไม้มันก็จะช่วยผสมเกสรให้กับดอกไม้ไปด้วยพร้อมกัน

2.4 ภาวะแห่งการเกื้อกูล เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายไม่เสียประโยชน์ แต่ก็ไม่ได้ประโยชน์อย่างเช่น กล้วยไม้ป่า ที่เกาะอยู่ตามเปลือกของต้นไม้ใหญ่ในป่า อาศัยความชื้นและธาตุอาหารจากเปลือกไม้ แต่ก็ไม่ได้ขอน้ำหรือรากเข้าไปทำอันตรายกับลำต้นของต้นไม้ ต้นไม้จึงไม่เสียผลประโยชน์ แต่ก็ไม่ได้ประโยชน์จากการเกาะของกล้วยไม้

2.5 ภาวะที่ต้องพึ่งพากันและกัน เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ถ้าแยกจากกัน เช่น ไโลเคน ซึ่งประกอบด้วยราและสาหร่าย สาหร่ายนั้นสามารถสร้างอาหารได้เอง แต่ต้องอาศัย

ความชื้นจากรา และรากก็ได้อาหารจากสาหร่าย เช่น ปลวกกินไม้เป็นอาหาร แต่ในลำไส้ของปลวกไม่มีน้ำย่อย สำหรับย่อยเซลลูโลส ต้องอาศัยโปรโตซัว ซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ของปลวกเอง เป็นตัวช่วยย่อยเซลลูโลส และโปรโตซัวเองก็ได้อาหารจากการย่อยนี้ด้วย

2.6 ภาวะของการสร้างสารปฏิชีวนะ เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ที่ฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์ แต่อีกฝ่ายหนึ่งต้องเสียประโยชน์ เกิดขึ้นเนื่องจากสิ่งมีชีวิตบางชนิด ได้สกัดสารออกจากร่างกาย แล้วสารนั้นไปมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ราเพนิซิเลียม สร้างสารเพนิซิเลียม ออกมา แล้วไปมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

2.7 ภาวะการณีกัดกัน เป็นภาวะที่การดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต ไปมีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เช่น ต้นไม้ใหญ่บังแสงไม่ให้ส่องถึงไม้เล็กที่อยู่ข้างล่าง ทำให้ไม้เล็กไม่อาจเติบโตได้

2.8 ภาวะของการแข่งขัน เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันที่มีความต้องการที่อยู่อาศัย หรืออาหารอย่างเดียวกันในการดำรงชีวิต และปัจจัยดังกล่าวนี้มีจำกัด จึงเกิดการแข่งขัน เพื่อครอบครองที่อยู่อาศัย หรือแย่งชิงอาหารนั้น เช่น ต้นไม้สองต้นที่ขึ้นอยู่ในกระถางเดียวกัน

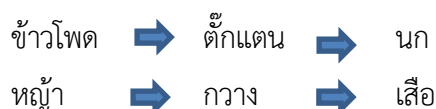
2.9 ภาวะการเป็นกลาง เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ในชุมชนเดียวกัน แต่ต่างดำรงชีวิตเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ให้ และไม่เสียประโยชน์ต่อกัน

2.10 ภาวะการย่อยสลาย เป็นการดำรงชีวิตของพวกเห็ดรา แบคทีเรีย ที่มีชีวิตอยู่ด้วยการหลั่งสารเอนไซม์ออกมานอกร่างกาย เพื่อย่อยซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นรูปของเหลว แล้วดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ในรูปของเหลว ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารขึ้น ในระบบนิเวศ

## 2.6 ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ (Food chain)

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) เมื่อสิ่งมีชีวิตหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตหนึ่งเป็นอาหารแล้ว ก็อาจถูกสัตว์อื่นๆ กินเป็นอาหารต่อไปอีก ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงาน จากธาตุอาหาร ผ่านจากชีวิตหนึ่ง ไปสู่ชีวิตหนึ่ง การถ่ายทอดนี้ก็คือ ระบบของห่วงโซ่อาหาร ที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียนธาตุอาหารไปตามลำดับ ขั้นตอนของการบริโภคห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศนั้นแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

1. ห่วงโซ่อาหารแบบการล่าเหยื่อ เป็น ขั้นตอนของห่วงโซ่อาหารจากพืชต่ำสุด และจากสัตว์เล็กไปยังสัตว์ที่ใหญ่กว่า เป็นลักษณะของผู้บริโภคที่เป็นสัตว์กินเหยื่อแบบกัดกิน หรือฆ่ากิน ซึ่งผู้ล่าจะมีขนาดใหญ่กว่าเหยื่อเสมอ และหากผู้ล่าเหยื่อมีขนาดเล็กกว่า เหยื่อก็จะมีเชื้อราเล็บแหลมคม ที่ช่วยให้มีความสามารถในการตะปบ กัด หรือออกล่าเหยื่อเป็นกลุ่ม ตัวอย่างเช่น



แพน ➡ ปลากระตี่ ➡ ปลาช่อน

2. โซ่อาหารแบบปรสิต เป็นโซ่อาหาร ที่เริ่มต้นจากสัตว์ใหญ่ไปหาสัตว์เล็กตามลำดับ

กวาง ➡ ไร ➡ แบคทีเรีย ➡ ไวรัส

3. โซ่อาหารแบบซากอินทรีย์ เป็นโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากซากชีวิตที่ตายแล้ว ไปยังสิ่งมีชีวิตเล็กๆ

ขยะ ➡ แบคทีเรีย ➡ แมลง

แต่เนื่องจากในระบบของห่วงโซ่อาหาร ในระบบของการถ่ายทอด จะถ่ายทอดโดยตรง จากชีวิตหนึ่ง ไปสู่อีกชีวิตหนึ่ง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งอาจกินอาหารหลายชนิด หลายระดับ และเหยื่อชนิดเดียวกัน ก็อาจถูก สิ่งมีชีวิตหลายชนิดกิน จนไม่อยู่ในลำดับ และขั้นตอนของห่วงโซ่อาหาร ลักษณะดังกล่าว โดยที่ได้เกิดความ ซับซ้อนกันในระบบของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งเรียกว่า สายใยของห่วงโซ่อาหาร (Food web) ซึ่งสายใยของห่วงโซ่ อาหาร จะประกอบด้วย ห่วงโซ่อาหารหลายสายที่เชื่อมโยงกัน อันแสดงถึงความสัมพันธ์อันสลับซับซ้อนของ สิ่งมีชีวิต ในชุมชนของระบบนิเวศ ซึ่งยิ่งสายใยของห่วงโซ่อาหารมีความสลับซับซ้อนมากเพียงใด ก็ได้แสดงให้เห็นถึงระบบนิเวศ ที่มีระบบความสมดุลสูง อันเนื่องมาจากมีความหลากหลายของชีวิตในระบบ

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ (2563 หน้า 14) ห่วงโซ่อาหาร (Food chain) หมายถึง กระบวนการถ่ายทอด พลังงานในรูปของอาหารเป็นลำดับขั้นจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกหนึ่งโดยการกินกันเป็นทอดๆ

ห่วงโซ่อาหาร คือการกินกันของสิ่งมีชีวิต ทำให้สารอาหารและพลังงานถ่ายทอดไปในหมู่สิ่งมีชีวิต และตกลงสู่สิ่งแวดล้อม

ชนิดของห่วงโซ่อาหาร ได้แก่

1. Decomposition food chain เป็นห่วงโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากการย่อยสลายซากอินทรีย์โดยพวก จุลินทรีย์ ได้แก่ เห็ดรา แบคทีเรีย และ Detritivorous animals เป็นระบบนิเวศที่มีสายใยอาหารของผู้ย่อยสลาย มากกว่า เช่น

ซากพืชซากสัตว์ ➡ ไส้เดือนดิน ➡ นก ➡ งู

2. Parasitism food chain เป็นห่วงโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากภาวะปรสิต ตัวอย่างเช่น

ไก่ ➡ ไรไก่ ➡ โปรโตซัว ➡ แบคทีเรีย

3. Predation food chain เป็นห่วงโซ่อาหารที่เป็นการกินกันของสัตว์ผู้ล่า (สัตว์กินพืชสัตว์กินเนื้อ) อาจเป็นพวกขูดกิน (Grazing food chain) ซึ่งห่วงโซ่เริ่มต้นที่สัตว์พวกขูดกินอาหาร เช่น หอยทากและสัตว์กินพืช อื่นๆ เช่น สัตว์เคี้ยวเอื้อง

4. Mix food chain เป็นห่วงโซ่อาหารแบบผสม โดยมีการกินกัน และมีปรสิต เช่น

สาหร่ายสีเขียว ➡ หอยขม ➡ พยาธิใบไม้ ➡ นก

ห่วงโซ่อาหารแบ่งเป็น 4 แบบ คือ

1. ห่วงโซ่อาหารแบบผู้ล่า (Predator chain or Grazing food chain) เริ่มจากผู้ผลิตคือพืช ตามด้วยผู้บริโภคอันดับต่างๆ การถ่ายทอดพลังงานจึงประกอบด้วย ผู้ล่า (Predator) และเหยื่อ (Prey)
2. ห่วงโซ่อาหารแบบปรสิต (Parasitic chain) เริ่มจากผู้ถูกอาศัย (Host) ถ่ายทอดพลังงานไปยังปรสิต (Parasite) และต่อไปยังปรสิตอันดับสูงกว่า (Hyperparasite) โดยภายในห่วงโซ่นี้จะใช้การเกาะกินซึ่งกันและกัน
3. ห่วงโซ่อาหารแบบเศษอินทรีย์ (Detritus chain) เริ่มจากซากพืชหรือซากสัตว์ (Detritus) หรือสิ่งที่ไม่มีชีวิตถูกผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์กัดกิน และผู้บริโภคซากอาจถูกกินต่อโดยผู้บริโภคสัตว์ อีกทอด
4. ห่วงโซ่อาหารแบบผสม (Mixed chain) เป็นการถ่ายทอดพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิตหลายๆ ประเภท อาจมีทั้งแบบผู้ล่า และปรสิต เช่น จากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคพืช และไปยังปรสิตเป็นต้น

## 2.7 ประชากรและชุมชนในระบบนิเวศ

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) ประชากร หมายถึง สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อยู่ร่วมกัน ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง และเป็นส่วนหนึ่งของชุมชน

คุณลักษณะของประชากรประกอบด้วย

1. ขนาด หมายถึง จำนวนของประชากรในแต่ละพื้นที่
2. โครงสร้าง หมายถึง องค์ประกอบของประชากร ซึ่งแบ่งตามอายุ และเพศ
3. ความหนาแน่น หมายถึง จำนวนประชากรที่นับต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น จำนวนต้นไม้ 150 ต้นต่อไร่
4. การเพิ่มจำนวน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรที่เป็นผลรวมสุทธิระหว่างอัตราการเกิด การตาย การย้ายถิ่นเข้า และการย้ายถิ่นออก โดยมีขีดความสามารถของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้น เป็นตัวกำหนดให้ประชากรในพื้นที่เพิ่มจำนวนในอัตราที่เหมาะสม นั่นคือ การเพิ่มจำนวนของประชากร แต่ละชนิด จะต้องอยู่ภายในอิทธิพลของประชากรอื่นในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ถ้าเมื่อใดที่จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น เกินระดับความเหมาะสม ส่วนที่เกินนั้นก็จะถูกชีวิตอื่นกำจัดให้ลดลง

ชุมชน หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง และมีการดำรงชีวิตที่ต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน การเรียกชื่อชุมชนใดชุมชนหนึ่งอาจเรียกตามลักษณะโครงสร้างของชุมชน ซึ่งจะเรียกตามจำนวนที่หนาแน่นมากที่สุดของประชากรในชุมชน หรืออาจเรียกตามรูปร่างลักษณะของประชากรที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้น ที่แสดงความแตกต่างระหว่างกันให้เห็นอย่างชัดเจน เช่น พืชซึ่งแบ่งความแตกต่างของลักษณะประชากรออกได้เป็น 6 ลักษณะ ได้แก่

- ต้นไม้ มีลักษณะเป็นพืชยืนต้นที่มีขนาดสูงใหญ่ มีลำต้นปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน

- ไม้พุ่ม มีลักษณะเป็นพืชยืนต้นที่มีขนาดเล็กกว่าต้นไม้ มีกิ่งก้านสาขารวมทั้งใบไม้จำนวนมาก อยู่ใกล้บริเวณพื้นดิน

- ไม้ล้มลุก มีลักษณะเป็นพืชขนาดเล็กอาจมีอายุยืนยาวนานหลายปี เช่น หญ้า

- ตะไคร้ เป็นพืชที่มีขนาดเล็กมาก เช่น มอส

- พืชอากาศ เป็นพืชที่เกาะอาศัยอยู่ติดกับ กิ่งก้าน หรือลำต้นของต้นไม้อื่น โดยลำต้นไม่สัมผัสกับพื้นดินเลย เช่น กล้วยไม้

- เถาวัลย์ เป็นพันธุ์ไม้เลื้อยที่ขึ้นเกี่ยวพัน กับต้นไม้อื่น ไม่สามารถจะทรงตัวอยู่ได้โดย ลำพัง

ในบริเวณชุมชนใดที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ และมีสิ่งมีชีวิตต่างชนิดอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ความสัมพันธ์ของชีวิตในชุมชนก็จะมีมาก ชุมชนนั้นสามารถที่จะถ่ายทอดพลังงาน และสสารให้อยู่ในสภาพที่สมดุลได้ โดยไม่ต้องอาศัยชุมชนอื่น การมีจำนวน และความต่างชนิดกัน ในชุมชนจึงเป็นความหลากหลายที่สร้างระบบ แห่งความสัมพันธ์ที่สลับซับซ้อนและมั่นคงทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงที่จะเข้ามารบกวนได้สูง เช่น ในการที่องค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง ภายในชุมชนถูกทำลายลง ชีวิตอื่นๆ ในชุมชน ก็จะช่วยกันปรับตัวฟื้นฟูสภาพของระบบภายในชุมชน ไม่ให้แตกสลายลงได้ เช่น ในระบบนิเวศของป่าหญ้า ที่ชุมชนประกอบด้วยหญ้า ซึ่งเป็นผู้ผลิตอาหารจากพลังงานดวงอาทิตย์ มีกวาง เก้ง เนื้อทราย ฯลฯ ทำหน้าที่เป็นผู้ บริโภคพืช และสัตว์เหล่านี้ก็จะ เป็นเหยื่อของ สัตว์ที่เป็นผู้ล่า เช่น เสือ หมาใน สิงโต ซึ่ง เมื่อใดก็ตามถ้ากวางถูกล่ามากไปกว่าสัตว์อื่น จำนวนกวาง ก็ลดน้อยลง หายากขึ้น เสือก็จะ หันไปหาเหยื่อที่ง่ายกว่า เช่น เก้ง เนื้อทราย ในช่วงเวลานั้น กวางก็จะมีโอกาส ขยายพันธุ์ เพิ่มขึ้นใหม่ หรือในกรณีที่เสือมีเหยื่อให้บริโภค มาก จำนวนเสือก็จะมากขึ้น ก็จะทำให้ปริมาณของเหยื่อ ลดลง หญ้าที่เป็นอาหารของเหยื่อก็มี โอกาสฟื้นตัวได้มากขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อหาเหยื่อได้ยากขึ้น เสือก็จะลด จำนวนลง เมื่อผู้ล่าลดจำนวนลง จำนวนของเหยื่อและหญ้าก็จะขยายพันธุ์ได้เพิ่มขึ้นอีก เป็นการควบคุมกันเองของระบบชีวิตในชุมชน

## 2.8 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) ในการบริโภคของสิ่งมีชีวิตจากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งนั้น ทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตอาหารไปสู่ผู้บริโภค ซึ่งทุกขั้นตอนของการถ่ายทอดนั้น จะทำให้พลังงานลดลง เนื่องจากการสูญเสียไปในรูปของพลังงานความร้อน เพราะฉะนั้นผู้บริโภคจึงต้องใช้ปริมาณอาหารในการบริโภคมากกว่าที่ผู้ผลิตผลิตได้ เช่น จากการศึกษาพบว่า ในเนื้อวัว 1 กิโลกรัม นั้นต้องใช้ปริมาณในการกินหญ้าของวัวถึง 10 กิโลกรัม และ 1 กิโลกรัมของเนื้อวัวที่มนุษย์ บริโภคนั้นจะให้ความเจริญเติบโตแก่ร่างกายประมาณ 0.1 กิโลกรัม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใน ระบบของการถ่ายทอดพลังงานจากผู้บริโภค ระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่ง จะมีการสูญเสีย พลังงานไปประมาณ 90% โดยเฉลี่ยเสมอ เพราะฉะนั้นในพลังงาน 100 แคลอรีจากพืช จะ

สามารถถ่ายทอดไปสู่สัตว์ที่บริโภคได้เพียง 10 แคลอรี และในระดับสัตว์ที่กินสัตว์จะได้ เพียง 1 แคลอรี เช่นเดียวกัน การเพิ่มน้ำหนัก คนต่อ 1 กิโลกรัมนั้นจะต้องบริโภคเนื้อปลา ถึง ๑๐ กิโลกรัม และเพื่อให้ได้เนื้อปลา 10 กิโลกรัมนั้น ปลาต้องกินแพลงก์ตอนถึง 100 กิโลกรัม

## 2.9 ระบบนิเวศในธรรมชาติ

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) ชีวิตทุกชีวิตที่เกิดขึ้นในชีวนิเวศนั้น ต่างเกิดมาได้ เพราะมีชีวิตอื่นๆ เกื้อหนุน ซึ่งชีวิตทุกชีวิตมีอาจเกิดและมีชีวิตอยู่ได้ ในสภาวะลำพังโดดเดี่ยว โดยไม่มีความสัมพันธ์ถึงสิ่งแวดล้อมอื่นๆ และภายใต้ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมนี้ เราเรียกว่า ระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ หมายถึง ระบบของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ได้ด้วยตัวเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบ

สิ่งแวดล้อม หมายถึง กลุ่มหรือหมู่ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ในระบบนิเวศ แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- 1.เป็นความผูกพัน พึ่งพากัน หรือส่งผล ต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง
- 2.เป็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตที่แวดล้อมมันอยู่

ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ทั้ง 2 ประการ นี้ จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน และมีอยู่ในทุกระบบนิเวศ และสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต กับสิ่งแวดล้อมก็คือ การถ่ายทอดพลังงาน และการแลกเปลี่ยนสาร ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่เป็นไปตามกฎเกณฑ์อย่างมีระเบียบ ภายในระบบ ทำให้ระบบอยู่ในภาวะที่สมดุลนั้น คือ การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตจะได้พลังงานโดยตรงมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งพลังงานจากดวงอาทิตย์ จะถูกตรึงไว้ในชีวนิเวศ ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง ของพืชสีเขียว ทำให้มีการเจริญเติบโต และเป็นอาหารให้กับสัตว์ ขณะเดียวกันตลอดระยะเวลาของการเติบโตของพืชสีเขียว มันก็จะปล่อยก๊าซออกซิเจน ที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์

นี่คือตัวอย่างของการถ่ายทอดพลังงาน และการแลกเปลี่ยนสาร ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ ระบบนิเวศนั้น มีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก ที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ ไม่ว่าจะเป็นสังคมของสัตว์และพืช หรือจุลินทรีย์ที่เล็กที่สุด ซึ่งทุกๆ ชีวิตต่างมีระบบของมันเอง ขณะเดียวกันก็สัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมของมันด้วย ตัวอย่างเช่น ไม่ว่าจะเป็นในดิน น้ำ หรืออากาศ ในบริเวณหนึ่งบริเวณใดก็ตาม เมื่อเกิดมีสิ่งมีชีวิตขึ้น ตามระบบของธรรมชาติแล้ว สิ่งมีชีวิตนั้นๆ จะค่อยๆ วิวัฒนาการ สร้างความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบมากขึ้น และนำเอาธรรมชาติรอบข้างนั้น มาใช้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของมัน ชีวิตใดที่สามารถใช้ประโยชน์จากธรรมชาติได้มากกว่าชีวิตอื่น มันก็อยู่รอดได้ ขณะที่ชีวิตที่อ่อนแอกว่าจะสูญสลายไปในที่สุด ขณะเดียวกัน ที่มันมี



ความสามารถในการดึงเอาธาตุรรมาตรอบข้างมาใช้ ในการเจริญเติบโต ในระบบของสิ่งมีชีวิต ก็จะสร้างความต้านทานต่อสิ่งรบกวน ที่จะเข้ามาทำอันตรายมันด้วยตลอดเวลา เพราะฉะนั้นสิ่งมีชีวิตใดที่มีวิวัฒนาการ ของการสร้างระบบความเจริญเติบโตในชุมชนได้มากเท่าใด แรงต้านทานก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้น ความซับซ้อนในระบบนิเวศก็ยิ่งเพิ่มขึ้นตาม วิวัฒนาการการเจริญเติบโตของสังคมสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ จนกลายเป็นความสมดุลในระบบธรรมชาติ

## 2.10 การแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) การแทนที่ของสิ่งมีชีวิต หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของชนิดหรือชุมชนในระบบนิเวศ ตามกาลเวลา โดยจะเริ่มจากจุดที่ไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่เลย จนกระทั่งเริ่มมีสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกเกิดขึ้น ซึ่งกลุ่มของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรก จะเป็นกลุ่มที่มีความทนทานสูง และวิวัฒนาการไป จนถึงสิ่งมีชีวิตกลุ่มสุดท้ายที่เรียกว่า ชุมชนสมบูรณ์ (climax stage)

การแทนที่ของสิ่งมีชีวิต แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การเกิดแทนที่ชั้นบุกเบิก (Primary succession) การเกิดแทนที่จะเริ่มขึ้นในพื้นที่ที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก่อนเลย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 การเกิดแทนที่บนพื้นที่ว่างเปล่าบนบก มี 2 ลักษณะด้วยกันคือ

- การเกิดแทนที่บนก้อนหินที่ว่างเปล่า ซึ่งจะเริ่มจาก

ขั้นแรก จะเกิดสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น สาหร่ายสีเขียว หรือไลเคนบนก้อนหินนั้น ต่อมาหินนั้นจะเริ่มสึกกร่อน เนื่องจากความชื้น และสิ่งมีชีวิตบนก้อนหินนั้น ซึ่งจากการสึกกร่อนได้ทำให้เกิดอนุภาคเล็กๆ ของดินและทราย และเจือปนด้วยสารอินทรีย์ของซากสิ่งมีชีวิตสะสมเพิ่มขึ้น จากนั้นก็จะเกิดพืชจำพวกมอสตามมา

ขั้นที่สอง เมื่อมีการสะสมของอนุภาคดินทราย และซากของสิ่งมีชีวิต และความชื้นมากขึ้น พืชที่เกิดต่อมาจึงเป็นพวกหญ้า และพืชล้มลุก มอสจะหายไป

ขั้นที่สาม เกิดไม้พุ่ม และต้นไม้เข้ามาแทนที่ ซึ่งไม้ยืนต้นที่เข้ามาในตอนแรกๆ จะเป็นไม้โตเร็ว ชอบแสงแดด จากนั้นพืชเล็กๆ ที่เกิดขึ้นก่อนหน้านี้ ก็ค่อยๆ หายไป เนื่องจากถูกบดบังแสงแดดจากต้นไม้ที่โตกว่า

ขั้นสุดท้าย เป็นขั้นชุมชนสมบูรณ์ (climax stage) เป็นชุมชนของกลุ่มมีชีวิต ที่เติบโตสมบูรณ์แบบ มีลักษณะคงที่ มีความสมดุลในระบบนั้นคือ ต้นไม้ได้วิวัฒนาการไปเป็นไม้ใหญ่ และมีสภาพเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์นั่นเอง

- การเกิดแทนที่บนพื้นทรายที่ว่างเปล่า ในขั้นต้น พืชที่จะเกิดขึ้นจะเป็นประเภทเถาไม้เลื้อย ที่หยั่งรากลงในบริเวณที่เป็นที่ชื้น ขั้นต่อไปก็จะเกิดเป็นลำต้นใต้ดินที่ยาว และสามารถแตกกิ่งก้านสาขาไปได้ไกล และเมื่อใต้ดินมีรากไม้ ก็เกิดมีอินทรีย์วัตถุมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำก็เพิ่มมากขึ้น และธาตุอาหารก็เพิ่มขึ้น และที่สุดก็เกิดไม้พุ่ม และไม้ใหญ่ตามมาเป็นขั้นตอนสุดท้าย

1.2 การแทนที่ในแหล่งน้ำ เช่น ในบ่อน้ำ ทะเลทราย หนอง บึง ซึ่งจะเริ่มต้นจาก

ขั้นแรก บริเวณพื้นก้นสระ หรือหนองน้ำนั้น มีแต่พื้นทราย สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเบื้องต้นก็คือ สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่ลอยลอยอยู่ในน้ำ เช่น แพลงก์ตอน สาหร่ายเซลล์เดียว ตัวอ่อนของแมลงบางชนิด

ขั้นที่สอง เกิดการสะสมสารอินทรีย์ขึ้นที่บริเวณพื้นก้นสระ จากนั้นก็จะเริ่มเกิดพืชใต้น้ำประเภทสาหร่าย และสัตว์เล็กๆ ที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีพืชใต้น้ำ เช่น พวกปลากินพืช หอยและตัวอ่อนของแมลง

ขั้นที่สามที่พื้นก้นสระมีอินทรียสารทับถมเพิ่มมากขึ้น อันเกิดจากการตายของสาหร่าย เมื่อมีธาตุอาหารมากขึ้น ที่พื้นก้นสระก็จะเกิดพืชมีใบโผล่พ้นน้ำเกิดขึ้น เช่น กก พง อ้อ เตยน้ำ แล้วจากนั้นก็จะมีสัตว์จำพวก หอยโข่ง กบ เขียด กุ้ง หนอน ไส้เดือน และวิวัฒนาการมาจนถึงที่มีสัตว์มากชนิดขึ้น ปริมาณออกซิเจนก็จะถูกใช้มากขึ้น สัตว์ที่อ่อนแอก็จะตายไป

ขั้นที่สี่ อินทรียสารที่สะสมอยู่ที่บริเวณก้นสระจะเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่สระจะเกิดการตื้นเขินในหน้าแล้ง ในช่วงที่ตื้นเขินก็จะเกิดต้นหญ้าขึ้น สัตว์ที่อาศัยอยู่ในสระจะเป็นสัตว์ประเภทสะเทินน้ำสะเทินบก

ขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นขั้นชุมชนสมบูรณ์แบบ สระน้ำนั้นจะตื้นเขิน จนกลายสภาพเป็นพื้นดิน ทำให้เกิดการแทนที่ พืชบก และสัตว์บก และวิวัฒนาการจนกลายเป็นป่าไปได้ในที่สุด

ซึ่งกระบวนการแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศจะต้องใช้เวลานานมาก ในการวิวัฒนาการของการแทนที่ทุกขั้นตอน

## 2. การแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในขั้นทดแทน (Secondary succession)

เป็นการเกิดแทนที่ของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในพื้นที่เดิมที่ถูกเปลี่ยนแปลงไป เช่น บริเวณพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกโค่นถาง ปรับเป็นพื้นที่เพาะปลูก หรือพื้นที่ป่าไม้ที่เกิดไฟป่า ในขั้นต้นของการแทนที่จะเกิดสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นเกิดขึ้นแทนที่ ทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ และการปลูกโดยมนุษย์ ในขั้นที่เกิดขึ้นเองนั้น มักจะเริ่มด้วยหญ้าและปืต้นไม้เล็ก ไปจนถึงต้นไม้ใหญ่ ซึ่งการแทนที่ในขั้นทดแทนนี้ จะใช้เวลาน้อยกว่าการแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในขั้นบุกเบิก ทั้งนี้เพราะการแทนที่ในขั้นทดแทนนี้ เกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณนั้นมีดินและธาตุอาหารอยู่พร้อมแล้ว

### 2.11 ความสมดุลในระบบนิเวศ

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ (2564,online) ความสมดุลของระบบนิเวศ หมายถึง สภาวะความคงที่ในการแลกเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในระบบนิเวศนั้น สิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิต จะมีการแลกเปลี่ยนพลังงาน และสสารซึ่งกันและกัน ขณะเดียวกันความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันคือ การถ่ายทอดพลังงานไปตามห่วงโซ่อาหาร มีองค์ประกอบภายในระบบที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ซึ่งความสมดุลของระบบนิเวศจะคงอยู่ได้ トラバเท่าที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตภายในระบบ ซึ่งความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต จะทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่เป็นระเบียบ และสลับซับซ้อน ซึ่งเมื่อใดก็ตามที่องค์ประกอบ

ส่วนใดส่วนหนึ่งถูกทำให้กระทบกระเทือน แม้เพียงเล็กน้อย ผลกระทบอันนั้นจะถูกส่งทอดต่อไปถึงองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งทั้งระบบ แต่ในความซับซ้อนของระบบนิเวศ มันก็จะสามารถที่จะปรับตัวเข้าสู่สภาวะแห่งความสมดุลได้ใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ระบบคงอยู่ต่อไปได้ แต่หากผลกระทบนั้นรุนแรงเกินกว่าที่ระบบจะปรับตัวให้เข้าสู่สมดุลได้ ระบบนั้นทั้งระบบก็จะแตกสลายลง

มนุษย์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศในโลก ที่จะอยู่รอดได้ก็ต่อเมื่อองค์ประกอบอื่นๆ มีอยู่ด้วยอย่างสมบูรณ์ แต่การทำลายองค์ประกอบในระบบที่มนุษย์อาศัยอยู่เอง เช่น การทำลายป่า การทำให้คุณภาพของอากาศ น้ำ ดิน เสื่อมโทรมอย่างรุนแรงนั้น เป็นการทำลายความสมดุลของระบบนิเวศอย่างรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของมนุษย์

ดังนั้นเพื่อที่จะรักษาความสมดุลของระบบนิเวศในโลกนี้ไว้ให้ได้ มนุษย์จึงใช้ทรัพยากรทุกชนิดอย่างถนอมรักษา ฟื้นฟูสภาวะของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม เพื่อที่จะให้ระบบนิเวศของมนุษย์ได้อยู่ในสภาวะสมดุลได้ตลอดไป

### 3. การพัฒนาที่ยั่งยืน

เฟื่องอรุณ ปรีติลภ (2555 หน้า 36-38) กล่าวว่า เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2545.หน้า 1-2) ได้กล่าวถึงลักษณะที่สำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืนไว้ว่าจะต้องคำนึงถึงขีดจำกัดของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและสนองความต้องการในปัจจุบันโดยจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่ออนาคตคำนึงถึงความเป็นองค์รวม และการนำเทคโนโลยีและความรู้ใหม่มาใช้ควรเป็นไปในทางสร้างสรรค์และเอื้อประโยชน์ อย่างสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น ดังนั้น การพัฒนาอย่างยั่งยืนจะต้องประกอบไปด้วย การพัฒนาที่มุ่งเน้นการสร้างสมดุลใน 3 มิติได้แก่ ด้านสังคม (Social) เศรษฐกิจ (Economic) และสิ่งแวดล้อม (Environmental) โดยการพัฒนาในทุกมิติจะต้องเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันโดยแนวทาง ในการพัฒนาความยั่งยืนใน 3 มิติมีรายละเอียดดังนี้

1. มิติการพัฒนาด้านสังคม เป็นการพัฒนาคนและสังคมให้เชื่อมโยงกับการพัฒนาเศรษฐกิจ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างสมดุล โดยพัฒนาคนให้มีผลิตภาพสูงขึ้น และพึ่งพาตนเองได้อย่างมั่นคง ปรับตัวรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง มีจิตสำนึก พฤติกรรม และวิถีชีวิตที่ไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีระบบการจัดการทางสังคมที่สร้างการมีส่วนร่วมจาก ทุกฝ่าย เป็นสังคมที่มีคุณภาพ มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต และมีความสมานฉันท์เอื้ออาทรกัน

2. มิติการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ เป็นการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้มีเสถียรภาพ อย่างต่อเนื่องในระยะยาว มีความสามารถในการแข่งขันและเป็นการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่มี คุณภาพโดยการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

จะต้องเป็นไปอย่างสมดุลและเอื้อประโยชน์ต่อคนส่วนใหญ่ อย่างยั่งยืนในระยะยาว

3. มิติการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อม เป็นการใชัทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใน ขอบเขตหรือ ปริมาณที่สามารถพลิกฟื้นให้กลับสู่สภาพใกล้เคียงกับสภาพเดิมให้มากที่สุด เพื่อให้คนรุ่นหลังได้มีโอกาสและมี ปัจจัยใช้ในการดำรงชีพต่อไปอย่างยั่งยืน โดยปรับเปลี่ยนทัศนคติในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมุ่งการจัดการให้เกิด สมดุล มีการนำเทคโนโลยีสะอาดมาใช้ให้มากที่สุด การปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมในระดับที่ระบบนิเวศสามารถดูด ซับได้

ดังนั้น การพัฒนาที่ยั่งยืนนั้นจึงเป็นการพัฒนาที่คำนึงถึงมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และ สิ่งแวดล้อมไป ด้วยกัน รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรภายในท้องถิ่นอย่างระมัดระวัง โดยเป้าหมายการ พัฒนาที่ยั่งยืนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับประเด็นความหลากหลายทางชีวภาพของการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ เป้าหมายที่ 15 การใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนของระบบนิเวศบนบก

สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ ที่ 4 สาขาพิษณุโลก (2564,online) การพัฒนาแบบยั่งยืน Sustainable Development หมายถึง “รูปแบบของการพัฒนาที่สนองความต้องการของคนในรุ่นปัจจุบันโดยไม่ทำให้คนรุ่นต่อไป ในอนาคต ต้องประนีประนอมยอมลดทอนความสามารถในการที่จะตอบสนองความต้องการของตนเอง”

การใช้ทรัพยากรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

1 ความหมายของการใช้ทรัพยากรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

1.1การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นคำที่มีรากฐานมาจากหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หมายถึง การ พัฒนาคนให้มีคุณภาพ การเพิ่มผลผลิต และการใช้หรือจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างฉลาด รู้จัก ถนอมในการใช้เพื่อให้มีไว้ใช้ เพื่อใช้มีอย่างยาวนานจนถึงคนรุ่นหลัง

1.2 การใช้ทรัพยากรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การนำทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มาใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ เพื่อให้มีมาตรฐานคุณภาพชีวิตที่ดี โดยไม่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติหรือ สิ่งแวดล้อมนั้นด้วยประสิทธิภาพลง หรือกระทบกระเทือนต่อคนรุ่นหลัง

2. การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน มีหลักการสำคัญดังนี้

2.1 กำหนดนโยบายป่าไม้แห่งชาติ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการและพัฒนาทรัพยากรป่าไม้ของ ประเทศในระยะยาว เช่น กำหนดจำนวนพื้นที่ปลูกป่าในแต่ละปี โดยความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน หรือกำหนดเป้าหมายพื้นที่ป่าไม้ของประเทศอย่างน้อยให้มีร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ เป็นต้น

2.2 ดำเนินการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ของประเทศ โดยสนับสนุนให้เจ้าหน้าที่ของรัฐประสานความ ร่วมมือกับประชาชนในพื้นที่ ให้ราษฎรมีส่วนร่วมรักษาผืนป่าในท้องถิ่นของตน ทั้งการปลูกป่าเพิ่มเติม การ บำรุงรักษาและการป้องกันการลักลอบตัดทำลาย เป็นต้น

3. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฯ กับการใช้ทรัพยากรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549) ได้ัญเชิญปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว มาเป็นหลักในการวางแผนพัฒนาประเทศเฉพาะในส่วนที่เกี่ยข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีสาระสำคัญ ดังนี้

3.1 เน้นการมีส่วนร่วมของท้องถิ่นและชุมชน เพื่อการอนุรักษ์ ป่า และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน ได้แก่

3.1.1 การจัดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่คุณภาพของชายฝั่งและทะเล

3.1.2 อนุรักษ์พื้นที่ป่า และจัดการแก้ไขปัญหาทรัพยากรดินที่เสื่อมโทรม

3.2 เน้นการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติของประเทศให้มีความอุดมสมบูรณ์

3.3 เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้เอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

3.4 รักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อม โดยลดปัญหามลพิษ เพื่อให้เมืองและชุมชนน่าอยู่ ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี และลดต้นทุนทางเศรษฐกิจในการป้องกันและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

#### 4. แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

##### 4.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่อันเป็นการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ กระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิตนับตั้งแต่รัฐบาลโดยกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติในปีพ.ศ. 2542 เป็นต้นมาสถาบันการศึกษาทั้งในภาครัฐและเอกชน ได้ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษามากขึ้นตามลำดับ ตามความต้องการจำเป็นของแต่ละสถาบันและหน่วยงาน โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนนั้นได้มีการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ มีนักวิชาการให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ทั้งของไทยและต่างประเทศพอสรุปได้ ดังนี้

สมถวิล วิจิตรวรรณ และคณะ (2556 หน้า 7) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการวิจัยที่มุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้า มุ่งแก้ปัญหาทางในหน้าที่ของตนหรือของทั้งหน่วยงาน ผลของการวิจัยนี้ใช้ได้โดยตรงในขอบเขตของปัญหานั้น

นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์ (2556 หน้า 17) ได้สรุปความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ว่า เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือนำผลการวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานกับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์ (2558 : 31) ได้กล่าวถึงความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความหมายอย่างมีระบบ และยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการจำเป็นที่เกิดขึ้นในสถานการณ์เฉพาะถึงการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจดีขึ้น หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่ของผู้วิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้อง

สมปอง พะมูลิลา (2564) ได้ให้ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นกระบวนการวิจัย ที่มีเป้าหมายที่จะแก้ปัญหา เป็นการทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ตามธรรมชาติโดยวิเคราะห์สถานการณ์อย่างลึกซึ้งและเหมาะสม เน้นที่การสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นขั้นตอนและบันทึก ข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องตลอดกระบวนการวิจัย จนเกิดองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการวิจัยนำมาประมวลเป็นแนวคิด หลักการและสร้างเป็นทฤษฎีได้

จอห์นสัน (Johnson, 2008 : 28) ให้ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัย ระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพ หรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของการ ปฏิบัติงาน จึงสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์เฉพาะ เรื่องที่พบในการปฏิบัติงาน โดยการศึกษา ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความหมายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีระบบและยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการจำเป็นที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นั้นๆ เพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ให้บรรลุผลตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

#### 4.2 ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเอื้อต่อการทำงานในลักษณะการบูรณาการงานการเรียนการสอนกับ การวิจัยต่อสถานศึกษาและชุมชน มีประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในวงกว้างดังที่ ธีระ รุณเจริญ (2546 หน้า 149) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ให้โอกาสครูในการสร้างองค์ความรู้ทักษะการทำวิจัย การประยุกต์ใช้ การตระหนักถึงทางเลือกที่เป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงโรงเรียนให้ดีขึ้น
2. เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงหรือสะท้อนผลการทำงาน
3. เป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติโดยตรง เนื่องจากช่วยพัฒนาตนเองด้านวิชาชีพ ช่วยทำให้เกิดการพัฒนาที่ต่อเนื่องและเกิดการเปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการวิจัยในที่ทำงาน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อองค์กร เนื่องจากนำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติและการแก้ปัญหา
4. เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติในการวิจัย ทำให้กระบวนการวิจัยเป็นประชาธิปไตยและทำให้เกิดการเรียนรู้ของผู้ปฏิบัติ

5. ทำให้ครูเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง
6. เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงหรือสะท้อนผลการทำงาน
7. ช่วยตรวจสอบวิธีการทำงานของครูที่มีประสิทธิภาพ

จึงกล่าวได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการช่วยลดช่องว่างระหว่างการค้นหาความรู้กับการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นการนำความรู้มาทดลองใช้ด้วยการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังสามารถสร้างความมั่นใจให้กับนักวิจัยในการนำความรู้ทางวิชาการมาใช้กับความเป็นจริง และรับรู้ถึงประโยชน์และคุณค่าของการใช้กระบวนการวิจัยในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ นอกเหนือจากการสะท้อนผลการทำงาน รวมทั้งสร้างทัศนคติที่ดีในการทำงานเป็นทีมที่ก่อให้เกิดการทำงานในเชิงบูรณาการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เคมมิสและแม็กแท็กการ์ด (Kemmis and McTaggart, 1988:15) ได้กล่าวถึงกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนการปฏิบัติ มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญระหว่างครูและ นักเรียน ผู้ปกครองและ/หรือผู้บริหาร เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญ ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้น เกี่ยวกับลักษณะของปัญหาเป็นปัญหาเกี่ยวกับใคร มีแนวทางแก้ปัญหายังไร เช่น ครู ต้องเปลี่ยนวิธีสอน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เป็นต้น ในขั้นตอนการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกัน ระหว่างผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สภาพปัญหาในชั้นเรียนอย่างครอบคลุมทุกแง่มุม

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) หลังจากที่ยร่วมกันวางแผนเสร็จสิ้นถึงขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานโดยใช้การวิเคราะห์ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงานเพื่อทำการแก้ไข ปรับปรุง ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรมีการยืดหยุ่นปรับแก้ได้ โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณ์ญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสมและมุ่งปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะที่ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ โดยการจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยสังเกตกระบวนการปฏิบัติ (The Action Process) และผลของการปฏิบัติ (The Effects of Action)

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการประเมินผลหรือตรวจสอบการปฏิบัติงาน หรือสิ่งที่ป็นข้อปฏิบัติของข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้ร่วมวิจัยกับผู้เกี่ยวข้องควรนำข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้จากเครื่องมือต่างๆ มาตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่างๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมหรือสิ่งแวดล้อมโดยผ่านการอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรมและเป็นข้อมูลพื้นฐาน นำไปสู่การปรับปรุง และการวางแผนปฏิบัติต่อไป

ขณะเดียวกัน พอเพียง ทรัพย์อินทร์ ไพบุลย์ อ่อนมั่ง และสุภาพร สุกสีเหลือง (2551) ได้เสนอลักษณะของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ไว้ 4 ขั้นตอนคือ

1. การวางแผน (The Plan) เป็นการตั้งความคาดหวัง การมองไปในอนาคต
2. การปฏิบัติ (Action) เป็นการปฏิบัติตามความคาดหวังที่วางไว้ ภายใต้การทำงานที่มาจากแนวคิดตามข้อตกลงของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับการไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ผ่านการวิเคราะห์ วิเคราะห์มาแล้ว และระหว่างการปฏิบัติงานจะมีการบันทึกรายงาน เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ วิเคราะห์ กันอีกในภายหลัง
3. การสังเกต (Observation) เป็นการบันทึกข้อมูลพื้นฐานไว้ใช้ในการสะท้อนเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน มีการวางแผนการสังเกตอย่างรอบคอบและผู้สังเกตจะต้องเป็นผู้ที่มีความไวในการจับสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่คาดฝัน
4. การสะท้อน (Reflection) เป็นการสะท้อนถึงการปฏิบัติงาน การกระทำตามที่บันทึกไว้จากการสังเกต เก็บข้อมูล โดยใช้การอภิปรายกลุ่มร่วมกัน และถือว่าการประเมินอย่างหนึ่ง และเป็นการให้ข้อเสนอแนะในการวางแผนปฏิบัติครั้งต่อไป

Coghlan & Brannick (2001 หน้า19) อ้างถึงใน วีระยุทธิ์ ชาตะกาญจน์ (2558) ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือการทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการเป็นลำดับแรกและมีการปฏิบัติตามขั้นตอนหลักอีก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (Diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (Planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (Taking action) และ 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (Evaluation action) ทั้งนี้การใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยต้องตระหนักอยู่เสมอว่ากลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง มีความสำคัญต่อกระบวนการดำเนินการวิจัย ไม่ควรจะทำตามลำพังและควรใช้วงจรของกระบวนการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนงาน แล้วดำเนินกิจกรรมที่ปรับปรุงใหม่ ซึ่งวงจรทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าวจะมีลักษณะการดำเนินการเป็นบันไดเวียน (Spiral) และมีการกระทำซ้ำตามวงจร จนกว่าจะได้ผลปฏิบัติการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พร้อมกับต้องบันทึกผลในทุกๆ ขั้นตอนที่สำคัญ นั่นคือ 1) บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมและการฝึกปฏิบัติ 2) บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ภาษาและการสื่อสารในห้องเรียน หรือหน่วยงานและกับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข 3) บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงการสัมพันธภาพทางสังคมและการจัดระบบองค์กรที่ช่วยลดอุปสรรคต่อการฝึกปฏิบัติ 4) บันทึกผลของการพัฒนาการที่เป็นข้อค้นพบที่สำคัญของการวิจัย

จึงสรุปได้ว่าการนำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาศักยภาพนักเรียน จะช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาคุณภาพจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับสภาพการณ์ของผู้เรียนและสามารถแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้อย่างแท้จริงและจำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย มีการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้



ดีขึ้น สำหรับการปฏิบัติในครั้งต่อไป ซึ่งการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน (P-A-O-R) คือ มีการวางแผนการทำงานร่วมกับนักเรียนกลุ่มยุทธศาสตร์โรงเรียนเวียงตาล พินายคม ตามโครงการ “วิถีพอเพียง วิถีเวียงตาล” (Plan) ปฏิบัติการภาคสนามในการเป็นวิทยากรร่วมกัน (Action) ขณะปฏิบัติมีการสังเกต (Observation) บันทึกผลการทำงาน และนำผลการปฏิบัติการมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการสะท้อนกลับหลังการปฏิบัติงานร่วมกัน (Reflection) และนำมาปรับปรุงแก้ไขในการปฏิบัติงานครั้งต่อไป

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในโรงเรียน

ศิริภาณี อุปละ (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาจิตสำนึกและความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านสิ่งแวดล้อมโดยการใช้การสอนแบบโครงการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการรักษาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังได้รับการสอนแบบโครงการดีกว่าก่อนได้รับการสอนแบบโครงการ

สายฝน อินแก้ว (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมวิทย์ จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนา ความรู้ความเข้าใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม โดยการใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ ประกอบกับการใช้สื่อการสอนอย่าง หลากหลาย สามารถดึงดูดความสนใจและทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง สิ่งแวดล้อมดีขึ้น

นิพนธ์ สุชินัง (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของ นักศึกษาการศึกษานอก โรงเรียนในอำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า 1. นักศึกษามีพฤติกรรม การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมและแบ่งเป็นรายด้าน 3 ด้านคือด้านการอนุรักษ์อากาศ ด้านการอนุรักษ์ป่าไม้ และด้านการอนุรักษ์สัตว์ป่า อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการอนุรักษ์น้ำอยู่ในระดับสูง 2. นักศึกษาที่มีเพศ และระดับการศึกษาต่างกัน มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทุกด้านไม่แตกต่างกัน 3. นักศึกษาที่มีอายุ และ อาชีพต่างกันมีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวม ด้านการอนุรักษ์ดิน และด้านการอนุรักษ์ป่าไม้แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านการอนุรักษ์น้ำ ด้านการอนุรักษ์อากาศ และด้านการอนุรักษ์ สัตว์ป่า มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไม่แตกต่างกัน โดยสรุปนักศึกษามีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยรวม อยู่ในระดับปานกลาง โดยนักศึกษาที่เพศ และการศึกษาต่างกัน มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไม่ แตกต่างกัน ส่วนนักศึกษาที่มีอายุและอาชีพต่างกัน มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน

หทัยรัตน์ ธรรมาภิมุข (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง วิจัยพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนเพชรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนช่วง

ชั้นที่ 4 โรงเรียนเพชรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง (ร้อยละ 2.48) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้านวัฒนธรรมอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง (ร้อยละ 2.85) รองลงมาคือ พฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ด้านต้นไม้ไม่อยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง (ร้อยละ 2.51) และพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้านน้ำอยู่ในระดับปฏิบัติบ่อยครั้ง (ร้อยละ 2.50) 2. นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในแต่ละด้าน โดยเฉลี่ยดังนี้ (1) ด้านไฟฟ้า มีระดับการปฏิบัติบ่อยครั้ง (2) ด้านน้ำ มีระดับการปฏิบัติบางครั้ง (3) ด้านต้นไม้ มีระดับการปฏิบัติบ่อยครั้ง (4) ด้านดิน มีระดับการปฏิบัติบางครั้ง และ (5) ด้านวัฒนธรรม มีระดับปฏิบัติประจำ 3. การเปรียบเทียบพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนช่วง ชั้นที่ 4 โรงเรียนเพชรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีเพศ ผลการเรียน ระดับชั้นเรียนที่ต่างกันผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏ ดังนี้ 3.1 นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีเพศต่างกันมีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยรวมและเป็นรายด้าน 4 ด้าน แตกต่างกัน แต่มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้านน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนหญิงมีระดับพฤติกรรมการอนุรักษ์ด้านน้ำ (ร้อยละ 2.56) สูงกว่านักเรียนชาย 3.2 นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีผลการเรียนต่างกันมีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน ไม่แตกต่างกัน แต่มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนด้านไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.3 นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีผลการเรียนต่างกัน พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งมีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้านไฟฟ้ามากกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.4 นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ที่มีระดับชั้นต่างกันมีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมและเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ มีพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยรวมและรายด้าน 2 ด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

อัจฉรา ไชยสี (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนร่วมกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70 ที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการให้นักเรียนฝึกปฏิบัติกิจกรรมในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาอย่างรู้แจ้ง โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล ส่งผลให้เกิดความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในรายวิชาสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาที่ยั่งยืนที่มีต่อพฤติกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากการจัดกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ ความ

รับผิดชอบให้ทุกคนในกลุ่ม กิจกรรมเร้าความสนใจให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงกับนักศึกษาและยังได้ฝึกจากประสบการณ์จริง กิจกรรมที่ครอบคลุมหมายถึงศึกษาค้นคว้า สนุกสนาน ร่าเริงต่อกิจกรรมการเรียนการสอน จึงส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามหลักการ ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ทักษะทางสติปัญญา ความเจริญงอกงามทางสมอง

นันทวัน พัวพัน (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามหลักไตรสิกขา ต่อการพัฒนาการคิดแบบอภิปัญญา เรื่องระบบนิเวศและมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักไตรสิกขา สามารถพัฒนาการคิดแบบอภิปัญญาได้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดแบบอภิปัญญารวมทั้ง 3 องค์ประกอบในระดับค่อนข้างสูง เรื่อง ระบบนิเวศ (70.35%) และ เรื่องมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม (73.20%) หากแยกพิจารณาแต่ละองค์ประกอบย่อยของการคิดแบบอภิปัญญา ได้แก่ การตระหนักรู้ การวางแผน และการประเมินตนเอง พบว่า เรื่อง ระบบนิเวศ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเกิน ร้อยละ 70 ในด้านการตระหนักรู้ (74.13%) และการวางแผน (71.22%) ส่วนเรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเกินร้อยละ 70 ในด้านการตระหนักรู้ (84.74%) และ พบว่า แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ตามหลักไตรสิกขา ชั้นศีล ครูควรเตรียมความพร้อม ทางด้านกายและ วาจาของนักเรียน ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ชั้นสมาธินักเรียนรวบรวมจิตใจและความคิดให้แน่วแน่ เพื่อให้มีจิตใจที่สงบ พร้อมสำหรับทำกิจกรรมต่อไป และชั้นปัญญา ครูควรจัดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปัญญาได้ 3 ทางได้แก่ สุตมย ปัญญา (จากการฟัง) จินตามยปัญญา (จากการคิดพิจารณา) และภาวนามยปัญญา (จากการปฏิบัติ) เมื่อนักเรียนมี ปัญญา นำไปสู่การคิดแบบอภิปัญญาของตนเองได้โดยรู้ว่าตนเองคิดสิ่งใดและสามารถหาเหตุผลในสิ่งที่ตนเองทำ ได้ มีการตระหนักรู้รู้จักการวางแผน และการประเมินตนเอง

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

กฤษฎา พิงธรรม (2541) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติในชั้นเรียน เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ตามแนวการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า การจัด ประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ส่งผลให้ ผู้เรียนได้รับการพัฒนาศักยภาพตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ยังเป็นการปรับปรุงคุณภาพ การสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สายฝน อินแก้ว (2545) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรวิทย์ จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า การใช้กระบวนการวิจัยเชิง ปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง สิ่งแวดล้อม โดยการดำเนินการทำกิจกรรมตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่องจะ สามารถแก้ไขปัญหาที่พบได้ และจากกระบวนการดังกล่าวทำให้ครูได้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม ทำให้

การดำเนินกิจกรรมมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ มีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมที่ดีต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ดนัย บัวสลาพร (2550) ได้ดำเนินการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของโรงเรียนในเครือสังฆมณฑลราชบุรี ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการพัฒนาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างความตระหนักในปัญหาการมีส่วนร่วมร่วมกัน 2) ร่วมวางแผนและกำหนดทางเลือก ได้แก่ แผนปฏิบัติงาน การพัฒนาวิจัยในชั้นเรียน 3) ร่วมลงมือปฏิบัติตามแผนปฏิบัติงาน การพัฒนางานวิจัย 4) ร่วมประเมินผลและรายงานผล

สุกมาส เหมือนวงษ์ธรรม (2556) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสุพรรณบุรี ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ตามขั้นตอนการสอนวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวของแคมมัสและแมคเทกการ์ด คือขั้น ที่ 1 การวางแผน ศักยภาพ ปัญหาความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียน ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ และขั้นที่ 3 การสังเกต โดยการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปริญญลักษณ์ ตรีชะวะนันท์ (2557) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาวินัยสำหรับนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเขาช่อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีวินัยหลังการพัฒนาเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.35 จะเห็นได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาวินัยโดยใช้กระบวนการจัดกิจกรรมแนะแนว แบบประเมินพฤติกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรม สามารถพัฒนาวินัยของนักเรียนได้ทั้ง 3 ด้าน คือ วินัยด้านการตรงต่อเวลา วินัยด้านการแสดงความเคารพ และวินัยด้านการแต่งกาย ตั้งแต่เริ่มศึกษาค้นคว้า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมด้านการตรงต่อเวลา ด้านการแสดงความเคารพ และด้านการแต่งกายดีขึ้นตามลำดับ และทำให้การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้บรรลุตามกรอบพัฒนา

นันทวัน พัวพัน (2557) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้ตามหลักไตรสิกขา ต่อการพัฒนาศักยภาพการคิดแบบอภิปัญญา เรื่องระบบนิเวศและมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผู้วิจัยประสบปัญหาและต้องการแก้ไขปัญหและพัฒนาการคิดแบบอภิปัญญาของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามหลักไตรสิกขา ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1998) โดยมีวิธีการวิจัยซ้ำกันเป็นวงจร ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ (Action) ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) วงจรนี้เรียกว่า PAOR โดยสรุปนักเรียนพบว่า นักเรียนมีการคิดแบบอภิปัญญารวมทั้ง 3 องค์ประกอบคิดเป็นร้อยละ 55.28 และ 52.03 ตามลำดับ

อาทิตยา ปะทีเก (2561) ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหการจัดการผลผลิตของกลุ่มเกษตรกร ผลการวิจัยพบว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการของกลุ่มเกษตรกร เป็นการรวมของกลุ่มเกษตรกรผู้ประสบปัญหาการจัดการผลผลิต ร่วมกันแก้ปัญหการจัดการผลผลิต ลงมือปฏิบัติสรุปผลจนเสร็จสิ้นการดำเนินการ ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการแก้ปัญหา คือ หาปัญหาแล้ววางแผน ลงมือแก้ไขปัญหา และสะท้อนผลการแก้ไขปัญหา