

บทที่ 4

ผลกระทบความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อสังคม

ความรู้ หรือ วิทยาการของมนุษย์มีมาเป็นเวลายาวนานนับพันปี ก่อนที่จะมีการนับคริสต์ศักราช หรือพุทธศักราช แต่วิทยาการยุคใหม่ที่มีผลเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์อย่างมากนั้น เริ่มต้นตั้งแต่เกิดการพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ซึ่งวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ เริ่มต้นเมื่อประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 17 หรือประมาณ พ.ศ. 2350 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาเพียง 200-300 ปีเท่านั้น วิถีชีวิตของมนุษย์และสังคมโลก ได้เปลี่ยนแปลงไป จากเดิมอย่างสิ้นเชิง การพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ยุคใหม่จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง

รูปแบบของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ยุคก่อนสมัยการปฏิวัติวิทยาศาสตร์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิชาการสมัยก่อนการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ จะถูกนำเสนอในรูปแบบของตรรกวิทยา ซึ่งหมายถึงวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล ซึ่งก็จะมีขั้นตอนของการใช้เหตุผล เริ่มต้นจากการตั้งข้อสมมุติฐาน หรือเสนอแนวคิด หลังจากนั้นจะมีการตั้งข้อสังเกต อาจมีการทดลอง แต่การทดลองเป็นไปในลักษณะของการทดสอบโดยใช้เหตุผลหักล้าง แบบตรรกวิทยา มิใช่เป็นการทดลองในห้องทดลองวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นจะให้ข้อสรุปเป็น ขั้นตอนสุดท้าย

นักวิชาการ-นักวิทยาศาสตร์ยุคก่อนสนใจวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ มุ่งจุดสนใจอยู่ที่การค้นหาคำตอบของความลึกลับทางธรรมชาติว่ามีอย่างไร โดยจะไม่ถามว่า ทำไม แนวคิดวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลมาก คือ แนวคิดทางดาราศาสตร์ของอาริสโตเติล (Aristotle) ซึ่งมีเนื้อหาโดยย่อ กล่าวคือ อาริสโตเติลมีความเชื่อว่า โลกมีสัณฐานกลม ทั้งนี้โดยใช้เหตุผลว่า ถ้าให้คนเดินทางไปส่วนเหนือสุด ดาวดวงใหม่จะปรากฏที่ขอบฟ้าด้านเหนือ ขณะที่ดาวดวงเก่าหายไปไม่ปรากฏในขอบฟ้าด้านใต้ ซึ่งหากว่าโลกมีลักษณะแบนเราจะสามารถเห็นดาวทุกดวงได้จากทุกจุดบนพื้นโลก นอกจากนั้นอาริสโตเติลยังเสนอความคิดอีกว่า โลกเป็นศูนย์กลางของเอกภพและไม่เคลื่อนที่ ซึ่งเป็นข้อเสนอมืด และความเข้าใจของอาริสโตเติลเหล่านี้เอง ทำให้ดาราศาสตร์ในสมัยก่อนหน้าการปฏิวัติวิทยาศาสตร์ไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร สังคมยอมรับ และเชื่อถือความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ของอาริสโตเติลมาอย่างสม่ำเสมอจนถึงคริสต์ศตวรรษที่ 12-13

การปฏิวัติวิทยาศาสตร์

การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ หมายถึง การใช้วิธีการแบบวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย การตั้งข้อสงสัย การพิสูจน์ การทดลองอย่างมีขั้นตอน มีแบบแผนที่แน่นอน ในการจะหาคำตอบของคำถามหรือข้อสมมุติฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง

การปฏิวัติวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในคริสต์ศตวรรษที่ 17 แต่ผลงานค้นคว้าทางวิชาการที่นำไปสู่การปฏิวัติวิทยาศาสตร์นั้นเริ่มวางพื้นฐานตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 16 แล้ว และผลงานของนักวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ในช่วงเวลาคริสต์ศตวรรษที่ 16-18 ถือได้ว่าเป็นงานที่ทำให้คำว่า “การปฏิวัติวิทยาศาสตร์” มีความเป็นจริงขึ้น

ก่อนหน้าคริสต์ศตวรรษที่ 16 รูปแบบของการศึกษาจะเน้นการฟังและการท่องจำ แต่ในช่วงของคริสต์ศตวรรษที่ 16-18 รูปแบบของการศึกษาจะเน้นในเรื่องการสังเกต การค้นคว้า และการทดลอง ซึ่งรูปแบบการศึกษาใหม่นี้จะกระตุ้นการคิดค้นของนักวิชาการเป็นอย่างดีและนักวิชาการในช่วง 3 ศตวรรษดังกล่าวนี้ ก็ได้ผลิตผลงานทางวิชาวิทยาศาสตร์หลายชิ้นด้วยกัน จนทำให้วิชาวิทยาศาสตร์เป็นที่ยอมรับว่า สามารถใช้เป็นเครื่องมืออธิบายความลึกลับของจักรวาลได้ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ ซึ่งสมัยก่อนหน้าการปฏิวัติวิทยาศาสตร์นั้น นักเทววิทยาและนักปรัชญาจะเป็นผู้ชี้แนะในเรื่องเหล่านี้ สุดท้าย เมื่อมนุษย์เข้าใจธรรมชาติได้ดีพอ ก็เกิดความเชื่อมั่นที่จะควบคุมหรือเปลี่ยนวิถีทางของธรรมชาติ

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ในระยะแรก คริสต์ศตวรรษที่ 17-18 ยังเป็นไปอย่างเชื่องช้า และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทฤษฎียังมีได้ถูกเปลี่ยนเข้าสู่วิทยาศาสตร์ประยุกต์ ตลอดจนถึงมิได้ปรับเข้าสู่รูปของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นำวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม จนถึงคริสต์ศตวรรษที่ 19 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงปรากฏขึ้นในสังคมยุโรป และถึงคริสต์ศตวรรษที่ 20 การพัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นไปอย่างรวดเร็วอย่างคาดไม่ถึง ปัจจุบัน โลกของเราจึงจัดอยู่ในยุคของความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยี

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถานฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2525 ได้ให้คำจำกัดความของคำศัพท์ วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ และเทคโนโลยี ไว้ดังนี้

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้โดยการสังเกตและค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติ แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ

วิทยาศาสตร์ประยุกต์ หมายถึง วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยเรื่องราวต่าง ๆ ที่มุ่งประโยชน์
ในทางปฏิบัติยิ่งกว่าทางทฤษฎี เช่น วิชาแพทยศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์

เทคโนโลยี หมายถึง วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการที่นำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม

ประเภทของเทคโนโลยี

เทคโนโลยีมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับการนำเทคโนโลยีไปใช้ กล่าวคือ

1. เทคโนโลยีทางการแพทย์ ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับการแพทย์และ
สาธารณสุข อาทิ เครื่องตรวจคลื่นหัวใจ เครื่องเอกซเรย์ ยาประเภทต่าง ๆ
2. เทคโนโลยีทางการเกษตร ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับการเพาะปลูก การ-
เกษตรกรรม อาทิ เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตร ยาฆ่าแมลง
3. เทคโนโลยีทางการทหาร ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับการทหาร อาทิ การสร้าง
ขีปนาวุธ รถถัง
4. เทคโนโลยีทางการสื่อความหมาย ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับการสื่อ
ความหมาย อาทิ โทรศัพท์ โทรพิมพ์
5. เทคโนโลยีทางอุตสาหกรรม ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับอุตสาหกรรม
อาทิ จักรเย็บผ้าอุตสาหกรรม
6. เทคโนโลยีทางการค้า ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับการค้า
7. เทคโนโลยีทางการศึกษา ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับการศึกษา
8. เทคโนโลยีทางคหกรรม ได้แก่ เทคโนโลยีที่นำมาใช้เกี่ยวกับคหกรรม

ฯลฯ

ระดับของเทคโนโลยี

เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เกิดมานานแล้วอาจกล่าวได้ว่า แม้แต่ก่อนสมัยปฏิวัติวิทยาศาสตร์
มนุษย์ในสังคมต่าง ๆ ก็มีเทคโนโลยี ความแตกต่างของเทคโนโลยีที่มนุษย์ยุคสมัยต่าง ๆ นำมา
ใช้นั้น จึงอยู่ที่ “ระดับ” ของเทคโนโลยี ระดับของเทคโนโลยีจึงพอจัดแบ่งได้ดังนี้ คือ

1. **เทคโนโลยีระดับเริ่มต้น** เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่ในสังคมมนุษย์ยุคโบราณก่อนที่
จะมีการก่อตั้งรัฐขึ้น สังคมมนุษย์สมัยนี้มีลักษณะเป็นสังคมล่าสัตว์ เทคโนโลยีในสังคมจึง
อยู่ในรูปของการผลิตเครื่องมือล่าสัตว์ ได้รู้จักทำเครื่องมือด้วยหินและกระดูกสัตว์ที่มีด้ามยาว
เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือ มีการประดิษฐ์เครื่องติดแหลม โดยใช้หลักคานงัด

เพื่อให้สามารถพุ่งแหลนไปได้ไกลกว่าเดิมหนึ่งเท่าตัวและปลายแหลมมีเงียงงา เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าสัตว์ ต่อมา มนุษย์ยุคโบราณก็สามารถคิดทำธนูขึ้นได้ ซึ่งจะทำได้ไกลกว่าการพุ่งแหลนโดยใช้คานงัดถึง 4 เท่า นอกจากนั้น ยังมีการประดิษฐ์ ขวาน ฆ้อน จอบ เลื่อย ฯลฯ วัตถุที่นำมาใช้ประดิษฐ์จะได้แก่ไม้ หิน กระดุกสัตว์ ส่วนบ้านเรือน มนุษย์ก็สามารถปลูกบ้านเรือนเป็นที่อยู่อาศัยได้ ไม่ได้อาศัยอยู่ตามถ้ำอีกต่อไป บ้านเรือนจะปลูกสร้างด้วยดินเหนียวเป็นสิ่งสำคัญ แต่ก็ถือว่าเป็นเทคโนโลยีชนิดหนึ่งเช่นกัน

เป็นที่สังเกตได้ว่า เทคโนโลยีระดับต้นนี้จะเป็นไปในลักษณะที่นำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติเท่านั้น ยังมีได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม

2. เทคโนโลยีระดับกลาง เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่ในสังคมเกษตรกรรมยุคที่มนุษย์ตั้งถิ่นฐานแล้ว และมีรัฐเกิดขึ้นแล้วในหลายพื้นที่ ระยะเวลาที่มนุษย์มีความรู้ความก้าวหน้าในการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นหลายอย่าง มีการปลูกพืชใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น รู้จักการเลี้ยงสัตว์ ทำสวนผลไม้ สามารถทำระบบระบายน้ำเพื่อการเกษตร รู้จักวิธีในการหมักดองเพื่อถนอมอาหาร และที่สำคัญ มนุษย์ในสังคมเกษตรกรรมนี้สามารถประดิษฐ์เครื่องมือง่าย ๆ ที่ใช้ในการเกษตรได้ อาทิ เครื่องไถนา

การประดิษฐ์เครื่องใช้ในตอนต้น ๆ ยังคงใช้หิน เพียงแต่จะทำการขัดเกลาตกแต่งเพิ่มขึ้นกว่าเดิม ต่อมาจึงรู้จักทำเครื่องปั้นดินเผา เครื่องทอผ้า รู้จักใช้โลหะเช่น ทองแดง ทำเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมถึงการทำอาวุธด้วย ยุคนี้จึงเกิดวิทยาการอย่างหนึ่งขึ้นคือ การถลุงแร่ ซึ่งจะถูกระบุที่ใช้ผลิตอาวุธ ดินปืน เกือกม้า เครื่องเทียมม้า โกลน เครื่องหมนกลิ้งส่วาน สกรู การพิมพ์ การหล่อเหล็ก รถเข็น โรงสีลม โรงสีพลังน้ำ และในช่วงก่อนเริ่มสังคมอุตสาหกรรม ก็ได้มีการประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ กระจกยบิน เครื่องปั้นดินเผา และเครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้กำลังจากเครื่องยนต์

ในระยะของสังคมเกษตรกรรมเช่นกัน เมื่อความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น ถูกนำไปรวมกับวิทยาการอื่น ๆ จึงมีการต่อเรือใช้ใบ ที่เรียกว่าเรือใบเป็นยานพาหนะในการเดินทางน้ำ และเมื่อมีความรู้เรื่องเครื่องยนต์ เครื่องยนต์ก็จะถูกนำเข้าไปติดตั้งในเรือ เรือกลไฟ ชนิดง่ายจึงเกิดขึ้น เทคโนโลยีเหล่านี้จึงมีผลให้สังคมเกษตรกรรมในระยะปลาย มีการประกอบการค้าด้วย และสภาพสังคมโดยทั่วไปก็จะเปิดกว้างขึ้น

นวัตกรรมทั้งหลายดังที่กล่าวมา จะค่อย ๆ ถูกปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพทางเทคโนโลยีสูงขึ้น จนกลายเป็นพื้นฐานวิวัฒนาการสังคมเป็นสังคมอุตสาหกรรมในเวลาต่อมา

3. เทคโนโลยีระดับก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันอยู่ในสังคมอุตสาหกรรม ซึ่งจะเริ่มประมาณปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นไป

การปฏิวัติอุตสาหกรรมเกิดขึ้นครั้งแรกในคริสต์ศตวรรษที่ 18 และมีช่วงปรับตัวของการปฏิวัติอุตสาหกรรมอยู่ระหว่างคริสต์ศตวรรษที่ 18-19 นับจากปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา จึงจะกล่าวได้ว่าสังคมอุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นอย่างแท้จริงในสังคมตะวันตกและจนถึงคริสต์ศตวรรษที่ 20 สภาพสังคมอุตสาหกรรมจึงเกิดขึ้นในเอเชียและทวีปอื่น ๆ ของโลก แต่ทั้งนี้ ในอีกหลายพื้นที่ของโลกสภาพสังคมเกษตรกรรมก็ยังคงมีอยู่เช่นกัน

อังกฤษเป็นประเทศแรกที่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรม สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่อังกฤษสามารถปฏิวัติระบบเศรษฐกิจได้สำเร็จ เป็นเพราะมีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และมีการประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยีในระยะ ค.ศ. 1760-1830 กล่าวคือ การทอผ้าด้วยเครื่องจักร ความก้าวหน้าและการขยายตัวของอุตสาหกรรมเหล็ก การใช้พลังงานเครื่องจักรไอน้ำ

เครื่องซีดีที่สุดอย่างหนึ่งที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี คือ การเปลี่ยนชนิดพลังงาน แต่เดิมคนและสัตว์จัดว่าเป็นพลังงานสำคัญที่ใช้ในการทำงาน เช่น การดันลาก ยก ตัด ขุด จะทำได้โดยใช้พลังกล้ามเนื้อของคนและสัตว์ สำหรับบางกรณีที่ใช้พลังน้ำและพลังลมก็เพียงใช้กันในรูปแบบง่าย ๆ ด้วยการใช้กังหันน้ำและกังหันลมซึ่งเป็นเทคโนโลยีระดับต้นเท่านั้น ก่อนปี ค.ศ. 1850 โดยภาพรวมของสังคมก่อนปี ค.ศ. 1850 แหล่งพลังงานเดิมดังที่กล่าวมายังคงใช้อยู่มาก ถึงแม้ว่าการปฏิวัติอุตสาหกรรมจะเกิดขึ้นแล้วก็ตาม แต่ในสังคมปัจจุบัน พลังงานที่ใช้อยู่เกินกว่าร้อยละ 90 จะเป็นพลังงานที่ได้มาจากถ่านหิน น้ำมัน ปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ พลังไฟฟ้าจากน้ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานนิวเคลียร์

ความสำคัญของเทคโนโลยีต่อชีวิตมนุษย์

เทคโนโลยีเป็นวิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม ฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจึงเป็นรากฐานของการเปลี่ยนแปลงของสังคม และเป็นรากฐานของวิวัฒนาการทางสังคมด้วย

1. เทคโนโลยีทางการแพทย์ทำให้มนุษย์มีร่างกายที่แข็งแรงขึ้น อัตราการมีชีวิตรอดของทารกแรกเกิดมีจำนวนมากขึ้น อัตราการตายของประชากรโดยทั่วไปลดลง และประชากรโดยทั่วไปจะมีชีวิตยืนยาวมากขึ้นกว่าเดิม เทคโนโลยีจึงมีผลยืดความสามารถของร่างกายมนุษย์ออกไปได้อีกมาก

2. ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลให้มนุษย์คิดสร้างกล้อจลทัศน์ โทรทัศน์ โทรศัพท์ รถ เรือ เครื่องบิน ทำให้ได้เห็นมากขึ้นและไกลขึ้น ได้ยินไกลขึ้น เดินทางไปเร็วและไกลขึ้น

3. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ให้พลังงานสูง ทำให้มนุษย์ผลิตสินค้าที่มีคุณภาพมากขึ้น ผลิตได้เร็วและมีจำนวนมากขึ้นกว่าเดิมอย่างนับเปรียบเทียบกันไม่ได้

4. เทคโนโลยีช่วยแก้ปัญหาสังคมได้ อาทิ เทคโนโลยีทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็น เครื่องแทรกเตอร์ เครื่องจักรที่ใช้เก็บเกี่ยวพืช หรือเครื่องวัดความชื้นของข้าว เครื่องมือเหล่านี้ จะช่วยลดปัญหาความอดอยากของประชาชนที่ยากจน หรือปัญหาการเอาใจเปรียบของพ่อค้าคนกลางต่อชาวนาได้

5. เทคโนโลยีช่วยวางแผนการพัฒนาประเทศได้ ซึ่งต่างกับสมัยก่อน การเปลี่ยนแปลงทางสังคมจะปรับตัวไปตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ แต่เมื่อเทคโนโลยีสามารถทำสิ่งที่ธรรมชาติกำหนดได้ มนุษย์ที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยีก็สามารถเอาชนะธรรมชาติ และวางแผนอนาคตได้

อิทธิพลของเทคโนโลยีต่อบุคคล กลุ่มคน และสถาบัน

1. เทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์ ด้วยเทคโนโลยีมนุษย์สามารถดัดแปลงธรรมชาติให้เป็นประโยชน์กับตนเองได้มาก กล่าวคือ เมื่อต้องการเพิ่มผลผลิตของสินค้าเกษตรกรรม มนุษย์จะใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อเร่งให้พืชเจริญเติบโต และใช้เป็นยาฆ่าแมลง มนุษย์ใช้เครื่องจักรกลต่าง ๆ ในการทำให้ที่ดินที่กันดารกลายเป็นที่เพาะปลูกได้ อาทิ ด้วยการสร้างเขื่อนและระบบชลประทานโดยทั่วไป ชาวนา ชาวไร่ไม่ต้องทำงานหนักเหมือนดังสมัยก่อน ไม่ต้องลากคันไถ หรือหักรั้งถางพงด้วยตนเอง แต่จะใช้เครื่องจักรกลเข้าทำหน้าที่แทนในบางส่วนหรือทั้งหมด และเนื่องจากการใช้เทคโนโลยีทำให้สามารถผลิตสินค้าได้มากขึ้น คนเหล่านี้จึงมีฐานะความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

การใช้เครื่องจักรกลในการกลสิกรรม ความต้องการแรงงานในภาคเกษตรกรรมจึงลดลง จำนวนของชาวนาที่ว่างงานจึงมากขึ้น คนเหล่านี้ต้องเข้าหางานทำในเมือง ตัวอย่าง ในปี ค.ศ. 1800 สหรัฐอเมริกามีประชากรที่ทำอาชีพกลสิกรรมและเหมืองแร่อยู่ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ปี 1900 เหลือเพียง 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แสดงว่าผู้คนเข้ามาหางานทำในเมืองกันมาก เท่ากับว่ามีคนกลุ่มใหญ่ขึ้นที่จะต้องมีชีวิตเป็นคนเมือง ซึ่งเป็นวิถีชีวิตอีกรูปแบบหนึ่ง ต่างไปจากสังคมชนบทที่กลุ่มคนเหล่านี้เคยอยู่มาก่อน กลุ่มคนเหล่านี้เปลี่ยนสภาพจากชาวนามาเป็นกรรมกร หรือผู้ใช้แรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม ชีวิตจะขึ้นอยู่กับค่าจ้างแรงงานต้องเผชิญกับภาวะการว่างงาน และต้องใช้ชีวิตอยู่ในชุมชนแออัด

การเปลี่ยนแปลงเป็นสังคมอุตสาหกรรม ทำให้วิถีชีวิตของระบบครอบครัวเปลี่ยนแปลงไป ในสังคมกลสิกรรมบทบาททั้งหลายของบุคคลจะมีความกลมกลืนเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ศาสนาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตและการงาน ก็มีได้แยกออกจากครอบครัว ในสังคมอุตสาหกรรม แต่ละบทบาทแยกออกจากกัน คนต้องออกไปทำงานนอกบ้าน และคนงานจะกำหนดจังหวะ

การทำงานของตนเองไม่ได้ เพราะต้องประสานกับคนอื่น ๆ ทุกอย่างจึงต้องตรงเวลา และ การที่พ่อแม่ ต้องออกไปทำงานนอกบ้าน ทำให้พ่อ-แม่ มีความใกล้ชิดกับลูกน้อยลง จึงทำให้ การควบคุมดูแลลูกหลานของตนน้อยลงด้วย

2. เทคโนโลยีนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงรากฐานอำนาจของสังคม ในอดีตเมื่อเป็น สังคมเกษตรกรรม รากฐานอำนาจของสังคมจะอยู่ที่ “ที่ดิน” เท่านั้น ที่ดินเป็นแหล่งผลิต อาหาร และที่ดินเป็นที่อาศัยของบุคคล ซึ่งกลุ่มชนเหล่านี้จะเป็น “กำลัง” ให้กับเจ้าของที่ดิน ที่ดินจึงเป็นรากฐานของอำนาจ แต่เมื่อเป็นสังคมอุตสาหกรรมกิจการหรืออุตสาหกรรมจะมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของสังคม รากฐานของอำนาจในสังคมจึงมีอยู่ 2 อย่าง คือ กรรมสิทธิ์ในที่ดินอย่างหนึ่ง และการเป็นเจ้าของกิจการค้าหรืออุตสาหกรรมอีกอย่างหนึ่ง

3. เทคโนโลยีนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงระบบชนชั้นของสังคม สมัยสังคมกสิกรรม โดยทั่วไป ชนชั้นในสังคมจะประกอบด้วย ชนชั้นสูง ได้แก่ขุนนาง อยู่ในฐานะชนชั้นผู้ปกครอง และชนชั้นต่ำ ได้แก่ ชาวนา เป็นหลัก กลุ่มชนพ่อค้าจะมีอยู่เป็นจำนวนน้อย จึงอาจไม่ถูกจัด เข้าสู่ระบบชนชั้นในสังคม ระบบชนชั้นในสังคมเกษตรกรรม จึงมีที่ดินเป็นดรชนชั้นในการกำหนด

สมัยสังคมอุตสาหกรรม ระบบชนชั้นจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นดังนี้ ชนชั้นสูง ได้แก่ ชนชั้นผู้ปกครอง ซึ่งจะหมายถึงบุคคลใด หรือ คนกลุ่มใดก็ตาม ที่มีฐานะอำนาจทางเศรษฐกิจ ชนชั้นกลาง ได้แก่ กลุ่มชนพ่อค้า และกลุ่มคนที่รายได้ปานกลาง ชนชั้นต่ำ ได้แก่ ชาวนา และผู้ใช้แรงงาน เป็นกลุ่มที่มีฐานะยากจน การจัดแบ่งชนชั้นในสังคมอุตสาหกรรม จะใช้ ความมั่งคั่งและอาชีพเป็นตัวกำหนด

4. เทคโนโลยีนำไปสู่ระบบการแบ่งงาน สำหรับสังคมที่มีเทคโนโลยีระดับสูงบุคคลากร จะต้องมีความรู้มากจึงจะบริหารงานได้ ขณะที่คนอีกบางกลุ่มยังมีความรู้ไม่เพียงพอ นอกจากนั้น แต่ละคนไม่สามารถที่จะมีความรู้พอที่จะทำทุก ๆ อย่างได้ ดังนั้น จึงต้องมีการแบ่งงานกันทำ ตามความถนัด และแต่ละคนก็จะมี ความชำนาญพิเศษเฉพาะในงานของตน อาทิ เมื่อจะสร้างบ้าน ก็จะต้องมีสถาปนิก ช่างไม้ ช่างเหล็ก ช่างปูน ช่างสี ช่างไฟฟ้า ช่างประปา ซึ่งในสังคมที่มี เทคโนโลยีต่ำ คนกลุ่มเล็ก ๆ เพียง 1-2 คน ก็สามารถสร้างบ้านได้แล้ว

แม้แต่ในระดับองค์กรก็จะมีระบบการแบ่งงานเช่นกัน ในสังคมที่มีเทคโนโลยีสูง โรงงานอุตสาหกรรมแต่ละแห่งก็จะทำการผลิตสินค้าเพียง 1 ชนิดเท่านั้น เช่น โรงงานอุตสาหกรรมรถยนต์ จะผลิตเฉพาะรถยนต์ แม้แต่วิชาชีพก็จะแบ่งแยกตามแขนงความรู้ กล่าวคือ ครู-อาจารย์ ก็จะถูกแยกเป็น ครูอนุบาล ครูประถม ครูมัธยม วิชาชีพแพทย์ก็จะแบ่งเป็น ทันตแพทย์ อายุรแพทย์ ศัลยแพทย์ เป็นต้น

อิทธิพลความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและการปฏิวัติอุตสาหกรรม

ตามประวัติศาสตร์ ก่อนที่จะมีการปฏิวัติวิทยาศาสตร์เมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 17 นั้น สังคมตะวันตกหรือสังคมทวีปยุโรปนั้นมีการพัฒนาการทางด้านการผลิตน้อยมาก กล่าวคือ ตลอดสมัยโบราณและสมัยกลาง งานสร้างสรรค์ของสังคมมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ที่มุ่งโดยตรงในด้านการปรับปรุงเทคนิคด้านการผลิตอย่างมีระบบแบบอุตสาหกรรม สิ่งประดิษฐ์ที่มีกันจะเป็นแบบง่าย ๆ เช่น พลอกคอกม้า ซึ่งกว่าจะมีการค้นพบได้ก็รอจนถึงสมัยกลาง (ประมาณ ค.ศ. 453-1500) ชาวอียิปต์ ชาวกรีก และชาวโรมัน ถึงแม้ว่าจะมีความรู้มีวิทยาการ แต่มีความสนใจมุ่งเฉพาะเทคนิคที่ดงามด้านสถาปัตยกรรม ไม่ได้สนใจเทคนิคของการผลิต และสภาพความไม่สนใจในเทคนิคของการผลิตของคนสังคมตะวันตกเป็นอยู่จนถึงหลังการปฏิวัติวิทยาศาสตร์

ความก้าวหน้าของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อการเกิดและการเจริญเติบโตของการอุตสาหกรรม มีดังนี้

1. ความรู้วิทยาศาสตร์ทางชีววิทยา ได้เอื้อให้มนุษย์มีความรู้เกี่ยวกับพืชและสัตว์ จึงทำให้การประกอบการเกษตรกรรมทำได้ผลดี ซึ่งผลผลิตเกษตรกรรมจะเป็นวัตถุดิบสำคัญ ป้อนโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย
2. ความรู้วิทยาศาสตร์ทางฟิสิกส์ จะเอื้อให้มนุษย์ผลิตเครื่องจักรกลได้
3. ความรู้วิทยาศาสตร์ทางเคมี ได้เอื้อให้มนุษย์รู้จักและสามารถแปรรูปวัตถุดิบตามธรรมชาติให้เป็นผลสำเร็จได้ตามต้องการ

ความรู้วิทยาศาสตร์ทุกสาขาให้คุณต่อการอุตสาหกรรม มิใช่เฉพาะวิทยาศาสตร์ในสาขาที่กล่าวมาข้างต้นเท่านั้น อย่างไรก็ตาม จะต้องตระหนักว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ถ้ารู้เพียงในตำรา รู้แต่เรื่องทฤษฎี ไม่มีการนำมาใช้ หรือไม่ทำให้เกิดสภาพ “วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี” ความรู้ในทฤษฎีวิทยาศาสตร์เหล่านั้นจะด้อยค่าลงเป็นอันมาก

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้การปฏิวัติวิทยาศาสตร์เปลี่ยนไปสู่การปฏิวัติทางอุตสาหกรรม มนุษย์รู้จักนำเครื่องจักรกลที่นักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์คิดค้นได้ช่วยทำงานแทนการทำงานด้วยมือของมนุษย์ เช่น เครื่องปั่นด้าย ทอริโมมิเตอร์ เครื่องมือชุดแร่ ฯลฯ ผลที่เกิดขึ้นทำให้ผลิตสินค้าได้รวดเร็ว และปริมาณมาก การประกอบการอุตสาหกรรมซึ่งเป็นพฤติกรรมทางเศรษฐกิจชนิดใหม่จึงเกิดขึ้น

สังคมยุโรปรู้จักการประดิษฐ์สินค้าอยู่แล้ว แต่การประดิษฐ์สินค้านั้นจะทำด้วยมือเกือบทั้งหมดหรือทั้งหมด จึงเรียกว่า การหัตถกรรม การเกิดของอุตสาหกรรมจึงถือว่าเป็นสิ่งใหม่ มีลักษณะการประกอบการแตกต่างไปจากการทำหัตถกรรมโดยสิ้นเชิง ด้วยเหตุนี้ จึงเรียกว่า

เป็นการปฏิบัติ ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง อันได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของลักษณะ การประกอบการ และการเปลี่ยนแปลงของเป้าหมายของการประกอบการ

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะการประกอบการ

1. การผลิตสินค้าจะใช้เครื่องจักรเข้าแทนที่แรงงานคนหรือ การใช้เครื่องจักรแทนมือคน
2. สถานที่ประกอบการจะจัดโดยเฉพาะ เรียกว่า โรงงาน ซึ่งอาจมีขนาดใหญ่หรือ เล็กก็ได้ แต่การผลิตสินค้าจะมีได้กระทำอยู่ในครัวเรือนอีกต่อไป
3. เงินลงทุนเพื่อประกอบการจะมีจำนวนที่มากขึ้น จะเป็นเงินก้อนใหญ่
4. จำนวนคนงานที่ใช้ผลิตสินค้า (ถึงจะใช้เครื่องจักรผลิตสินค้า แต่ยังคงต้องใช้ แรงงานคนด้วยเช่นกัน) จะมีเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เป็นไปตามขนาดของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ๆ
5. จำนวนสินค้าที่ผลิตออกมาแต่ละครั้ง ๆ ของการใช้เครื่องจักรจะมีเป็นจำนวน หลาย ๆ ชิ้น มีใช้ผลิตได้ที่ละชิ้นเหมือนเมื่อสมัยที่ผลิตสินค้าด้วยมือคน

การเปลี่ยนแปลงเป้าหมายของการประกอบการ

การอุตสาหกรรมมีเป้าหมายของการผลิตสินค้า “เพื่อขายและหากำไร” มีใช้ผลิตสินค้า เพื่อการบริโภคภายในครัวเรือนดังเช่นสมัยก่อนอีกต่อไป

ความหมายของอุตสาหกรรม

สิ่งที่เรียกว่า อุตสาหกรรม หรือ การอุตสาหกรรม จะมีความหมายได้หลายอย่าง กล่าวคือ

1. หมายถึงการทำสิ่งของให้เป็นสินค้า เป็นการนำเอาวัตถุดิบจากธรรมชาติมาปรุงแต่ง ให้อยู่ในสภาพที่จะใช้สอยต่อไป เช่น อุตสาหกรรมทำกระดาษ อุตสาหกรรมประเภทนี้จะนำ เยื่อไม้ (หรือวัตถุดิบใด) มาแปลงสภาพเป็นกระดาษ เป็นต้น
2. หมายถึงการทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มขึ้นทางเศรษฐกิจ เช่น อุตสาหกรรมเสื้อผ้า สำเร็จรูป อุตสาหกรรมประเภทนี้จะนำผ้าผืนซึ่งยังมิได้ทำการตัดเย็บแต่อย่างใด แล้วออกแบบ ตัดเย็บเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูป ผ้าผืนที่นำมาใช้ถือว่าเป็นวัตถุดิบเช่นกัน แต่เป็นวัตถุดิบชนิดที่ ปรุงแต่งจากวัตถุดิบตามธรรมชาติ การนำผ้าผืนมาตัดเย็บตามรูปแบบที่ตลาดต้องการ จึงเป็น การเพิ่มมูลค่าขึ้นทางเศรษฐกิจ
3. หมายถึงการทำสิ่งของเพื่อให้เกิดเป็นกำไร ความหมายนี้จะสะท้อนถึงเป้าหมาย ของการประกอบการอุตสาหกรรมที่ว่า สินค้าที่ผลิตขึ้นนั้นมุ่งหมายเพื่อขาย แสวงหากำไรมิใช่ ผลิตขึ้นเพื่อการบริโภคของผู้ผลิต

4. หมายถึงการประกอบธุรกิจขนาดใหญ่ที่ต้องใช้แรงงานและทุนมาก การอุตสาหกรรมในความหมายนี้ บ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะการประกอบการ เจ้าของกิจการต้องมีทุนมากและในขั้นตอนของการผลิตก็ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก

การอุตสาหกรรมจะมีความหมายอย่างไรอย่างหนึ่ง ตามที่กล่าวมาข้างต้นเพียงประการเดียวก็ได้ หรือ หลายอย่างรวมกันก็ได้

อังกฤษ : ประเทศผู้นำการปฏิวัติอุตสาหกรรม

อังกฤษเป็นประเทศแรกของโลกตะวันตกที่ทำการปฏิวัติอุตสาหกรรม การปฏิวัติอุตสาหกรรมของอังกฤษเกิดขึ้นเมื่อประมาณกลางคริสต์ศตวรรษที่ 18 หรือประมาณ ค.ศ. 1750 ปัจจัยเอื้ออำนวยที่ทำให้อังกฤษทำการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้สำเร็จ พอกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1. การเป็นเจ้าของงานการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์ชาวอังกฤษได้ผลิตงานคิดค้นใหม่หลายชิ้น อาทิ จอห์น เคย์ (John Kay) ประดิษฐ์เครื่องทอผ้าชนิดกระสวยพุ่ง ริชาร์ด อาร์คไรท์ (Richard Arkwright) ประดิษฐ์เครื่องปั่นฝ้าย เป็นต้น นอกจากนี้ ค.ศ. 1660 ได้มีการก่อตั้ง รอแยล อคาเดมี (Royal Academy) ขึ้นเป็นแหล่งของกิจกรรมทางวิชาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาวิทยาศาสตร์ ประเทศอังกฤษจึงเป็นศูนย์กลางของวิชาการของยุโรปในขณะนั้น

2. มีถ่านหินเป็นทรัพยากรธรรมชาติภายในประเทศ ถ่านหินเป็นพลังงานที่สำคัญในการประกอบการอุตสาหกรรมระยะต้น เป็นพลังงานที่เข้าแทนที่พลังงานไอน้ำ

3. มีทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นสำหรับการอุตสาหกรรมพื้นฐาน อันได้แก่ เหล็ก

4. มีตลาดการค้าที่กว้างใหญ่อยู่แล้ว เนื่องจากเป็นประเทศพ่อค้ามาก่อน เมื่อผลิตสินค้าอุตสาหกรรมได้เอง การหาตลาดเพื่อขายสินค้าจึงเป็นไปได้สะดวก

5. มีความร่ำรวย เนื่องจากเป็นประเทศทำการค้าขายอยู่แล้ว ความร่ำรวยจึงทำให้การระดมเงินทุนเพื่อการอุตสาหกรรมเป็นไปได้

6. มีแรงงานมากพอที่จะสนองตอบความต้องการแรงงานของภาคอุตสาหกรรมทั้งนี้ เพราะก่อนหน้านั้น อังกฤษได้มีการปฏิวัติเกษตรกรรมอยู่แล้ว ซึ่งแรงงานภาคเกษตรกรรมจะล้นไหลเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมได้ในทันที

ระยะของการปฏิวัติอุตสาหกรรม

หลังจากที่ประเทศอังกฤษได้ทำการปฏิวัติอุตสาหกรรมแล้วประเทศอื่น ๆ ในทวีปยุโรปก็ได้มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมตามมาเป็นระยะ ๆ ทั้งนี้รวมถึงประเทศสหรัฐอเมริกาด้วย

การพัฒนาการของอุตสาหกรรมในโลกตะวันตก นับแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 18 จนถึงคริสต์ศตวรรษที่ 20 นี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ* กล่าวคือ

1. **การปฏิวัติอุตสาหกรรมระยะที่หนึ่ง** เกิดขึ้นประมาณระหว่าง ค.ศ. 1750-1850 เป็นระยะที่มีการนำเครื่องมือต่าง ๆ มาใช้ในการอุตสาหกรรม ที่สำคัญคืออุตสาหกรรมทอผ้าในอังกฤษ

2. **การปฏิวัติอุตสาหกรรมระยะที่สอง** เกิดขึ้นประมาณระหว่าง ค.ศ. 1850-1930 เป็นระยะที่มีการประดิษฐ์เครื่องปั้นไฟ การทำเหล็กกล้า และเครื่องยนต์ ฯลฯ

3. **การปฏิวัติอุตสาหกรรมระยะที่สาม** เกิดขึ้นในช่วงเวลาประมาณ ค.ศ. 1930 เป็นต้น มาจนถึงปัจจุบัน ลักษณะสำคัญของการปฏิวัติระยะที่สามนี้จะอยู่ที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สังคมที่ครอบครองและเป็นผู้นำเทคโนโลยีด้านนี้จะสามารถทำหน้าที่ในการพัฒนาอุตสาหกรรมเหนือประเทศอื่น ๆ ได้

ชนิดของอุตสาหกรรม

การประกอบอุตสาหกรรมแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของการประกอบการ กล่าวคือ

1. **อุตสาหกรรมหนัก** หมายถึง อุตสาหกรรมที่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ ใช้แรงงาน และเงินทุนสูง และเป็นประเภทอุตสาหกรรมพื้นฐาน เป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตวัตถุดิบหรือสินค้าที่รองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมอื่น ๆ การประกอบการชนิดที่เรียกว่า อุตสาหกรรมหนักได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือและเครื่องจักรกล

2. **อุตสาหกรรมเบา หรือ อุตสาหกรรมขนาดย่อม** หมายถึง อุตสาหกรรมที่นำเครื่องจักรกล อันเป็นผลจากอุตสาหกรรมหนักมาผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ อุตสาหกรรมประเภทนี้มักเป็นกิจการที่ใช้ต้นทุนไม่สูงนัก เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมทำแก้ว

3. **อุตสาหกรรมในครัวเรือน** หมายถึง อุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็ก ที่มีลักษณะเป็นเครื่องทุ่นแรง ใช้ผลิตสินค้า และมักจะทำกันในครัวเรือนก็ได้ สินค้าที่เป็นผลผลิตของอุตสาหกรรมในครัวเรือน โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นสิ่งประดิษฐ์ มักเป็นสินค้าประเภทหัตถกรรม เช่น อุตสาหกรรมดอกไม้ประดิษฐ์

การเลือกใช้เทคโนโลยีกับการอุตสาหกรรม

เทคโนโลยีมีความจำเป็นต่อการเกิดและการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากเทคโนโลยี มีหลายระดับ และอุตสาหกรรมก็มีหลายชนิดและหลายระดับ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการ

*การจัดแบ่ง“ระยะ” ของการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็น 3 ระยะโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นตัวกำหนด

“เลือกใช้” เทคโนโลยีบางระดับ ที่พอเหมาะกับชนิดและระดับของอุตสาหกรรม ยิ่งกว่านั้น ในกรณีที่ประเทศเจ้าของอุตสาหกรรมมิได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยี ต้องมีการนำเข้าเทคโนโลยี จากต่างประเทศ การเลือกระดับของเทคโนโลยียังจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมทางสังคมของประเทศตนเองอีกด้วย ข้อมูลที่ควรพิจารณาก่อนการนำเข้าซึ่งเทคโนโลยีมีดังนี้

1. **การได้มาซึ่งเทคโนโลยีที่มีราคาสูง** การได้มาซึ่งเทคโนโลยีในปัจจุบันต้องมีการซื้อ-ขาย เจ้าของเทคโนโลยีจะมีอำนาจในการต่อรองมากกว่าผู้ซื้อ เช่น เทคโนโลยีในการขุดเจาะน้ำมัน เมื่อนำเทคโนโลยีมาใช้ในการอุตสาหกรรม สินค้าอุตสาหกรรมจะมีราคาสูงขึ้นอย่างแน่นอน

2. **การได้มาซึ่งเทคโนโลยีไม่เหมาะสม** ปัญหานี้เกิดขึ้นสืบเนื่องจากวิทยาการถูกค้นคิดขึ้น ในสภาพแวดล้อมเฉพาะแห่ง ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในประเทศอื่น ประสิทธิภาพอาจไม่เป็นตามการคาดหมาย เช่น เทคโนโลยีที่มุ่งประหยัดแรงงาน เป็นความจำเป็นสำหรับประเทศที่มีแรงงานน้อยและราคาแพง เทคโนโลยีประเภทนี้จะไม่เหมาะที่จะใช้ในประเทศที่มีแรงงานเหลือเฟือและราคาถูก เทคโนโลยีที่อยู่ในรูปของเครื่องจักรกลระดับสูงลักษณะนี้จึงเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตให้สูงกว่าที่ควร

3. **การได้มาซึ่งเทคโนโลยีที่มีแต่ข้อจำกัด** เช่นไปถึงแหล่งที่ต้องซื้อวัตถุดิบเครื่องจักรและอุปกรณ์ หรือมีข้อจำกัดในการพัฒนาเทคโนโลยีนั้น เทคโนโลยีประเภทนี้ทำให้ผู้ซื้อไม่สามารถใช้เทคโนโลยีนั้นได้เต็มที่ และไม่อาจเลือกใช้ปัจจัยในการผลิตที่ถูกกว่านั้นได้อีกเป็นต้น

การเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยี

การนำเข้าซึ่งเทคโนโลยีมีข้อเสียต่อประเทศผู้นำเข้า ซึ่งประเทศไทยก็ต้องเผชิญกับภาวะดังกล่าวนี้เช่นกัน การเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งสถาบันทางสังคมจะมีส่วนเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีได้

1. **สถาบันการศึกษา** ก่อนหน้านี้ สถาบันการศึกษามีหน้าที่สำคัญอย่างเดียว คือ การถ่ายทอดมรดกทางวัฒนธรรมที่ได้รับตกทอดมาจากอดีต ในศตวรรษที่แล้วมานี้เอง สถาบันการศึกษาระดับสูงถือกันว่ามีหน้าที่สำคัญเพิ่มขึ้นอีกอย่างหนึ่ง คือ เป็นศูนย์กลางการวิจัยต่าง ๆ และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ได้ จะทำให้ประเทศไทยเป็นอิสระได้บ้าง ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศแต่เพียงอย่างเดียว

2. **สถาบันเศรษฐกิจและการเมืองการปกครอง** หน่วยงานรัฐบาล เช่น สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย กลุ่มธุรกิจหรือบริษัทการค้าในประเทศที่ส่งเสริมการค้าค้นคว้าวิจัย เช่นการให้ทุนวิจัย จะเป็นองค์การตลอดจนเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะส่งเสริมให้

การศึกษา ค้นคว้า วิจัย เป็นไปได้ และเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตรงกับเป้าหมายของ การอุตสาหกรรมที่จะเกิดขึ้น

การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมในประเทศไทย

สมัยโบราณ เมื่อศูนย์กลางของอาณาจักรไทยอยู่ที่กรุงสุโขทัย (ประมาณ พ.ศ. 1764-1981) และกรุงศรีอยุธยา (ประมาณ พ.ศ. 1893-2310) ตามหลักฐานทางโบราณคดีและทาง เอกสารได้แสดงให้เห็นว่า สังคมไทยได้มีการประกอบการอุตสาหกรรม หรือที่เรียกว่าการ ผลิตกรรมแล้ว การผลิตที่สำคัญได้แก่ การผลิตเครื่องปั้นดินเผา ประเภทถ้วยชามต่าง ๆ รู้จักในชื่อว่า ถ้วยชามสังคโลก

สำหรับการอุตสาหกรรมระยะต้นของสมัยปัจจุบัน จะเป็นการนำเอาเครื่องจักรไอน้ำ และเครื่องเผาไหม้มาใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ โรงสีข้าว โรงหีบอ้อย โรงเลื่อย โรงไฟฟ้า โรงงานน้ำอัดลม โรงทำน้ำแข็ง เมื่อถึงปี พ.ศ. 2500 ประเทศไทยมีโรงงาน อุตสาหกรรมอยู่ประมาณ 10,000 โรง ขณะที่ในปี พ.ศ. 2532 จะมีโรงงานมากกว่า 50,000 โรง จึงกล่าวได้ว่า ระยะเวลาเพียง 20-30 ปีเท่านั้น การเจริญเติบโตของกิจการอุตสาหกรรมใน ประเทศขยายตัวเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว เป็นไปในลักษณะก้าวกระโดด

วัตถุประสงค์หลักในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมในประเทศไทยปัจจุบันนั้น กล่าวได้ว่า เกิดจากความต้องการ 3 ประการคือ

1. **ผลิตตามความต้องการภายในประเทศ** เช่น การสีข้าว การสกัดน้ำมันพืช
2. **ผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ** เช่น ปุ๋ย นม (ชนิดต่าง ๆ) ชิ้นส่วนรถยนต์
3. **ผลิตเพื่อการส่งออก** เช่น อาหารทะเลกระป๋อง เครื่องประดับอัญมณี สิ่งทอ และ เสื้อผ้าสำเร็จรูป

ความสำคัญของอุตสาหกรรมต่อสังคม

อุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อสังคมปัจจุบัน กล่าวคือ

1. **ให้ความสะดวกแก่มนุษย์** การมีเครื่องจักรกลทำให้มนุษย์มีความสะดวกในการผลิต สินค้า ไม่ต้องใช้แรงงานของตนเองจนเหน็ดเหนื่อยดังแต่ก่อน เช่น ชวนาเมื่อเก็บเกี่ยวข้าว ได้แล้ว จะนำข้าวเปลือกไปสีที่โรงสีข้าว ไม่ต้องใช้วิธีตำข้าวอีกแล้ว การอุตสาหกรรมสามารถ ผลิตสินค้าได้คราวละมาก ๆ และชนิดของสินค้าก็มีมากมายทำให้เกิดความสะดวกแก่มนุษย์ ในการซื้อหาสินค้าที่ตนต้องการ และยังมีราคาที่ไม่สูงมากนักอีกด้วย

2. เป็นแหล่งของการใช้แรงงาน ในแต่ละขั้นตอนของการประกอบอุตสาหกรรม การจัดหาวัตถุดิบ การแปรรูป การขนส่ง การขาย (การตลาด) จำเป็นต้องใช้แรงงานร่วมด้วยทั้งสิ้น ดังนั้นอุตสาหกรรมจึงจัดว่าเป็นแหล่งของการใช้แรงงาน เป็นแหล่งดูดซับแรงงานช่วยมิให้คนต้องเผชิญกับภาวะการว่างงานได้เป็นอย่างดี

3. ส่งเสริมความเจริญทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมทำให้ผลิตสินค้าได้คราวละเป็นจำนวนมาก ทำให้เพิ่มขีดความต้องการพิชผลเกษตรกรรม และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ เพื่อป้อนโรงงานอุตสาหกรรม การประกอบการอุตสาหกรรมจึงส่งผลเสริมความก้าวหน้าของภาคเกษตรกรรม และเมื่อนำผลิตผลอุตสาหกรรมไปขายยังตลาดต่างประเทศ รัฐบาลของประเทศนั้น ๆ ก็จะสามารถเก็บภาษีอากรได้มากขึ้น เงินรายได้เพื่อการพัฒนาประเทศจะสูงขึ้นตามไปด้วย

ปัญหาอันเกิดจากอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อการพัฒนาสังคมในโลกปัจจุบัน แต่การอุตสาหกรรมและการพัฒนาของอุตสาหกรรมอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสังคมได้เช่นเดียวกัน ดังจะพิจารณาได้ตามประเด็นต่อไปนี้

1. ภาวะมลพิษอันเกิดจากอุตสาหกรรม กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม ต้องใช้เครื่องจักรเป็นพื้นฐาน การทำงานของเครื่องจักรทำให้เกิดเสียงดัง ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้อากาศเสีย นอกจากนี้ ตามขั้นตอนของการผลิตจะมีของเน่าเสีย กากขยะที่จะต้องกำจัด ซึ่งถ้าไม่มีมาตรการควบคุมที่ดี เช่น ระบบกำจัดน้ำเสีย การทำลายขยะ ของเสียเหล่านี้จะส่งกลิ่นเหม็น เพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ หรือถ้าโรงงานอุตสาหกรรมใช้วิธีง่าย ๆ ด้วยการทิ้งของเสียเหล่านี้ลงแม่น้ำลำคลอง น้ำในแม่น้ำลำคลองก็จะพลอยเน่าเสียไปด้วยของเสียอันเป็นผลต่อเนื่องของกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมจะกลายเป็นพิษ ทำลายสุขภาพของคนที่อยู่อาศัยอยู่ในชุมชนใกล้เคียง

2. การใช้เครื่องจักรแทนแรงงาน การใช้เครื่องจักรแทนแรงงานคนเป็นลักษณะพื้นฐานของการอุตสาหกรรม ปัญหาอยู่ที่ว่า การนำเครื่องจักรเข้าแทนที่แรงงานคนนั้นจะส่งผลทางลบต่อสังคมหรือประเทศนั้นหรือไม่ เพียงใด กล่าวคือ สำหรับประเทศที่มีแรงงานมากขาดเทคโนโลยี แต่ทำการซื้อเครื่องจักร ราคาแพงเข้ามาใช้ เพื่อลดการจ้างแรงงาน ในกรณีเช่นนี้ ประเทศต้องเสียเงินเป็นจำนวนมากเพื่อซื้อเครื่องจักร ขณะเดียวกัน ประชากรที่เป็นแรงงานกลับไม่มีงานทำ ตกอยู่ในสภาพว่างงาน ถ้าการณ์เป็นเช่นนี้ การพิจารณาและตัดสินใจที่จะใช้เครื่องจักรแทนแรงงานต้องมีความรอบคอบ มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดปัญหาขึ้นได้

3. การเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับภาคเกษตรกรรม การเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมจะเพิ่มความต้องการวัตถุดิบสินค้าเกษตรกรรม พลังงานและเทคโนโลยี ในกรณีที่ภาคเกษตรกรรมไม่สามารถผลิตวัตถุดิบให้ได้ไม่พอ หรือภาคเกษตรกรรมไม่มีวัตถุดิบประเภทนั้น ก็จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำนองเดียวกัน ถ้าภายในประเทศไม่มีพลังงาน ไม่ได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยี การนำเข้าจะมากขึ้น ประเทศต้องจ่ายเงินตราต่างประเทศเพื่อซื้อสิ่งเหล่านี้ ปัญหาการขาดดุลชำระเงินของประเทศก็จะเกิดขึ้น ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึงความสมดุลของทั้งสองภาคเปรียบเทียบกัน เนื่องจากแต่ละภาคมีระดับการจ้างงาน การใช้พลังงาน และการใช้วัตถุดิบนำเข้าแตกต่างกัน ซึ่งล้วนเป็นปัญหาทางเศรษฐกิจที่สำคัญในอนาคต

ผลกระทบของความก้าวหน้าทางวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

ความรู้วิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจแล้ว ยังนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของคนในสังคมอีกด้วยที่สำคัญทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพความเป็นอยู่ของประชากร

ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักคิด นักประดิษฐ์ได้ผลิตผลงานเครื่องจักรกลรูปแบบต่าง ๆ มากมาย ซึ่งได้ส่งผลไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ ได้แก่ การปฏิวัติทางการค้า การปฏิวัติเกษตรกรรม และการปฏิวัติอุตสาหกรรม รูปแบบเศรษฐกิจใหม่เหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของคนในสังคมอย่างกว้างขวาง พอสรุปได้เป็นตัวอย่างดังนี้

1. เมืองขนาดใหญ่ หลังจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็นต้นมา “เมือง” ซึ่งถือว่าเป็นชุมชนขนาดใหญ่แล้ว ขนาดของตัวเมืองก็มีการขยายมากขึ้น เมืองขนาดใหญ่ของยุคแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เมืองอุตสาหกรรม ได้แก่ เมืองที่มีการประกอบการอุตสาหกรรมเป็นหลัก และเมืองศูนย์การค้า ได้แก่ เมืองที่เป็นศูนย์รวมของการพาณิชย์ ซึ่งการพาณิชย์ที่สำคัญของยุโรปสมัยคริสต์ศตวรรษที่ 18-19 เป็นการค้าทางทะเล เมืองศูนย์การค้าจึงถูกเรียกว่า เมืองท่า อีกชื่อหนึ่งด้วย

2. เขตชุมชนแออัด เขตชุมชนแออัดหรือสลัม คือเขตที่อยู่อาศัยในเขตเมือง จัดว่าเป็นเขตที่อยู่อาศัยของคนยากจน มีรายได้น้อย สภาพทั่วไปของเขตชุมชนแออัดจะอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม ขาดระบบสาธารณูปโภคที่ดี

3. ชนชั้นในสังคม การปฏิวัติอุตสาหกรรมทำให้ระบบเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงไป และยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบชนชั้นของสังคมอีกด้วย รูปแบบเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

จำเป็นต้องมีชนกลุ่มใหม่ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนายทุน ผู้เป็นเจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมและกลุ่มผู้ใช้แรงงาน หรือกรรมกร ผู้เป็นลูกจ้าง รับค่าจ้างเป็นค่าตอบแทนการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม

4. ทศนคติด้านการบริโภค คนในสังคมยุคใหม่สร้างทัศนคติด้านการบริโภครูปแบบใหม่ขึ้น โดยพัฒนาความต้องการบริโภคตามการพัฒนาของวิทยาการและเทคโนโลยี ความก้าวหน้าของวิทยาการและเทคโนโลยีทำให้มนุษย์ผลิตเครื่องอุปโภคบริโภคได้มากมายหลายชนิด ทั้งประเภทสิ่งจำเป็นขั้นพื้นฐานของการดำรงชีวิต และประเภทของฟุ่มเฟือย ซึ่งประชากรทั่ว ๆ ไป ได้สร้างทัศนคติที่จะบริโภคสินค้าอุปโภคบริโภคทั้งสองประเภท โดยเห็นว่าเป็นสิ่งจำเป็นของชีวิต

5. ระบบแบ่งงาน ภายหลังจากการปฏิวัติทางเศรษฐกิจ ปฏิวัติเกษตรกรรมและปฏิวัติอุตสาหกรรม ระบบการทำงานของคนในสังคมได้เปลี่ยนจากระบบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน หรือที่ในชนบทของไทยเรียกว่า "การลงแขก" ได้เริ่มจางลงและเกือบจะหายไปที่สุดในที่สุดพร้อมกับระบบการแบ่งงานกันทำได้เข้าแทนที่ ระบบการแบ่งงานกันทำจัดเป็นความจำเป็นของระบบโรงงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ กล่าวคือ โรงงานอุตสาหกรรมมีเครื่องจักรที่ต้องการคนที่มีความรู้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเหล่านี้ มิฉะนั้นจะเกิดการเสียหาย หรือการที่โรงงานอุตสาหกรรมยุคใหม่ มีสมรรถนะในการผลิตได้คราวละมาก ๆ ก็ทำให้ต้องการแรงงานที่มีความชำนาญในแต่ละจุดของการทำงาน เพื่อที่ว่าความรวดเร็วคล่องตัวจะมีได้สูง สามารถทำงานเคียงข้างไปกับการทำงานของเครื่องจักรได้เป็นต้น

ต่อมา ระบบแบ่งงานกันทำตามความชำนาญในระดับการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม มีแนวโน้มที่จะจัดระบบแบ่งงานกันผลิตในระดับประเทศ ดังจะเห็นได้จากการแบ่งประเทศในโลกเป็นกลุ่มประเทศอุตสาหกรรม กลุ่มประเทศเกษตรกรรม ยิ่งกว่านั้น ในบางครั้งยังมีการกล่าวถึงการจะแบ่งว่าประเทศใดควรผลิตสินค้าชนิดใดเป็นหลักอีกด้วย

6. ระบบการทำงานนอกบ้าน แต่เดิมนั้น ไม่ว่าจะเป็สังคมตะวันตกหรือสังคมไทย สมาชิกในครอบครัวทุกคนเป็นแรงงานในการประกอบการเศรษฐกิจของครอบครัวตนเอง ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นการประกอบการเกษตร ทำนา ทำไร่ หรือประกอบการหัตถกรรมหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน อาทิ ทอผ้า ตีเหล็ก สำหรับสังคมยุคใหม่ที่รับระบบโรงงานอุตสาหกรรม แต่ละคนจะต้องไปทำงาน ณ ที่แห่งหนึ่ง อาจเป็นกรรมกรโรงงานอุตสาหกรรม อาจเป็นกรรมกรรับจ้างทำนาทำไร่ในไร่นาของนายทุน อาจทำงานในร้านค้า ซึ่งก็คือการออกไปทำงานนอกบ้าน เกือบทุกชีวิตในครอบครัว ในสังคม ต่างต้องออกเดินทางจากบ้านในตอนเช้า เพื่อไปทำงาน ณ ที่แห่งหนึ่ง และจะกลับเข้าบ้านในตอนเย็นและตอนค่ำ

7. ความก้าวหน้าทางการแพทย์และสาธารณสุข นับจากคริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็นต้นมา เมื่อนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาเข้าใจสรีระของมนุษย์ดีขึ้น อาทิ วิลเลียม

โบลมอนต์ (William Beaumont ค.ศ. 1785-1853) ได้ศึกษาการทำงานและการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร เป็นต้น และนักวิทยาศาสตร์อีกหลายท่านสามารถคิดค้นตัวยารักษาโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ได้หลายชนิด อาทิ ลุยส์ ปาสเตอร์ (Louis Pasteur ค.ศ. 1822-1895) ผู้วางรากฐานทฤษฎีแบคทีเรีย และผลิตเซรุ่มป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิง (Alexander Fleming ค.ศ. 1881-1955) ผู้ค้นพบตัวยาปฏิชีวนะ หรือ เพนิซิลลิน เป็นคนแรก เป็นความก้าวหน้าทางการแพทย์และสาธารณสุขมีผลชะลอชีวิตของคนให้ยืนยาวขึ้น อัตราการตายลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสตรีมีครรภ์และเด็กแรกเกิด สุขภาพอนามัยของคนแข็งแรงขึ้น และอัตราการเกิดก็สูงขึ้นตามมา

อิทธิพลของวิทยาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อธรรมชาติ

ความลับของธรรมชาติในวันนี้จะเหลือน้อยลงทุกที เพราะความรู้วิทยาศาสตร์สามารถหาคำตอบได้และนำมาเปิดเผยให้เป็นความรู้สากลเพิ่มขึ้นทุกวัน ๆ ถึงแม้สังคมที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา ที่มีได้ทำการศึกษาค้นคว้าเรื่องวิทยาศาสตร์เอง แต่ด้วยปัจจัยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านการคมนาคมและการสื่อสาร การแพร่ขยายของความรู้เทคโนโลยีหลายแขนงจึงสามารถค้นคว้าได้โดยทั่วไป อาทิ หนังสือเรียน หนังสือพิมพ์ รายการโทรทัศน์ ภาพยนตร์ คนในทุก ๆ สังคมจึงสามารถใช้เทคโนโลยี ในระดับใดระดับหนึ่ง สนองตอบความต้องการพื้นฐานของชีวิตของตนเอง กล่าวคือ เสื้อผ้า อาหาร ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค สิ่งเหล่านี้ จะได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นตามระดับของเทคโนโลยีที่สังคมนั้นเป็นเจ้าของ ยิ่งไปกว่านั้น คนบางกลุ่มยังใช้เทคโนโลยีสร้างของปลอมเพื่อผู้อื่น ๆ สนองตอบความต้องการอันไม่สิ้นสุดอีกด้วย จึงปรากฏว่าธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็น พื้นดิน ทรัพยากรใต้ดิน ป่าไม้ แมแต่อากาศก็จะถูกนำมาดัดแปลงเพื่อสนองตอบความต้องการต่าง ๆ ของมนุษย์

ดังนั้น ขณะที่มนุษย์นำวิทยาการและเทคโนโลยีที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบใช้ดัดแปลงธรรมชาติ เพื่อสนองตอบความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ผลอีกด้านหนึ่งที่เกิดขึ้น คือ เกิดการทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ซึ่งการทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติจะส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน

สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและปัญหา

สิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อม หมายถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต และทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม

สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตมี 2 ประเภท ได้แก่ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ อาทิ ดิน น้ำ อากาศ แร่ธาตุ และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาทิ บ้านเรือน สารเคมี เป็นต้น

สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต ได้แก่ สัตว์ พืช และมนุษย์

สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่มีองค์ประกอบไม่เหมาะต่อการนำมาใช้ประโยชน์ แต่กลับเป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือก่อให้เกิดความรำคาญต่อมนุษย์ สภาพการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจาก จากคริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน นับเป็นเวลาประมาณ 300 ปีที่มนุษย์ได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ สิ่งแวดล้อมเป็นประโยชน์กับตัวมนุษย์ ได้วิทยาการสมัยใหม่ช่วยเพิ่มผลผลิตด้านเกษตรกรรม ทำให้เกิดความก้าวหน้าด้านอุตสาหกรรม สามารถหาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ มีการผลิตยานพาหนะทำให้การเดินทางเป็นไปอย่างสะดวกและรวดเร็ว ทำให้เกิดความก้าวหน้าทางการแพทย์ ทำให้คนมีชีวิตยืนยาวขึ้น ความสะดวกสบายและการอยู่ดีกินดีของมนุษย์ที่มีขึ้นเป็นผลจากการที่มนุษย์นำสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติมาใช้หรือบริโภคทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้ภาวะการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมจึงเกิดขึ้น ภาวะการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมจะเป็นผลร้ายต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สิ่งแวดล้อมที่มีสภาพเสื่อมโทรมนี้จะถูกเรียกว่าสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

สาเหตุที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษมีดังนี้

1. การทำลายทรัพยากรธรรมชาติ
2. การนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างไม่เหมาะสม
3. การเพิ่มของจำนวนประชากร และการขยายเมืองที่ขาดแคลนผังเมือง

ธรรมชาติ สิ่งที่เรียกว่าเป็นธรรมชาติ และเป็นสภาพแวดล้อมต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ คือ บรรยากาศ ดิน ป่า และน้ำ

บรรยากาศ บรรยากาศ หมายถึง อากาศที่ห่อหุ้มโลก มีองค์ประกอบเป็นก๊าซชนิดต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจน ส่วนก๊าซอื่น ๆ ได้แก่ อาร์กอน คาร์บอนไดออกไซด์ อากาศเหล่านี้จะไม่หยุดนิ่ง มีการเคลื่อนที่อยู่เสมอ และเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศเฉพาะแห่งในเวลาหนึ่ง ๆ เรียกว่า กาลอากาศ (weather) แต่ถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลายาวนานกว่า เช่น ฤดูกาล เรียกว่า ภูมิอากาศ (climate)

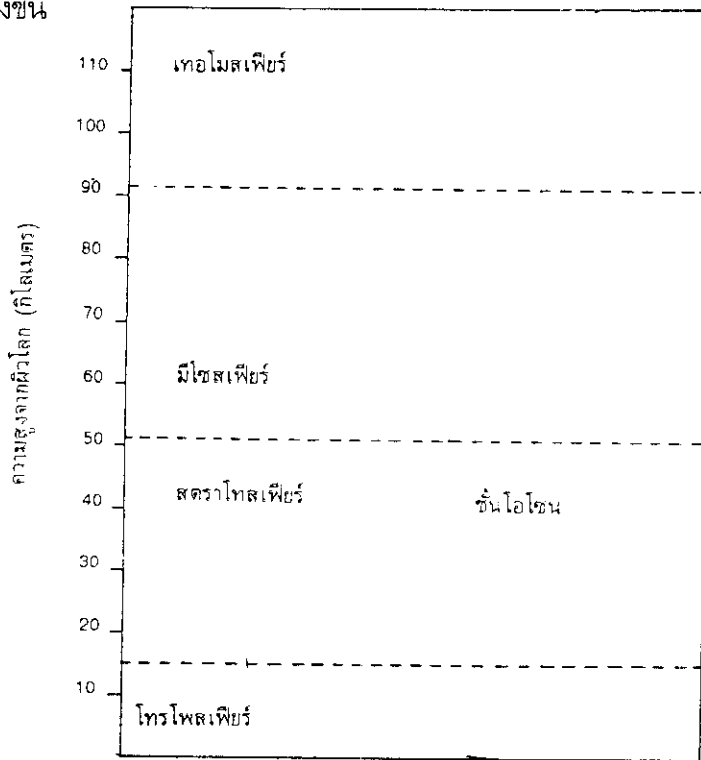
1.1 **ชั้นของบรรยากาศ** บรรยากาศมีหลายชั้น ขึ้นอยู่กับระดับความสูงที่อยู่ห่างออกไปจากพื้นผิวโลก

บรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) เป็นบรรยากาศชั้นที่อยู่ใกล้พื้นผิวโลกมากที่สุด ในระดับความสูงประมาณ 12 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก บรรยากาศชั้นนี้จะได้รับความร้อนส่วนใหญ่จากพื้นผิวโลก เนื่องจากมีอากาศและไอน้ำดูดกลืนแสงและรังสีจากดวงอาทิตย์ไว้ แล้วแผ่รังสีความร้อนขึ้นไปยังบรรยากาศอีกต่อหนึ่ง อุณหภูมิของอากาศชั้นโทรโพสเฟียร์จะมีลักษณะลดต่ำลง เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น

บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) เป็นบรรยากาศที่อยู่ในระยะความสูงประมาณ 10-50 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก ในบรรยากาศชั้นนี้จะมีก๊าซโอโซนอยู่ ก๊าซโอโซนจะช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ไว้ แล้วแผ่รังสีความร้อนออกมา ซึ่งจะมีผลให้อุณหภูมิของบรรยากาศสูงขึ้น

บรรยากาศชั้นมีโซเฟียร์ (Mesosphere) เป็นบรรยากาศในระยะความสูงประมาณ 40-80 กิโลเมตร บรรยากาศชั้นนี้มีโอโซนอยู่น้อยมาก อุณหภูมิจึงลดลง และอุณหภูมิจะยิ่งลดลงตามระดับความสูง

บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ (Thermosphere) เป็นบรรยากาศที่อยู่สูงในระดับ 90 กิโลเมตรขึ้นไป ในบรรยากาศชั้นนี้จะมีไอออนอยู่มาก บางครั้งบรรยากาศชั้นนี้จึงถูกเรียกว่าไอออนโนสเฟียร์ (Ionosphere) และด้วยก๊าซในรูปของไอออนนี้เองจะทำให้คุณสมบัติของบรรยากาศชั้นนี้สูงขึ้น



ชั้นของบรรยากาศกับความสูงของบรรยากาศจากผิวโลก

ความสำคัญของบรรยากาศ

1. บรรยากาศช่วยดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งรังสีเหล่านี้จะอยู่ในรูปของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีเอ็กซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีอินฟราเรด เป็นต้น รังสีเหล่านี้จะถูกชั้นบรรยากาศต่าง ๆ ดูดกลืนเอาไว้ถึงประมาณครึ่งหนึ่ง โลกของเราจึงไม่ถูกรังสีเต็มที่ การได้รับรังสีมากเกินไปจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก

2. บรรยากาศจะเปลี่ยนพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ พลังงานรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ จะส่งผลให้อุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลง ก่อให้เกิดการหมุนเวียนอุณหภูมิของบรรยากาศ อันเป็นสาเหตุให้เกิด ลม ฝน เมฆ หมอก ฤดูกาล ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อมวลมนุษยชาติ ทั้งในด้านการเกษตร อุตสาหกรรมการคมนาคม และอื่น ๆ

3. บรรยากาศช่วยปรับอุณหภูมิของโลกให้อยู่ในสภาวะอบอุ่นพอเหมาะ จากการที่ชั้นของบรรยากาศช่วยดูดกลืนรังสีของดวงอาทิตย์ ความร้อนที่แผ่มาถึงโลกจึงถูกลดลง ซึ่งถ้าไม่มีบรรยากาศอยู่เลย อาจจะทำให้อุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันในแถบบริเวณศูนย์สูตร สูงได้ถึง 80 องศาเซลเซียส และในที่บางแห่งในตอนกลางคืนอาจจะเย็นจัดถึง -100 องศาเซลเซียสได้ บรรยากาศจึงช่วยรักษาความพอเหมาะและความคงที่ของอุณหภูมิเอาไว้ ความอบอุ่นเช่นนี้เรียกว่า "Greenhouse effect" ซึ่งเปรียบว่า บรรยากาศเป็นเสมือนเรือนเพาะชำ จะทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิภายในให้อุ่นกว่าภายนอก ในช่วงเวลากลางวัน

4. บรรยากาศป้องกันอันตรายจากการกระแทกของเทหวัตถุ เนื่องจากภายนอกโลกยังมีดวงดาวอื่น ๆ อีก ซึ่งอาจมีสะเก็ดหลุดออกมาเรียกว่า เทหวัตถุ อาทิ อุกกาบาต จะเข้ามากระทบโลกได้ พวกอุกกาบาตเหล่านี้เมื่อเข้ามาอยู่ในบรรยากาศของโลกจะลุกโชติช่วง ทั้งนี้เนื่องจากแรงเสียดทานที่ผิวของมันกับบรรยากาศ อุกกาบาตชิ้นเล็กจะลุกไหม้สมบูรณ์ในบรรยากาศ แต่พวกชิ้นใหญ่ ๆ จะยังไหม้ไม่หมดจะตกลงบนพื้นโลก โดยมากพวกเทหวัตถุเหล่านี้จะมีแร่เหล็กปนอยู่ขนาดใหญ่ จะหนักถึง 100 ตัน และประมาณกันว่า จะมีอุกกาบาตชิ้นเล็ก ๆ นับล้านชิ้นตกลงในบรรยากาศ แต่มนุษย์ก็ได้รับอันตรายน้อยมาก หรือแทบจะไม่มีภัยอันตรายแต่อย่างใด

การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่แล้วมาในอดีตเป็นการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากธรรมชาติทั้งสิ้น ภาวะของสมดุลจึงมีอยู่ และบรรยากาศก็ทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามธรรมชาติดังที่กล่าวมา แต่ในปัจจุบัน การกระทำของมนุษย์ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทและอาจเป็นชนวนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่แม้จะเล็กน้อย แต่อาจจะทำให้เกิดภัยอย่างใหญ่หลวงในการที่จะทำให้สมดุลของธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปได้ในยุคปัจจุบัน

การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศอันเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ กล่าวได้ว่า วิทยาการและเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ กล่าวคือ

1. การใช้พลังงานรูปแบบต่าง ๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นด้านการประกอบการอุตสาหกรรม หรือการใช้เพื่อกิจการส่วนตัว เช่น การใช้น้ำมันในรถยนต์ เชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่มนุษย์ใช้จะมีการเผาไหม้เกิดขึ้นทุกระยะ ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกสู่บรรยากาศย่อมเป็นจำนวนมากมหาศาลด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดผลต่อเนื่องต่อบรรยากาศ ถึงแม้ว่าปริมาณของก๊าซดังกล่าวนี้ในบรรยากาศจะมีกระบวนการทางธรรมชาติควบคุมอยู่ก็ตาม

2. จากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของพวกถ่านหิน น้ำมัน ไม้ และพวกขยะ จะเกิดควัน เขม่า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และพวกออกไซด์ของไนโตรเจน ถ้าควันและเขม่ามีอนุภาคขนาดใหญ่ ก็จะตกลงยังพื้นดินและถูกชะล้างไปเมื่อฝนตกลงมา ถ้าปริมาณของก๊าซดังกล่าวมีมาก จะเกิดเป็นปัญหาสำคัญทางสิ่งแวดล้อมอีกส่วนหนึ่ง ที่เรียกว่า “ฝนกรด” (acid rain) นอกจากนี้ ถ้าพวกควันและเขม่าดังกล่าว ถ้ามีอยู่ในบรรยากาศชั้นล่างในปริมาณที่มากเกินไปและไม่อาจกระจายออกไปได้ทันทั่วทั้งที่ ดั้งที่ก่อกำเนิดตามเมืองใหญ่ที่มีอาคารสูง ๆ หนาแน่น มีการจราจรคับคั่งติดขัดเป็นประจำ หรือเมืองอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ ก็ย่อมก่อให้เกิดปัญหาหมอกพิษในบรรยากาศ เป็นอันตรายต่อชีวิต ในสังคมปัจจุบันกำลังก้าวเข้าสู่การเผชิญกับปัญหาภาวะอากาศเป็นพิษ ซึ่งมนุษย์ก็ได้พยายามคิดค้นหาทางแก้ไข เพื่อจะได้ดำรงชีวิตอยู่ได้ อาทิ ได้มีการนำเครื่องฟอกอากาศมาใช้ เป็นต้น

3. จากการใช้เครื่องบินชนิดเร็วกว่าเสียง (supersonic transport) หรือเรียกว่าเครื่องบิน SST เป็นเครื่องบินที่จะต้องทำการบินอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นชนิดที่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) และไอน้ำ เมื่อมีก๊าซไนตริกออกไซด์มากขึ้นเท่าใดในบรรยากาศ จะมีผลลดปริมาณของโอโซนลง มีผู้ประมาณการไว้ว่า ถ้ามีเครื่องบิน SST จำนวน 500 ลำ ทำการบินอยู่ในช่วงเวลา 2-3 ปีขึ้นไป ปริมาณความเข้มข้นของโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์อาจลดลงถึงประมาณครึ่งหนึ่ง

โอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์มีความสำคัญ เพราะเป็นตัวช่วยป้องกันมิให้สิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป อัลตราไวโอเล็ตเป็นรังสีที่ให้พลังงานสูง ถ้าผิวหนังของมนุษย์ได้รับรังสีนี้ในปริมาณที่มาก อาจเกิดโรคทางผิวหนังได้ หรืออาจมีผลกระทบต่อกรากลายทางพันธุกรรม ซึ่งจะมีผลต่อการเกิดของทารก ดังนั้น ถ้าโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ถูกทำลายไป จะเป็นการเพิ่มปริมาณรังสีอัลตราไวโอเล็ตบนพื้นผิวโลกมากขึ้นและจะทำให้สิ่งมีชีวิตได้รับอันตรายเพิ่มมากขึ้น

นอกจากการทำงานของเครื่องบิน SST ที่ผลิตก๊าซไนตริกออกไซด์ อันมีผลทำลายปริมาณโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์แล้ว การบินของเครื่องบินชนิดเร็วกว่าเสียงที่

ผลิตไอน้ำออกมาด้วยนั้น จะทำให้ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศชั้นนี้เพิ่มขึ้น 50-100 เปอร์เซ็นต์ จึงจะเป็นเหตุให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นโลกเพิ่มขึ้นอีกด้วย

4. ความก้าวหน้าของวิชาฟิสิกส์ ทำให้มนุษย์ผลิตอาวุธนิวเคลียร์ได้สำเร็จ การจุดระเบิดของอาวุธนิวเคลียร์นั้น จะให้ก๊าซไนตริกออกไซด์และอนุภาคกัมมันตรังสีออกมาด้วย อนุภาคกัมมันตรังสีนี้เขามาก จึงลอยตัวขึ้นไปอยู่ในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการทำลายโอโซนในบรรยากาศชั้นนี้อีกเช่นกัน

5. ความก้าวหน้าของวิชาเคมี มนุษย์ได้ปรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์แขนงนี้เป็นเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ มีการทำสเปรย์ (บรรจุอยู่ในกระป๋อง) เรียกว่า ฟรีออน (Freon-11 หรือ CFCl_3) สเปรย์ที่บรรจุกระป๋องดังกล่าวนี้ประกอบด้วยสารที่สำคัญ คือ คลอโรฟลูอออโรมีเทน (chlorofluoromethane) เมื่อฉีดสเปรย์ออกมา ไม่ว่าจะเป็สเปรย์ที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใดก็ตาม เสริมสวย ฆ่าแมลง ให้กลิ่นหอม สารฟรีออนจะฟุ้งกระจายเข้าสู่บรรยากาศ สารนี้ไม่ไวไฟ ไม่ติดไฟ ไม่ทำปฏิกิริยากับสิ่งมีชีวิต ไม่ทำปฏิกิริยาในบรรยากาศชั้นล่าง แต่จะค่อย ๆ แพร่ขึ้นไปสู่บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ สารฟรีออนจะเข้าทำปฏิกิริยากับรังสีอัลตราไวโอเล็ต แล้วจะแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) เข้าทำปฏิกิริยาต่อไปกับโอโซน และจะมีผลให้โอโซนสลายตัวไปเป็นก๊าซออกซิเจน ดังนั้น การใช้สเปรย์จึงมีผลทำลายโอโซนในบรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ ในปัจจุบัน ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงรณรงค์ให้ประชาชนเลิกใช้สเปรย์ พร้อมกับได้ตั้งคณะกรรมการขึ้นชุดหนึ่ง ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนี้เพื่อให้ได้หลักฐานที่แน่นอนลงไป

การกระทำของมนุษย์ยังมีอีกมาก ที่อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ มนุษย์จึงควรมีความรู้ ความเข้าใจ ที่จะทำกิจกรรมใด ๆ ในทางที่จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อบรรยากาศ ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอดและปลอดภัยของเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน

ดิน ตามธรรมชาติ ผืนดินจะเป็นที่ที่ต้นไม้จะเกิดขึ้น และเจริญเติบโตต่อไป ขณะเดียวกัน ผืนดินจะเป็นที่ดูดซับน้ำฝนตามธรรมชาติ น้ำฝนส่วนเกินก็จะมีไม่มากนัก จนเกิดสภาพอุทกภัยขึ้น เมื่อมนุษย์มีความต้องการที่อยู่อาศัยตลอดจนที่ทำมาหากิน การหักร้างทางพงการบุกรุกป่าก็เกิดขึ้น ด้วยความรู้เทคโนโลยีของมนุษย์สมัยปัจจุบัน ที่ดินเป็นจำนวนมหาศาลถูกแปลงเป็นพื้นที่กสิกรรม และสำหรับปลูกบ้าน ที่อยู่อาศัย สภาพตามธรรมชาติของดิน ที่จะมีต้นไม้ปกคลุมอยู่จะถูกเปลี่ยนไป และสมรรถภาพในการดูดซับน้ำก็จะลดน้อยถอยไปด้วย

ป่า บทบาทที่สำคัญประการหนึ่งของป่า คือการดูดซับน้ำ ป่าที่สมบูรณ์นั้น จะมีเศษใบไม้ร่วงหล่นทับถมกันอยู่เป็นเวลานาน ที่เรียกว่า ฮิวมัส หรือปุ๋ยนั่นเอง ชั้นที่เป็นฮิวมัสนี้จะมีขนาดหนาเท่าใดขึ้นอยู่กับสภาพความอุดมสมบูรณ์ และชนิดของป่า ฮิวมัสนี้ไม่คงตัว

มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาโดยจุลินทรีย์ในดินจะทำหน้าที่ย่อยสลายเศษใบไม้ให้เน่าเปื่อยผุพัง
แร่ธาตุต่าง ๆ ที่เคยอยู่ในใบไม้เหล่านั้นจะกลับกลายเป็นปุ๋ยให้กับต้นไม้ในป่านั้นต่อไป

เมื่อฝนตกลงมาในฤดูฝน น้ำบางส่วนจะเกาะอยู่ตามกิ่งไม้ใบไม้ บางส่วนจะถูกชีวมีส
ดูดซับไว้ บางส่วนจะไหลซึมลงสู่พื้นดิน ส่วนที่เหลือจะไหลลงไปยังพื้นที่ต่ำกว่าที่อยู่เบื้องล่าง
ลงสู่แม่น้ำ ลำธาร ดังนั้นในฤดูฝน บริเวณที่ลุ่มที่อยู่ใกล้ป่าที่อุดมสมบูรณ์ จึงมีน้ำใช้อย่างอุดม-
สมบูรณ์ นอกจากนั้น น้ำที่ไหลลงมาจากป่าสู่แม่น้ำลำธารในฤดูฝนจะมีแร่ธาตุต่าง ๆ จากพื้นป่า
ละลายลงมาด้วย ทำให้ดินที่ลุ่มมีแร่ธาตุเพิ่มขึ้น จึงเหมือนกับการให้ปุ๋ยกับดินตามธรรมชาติ
เมื่อถึงฤดูแล้งฝนไม่ตก น้ำที่ถูกดูดซับไว้ตามพื้นป่าในฤดูฝน จะค่อย ๆ ไหลซึมลงมายังพื้นดิน
เบื้องล่าง ลงสู่แม่น้ำลำธาร ทำให้พืชในบริเวณใกล้เคียงมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่ได้จนตลอดฤดูแล้ง

ป่ามีประโยชน์ต่อมนุษย์ การสูญเสียป่า มนุษย์จะขาดประโยชน์ที่ได้รับจากป่าดังที่
กล่าวมา ยิ่งกว่านั้น การตัดไม้ทำลายป่าในอาณาบริเวณที่กว้างใหญ่มากขึ้นเท่าใด ก็ยิ่งเป็นการ
เพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศให้มากขึ้นเท่านั้น เพราะจะขาดพืชสีเขียวที่จะนำเอา
คาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้

น้ำ น้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบจากห้องทดลอง
แล้วว่า การเกิดของน้ำเป็นความสัมพันธ์ของก๊าซในธรรมชาติ คือ ไฮโดรเจนและออกซิเจน
แต่เมื่อน้ำเกิดขึ้นแล้ว น้ำจะคงอยู่ได้นาน และให้ประโยชน์สูงสุดต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ พืช
และสัตว์ นั้น จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของน้ำต่อ ป่า และดิน กล่าวคือ ถ้าไม่มีป่า น้ำก็จะไหล
ลงสู่ที่ต่ำและไหลลงสู่ทะเลอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงหน้าแล้ง สิ่งที่มีชีวิตบนแผ่นดินก็จะขาดแคลนน้ำ

ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีประโยชน์สามารถตอบสนอง
สนองความต้องการของมนุษย์ได้ หรือ มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ทรัพยากรธรรมชาติ
เป็นส่วนหนึ่งของ “สิ่งแวดล้อม” ดังนั้นทรัพยากรธรรมชาติจึงเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตของมนุษย์

ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ กล่าวคือ ประเภทที่ไม่อาจ
สูญสิ้นไปได้ และประเภทที่จะสูญสิ้นหมดไปได้

ทรัพยากรธรรมชาติประเภทที่ไม่อาจสูญสิ้นไปได้ ทรัพยากรประเภทนี้ยังแบ่งออก
ได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ชนิดที่ไม่อาจสูญสิ้นหมดลงไปได้ หรือไม่เปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่ามนุษย์จะนำ
ทรัพยากรชนิดนี้มาใช้หรือบริโภคเป็นจำนวนเท่าใดก็ตาม ทรัพยากรธรรมชาติที่จัดอยู่ในประเภท
นี้ อาทิ น้ำทะเล พลังงานจากดวงอาทิตย์ กำลังจากลม

2. ชนิดที่เปลี่ยนแปลงได้ การเปลี่ยนแปลงในที่นี้หมายถึงการเสื่อมค่าลง

ทรัพยากรธรรมชาติประเภทที่จะสูญสิ้นหมดลงไปได้ ทรัพยากรประเภทนี้แบ่งออก
ได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. ชนิดที่เมื่อถูกใช้หรือถูกทำลายไปแล้ว แต่ยังสามารถปรับปรุงแก้ไขให้กลับคืน
ดั้งเดิมได้ เช่น ป่าไม้ ทัศนียภาพที่สวยงาม ความอุดมสมบูรณ์ของดิน น้ำในดิน พืชหญ้า
สัตว์ป่า ประชากร

2. ชนิดที่เมื่อถูกใช้หรือถูกทำลายไปแล้ว จะไม่สามารถทำให้มีใหม่ได้ เช่น สภาพ
ของดิน สติปัญญา เผ่าพันธุ์ของมนุษย์

3. ชนิดที่เมื่อถูกใช้หรือถูกทำลายไปแล้ว ไม่อาจรักษาไว้ได้ เช่น เหล็ก สังกะสี
ซึ่งจัดเป็นกลุ่มโลหะ

4. ชนิดที่เมื่อถูกใช้หรือถูกทำลายไปแล้ว ไม่อาจนำมาใช้ได้อีก กล่าวคือ เมื่อใช้แล้ว
แม้แต่เพียงครั้งเดียวก็จะหมดสิ้นไปโดยสิ้นเชิง เช่น ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ
ซึ่งจัดเป็นกลุ่มอโลหะ

สาเหตุที่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย การที่ทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย
ถูกทำให้เสื่อมค่าลงนั้นประกอบด้วยปัจจัยหลายอย่าง พอสรุปเป็นแนวทางได้ดังนี้

1. การเพิ่มของจำนวนประชากร กล่าวคือ ประชากรเมื่อมีจำนวนมากขึ้นการบริโภค
ทรัพยากรจะมีปริมาณมากตามขึ้นไป

2. ความต้องการปัจจัยสี่ของมนุษย์มีมากขึ้น ในสังคมยุคใหม่ มนุษย์มีความต้อง
การปัจจัยสี่ในลักษณะที่มีความซับซ้อนมากขึ้น อาทิ ความต้องการที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ และ
สวยงามมิใช่เป็นเพียงที่อาศัยนอน พักพิงพื่นจากภัยจากธรรมชาติเท่านั้น

3. การใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือย ซึ่งเป็นการล้างผลาญทรัพยากร เช่น คนอเมริกัน
จะมีวิถีการดำเนินชีวิตที่มีของบริโภคมากมายหลายชนิดมากกว่าคนไทย หรือ คนรั่ววย
บริโภคทรัพยากรมากกว่าคนจน เป็นต้น

4. การใช้เทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสม เช่น การนำเข้าเทคโนโลยีราคาแพงมาก ขณะที่
ประเทศมีสภาพยากจน

5. ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น ชนบางกลุ่มทำการเผาป่าเพื่อสะดวกในการล่าสัตว์
แต่กลับเป็นเหตุให้ป่าไม้ถูกทำลาย

6. การสร้างเส้นทางคมนาคม ที่มีการตัดไม้ทำลายป่า หรือเปลี่ยนแปลงเส้นทางไหลของ
กระแสน้ำ

7. ความเชื่อถือและขนบธรรมเนียมประเพณีที่ล้าหลังเช่น คนไทยโดยทั่วไป
มีความนิยมที่จะตากถางที่ดินให้โล่งเตียน โดยจะได้การสรรเสริญว่าเป็นคนขยัน ซึ่งการกำจัด

วัชพืชไปจนหมดสิ้นนี้ มีผลทำให้ผิวหน้าดินถูกทำลายจากการชะล้างของน้ำฝน หรือ ยิวมีสบนผิวดินถูกความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำลาย

8. สงครามและความขัดแย้งระหว่างประเทศ เช่น พื้นที่ดินหลายแห่งของประเทศกัมพูชา และเวียดนามถูกถูกระเบิดนาปาล์มในสงครามอินโดจีน เป็นต้น

หลักการบริหารทรัพยากรและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

1. การสำรวจตรวจตรา หาแหล่งของทรัพยากรธรรมชาติใหม่ ๆ
2. การป้องกันรักษามีให้ทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อมนั้นสูญไปโดยมิได้ใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ เช่น หาวิธีป้องกันการระเหยของน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ป้องกันน้ำซึมรั่วหายไปจากคูคลองส่งน้ำ เป็นต้น
3. การใช้ทรัพยากรให้ถูกประเภทและได้ประโยชน์สูงสุด
4. การใช้ทรัพยากรที่มีคุณภาพรองลงมาทดแทนกัน เช่น การใช้ไม้อัดชนิดเนื้อแข็งปลูกสร้างบ้านเรือน ทดแทนการใช้ไม้ตามธรรมชาติ
5. การปรับปรุงคุณภาพของทรัพยากร เช่น ปรับปรุงคุณภาพของดินอย่างสม่ำเสมอ
6. การนำทรัพยากรทดแทนกัน เช่น ให้พลังงานแสงอาทิตย์แทนการใช้น้ำมันปิโตรเลียม
7. การนำทรัพยากรที่ใช้แล้วมาใช้ใหม่ ซึ่งจะทำได้กับทรัพยากรประเภทโลหะต่าง ๆ เช่น นำเศษเหล็กมาหลอมใหม่ การนำกระดาษที่ใช้แล้วเข้าสู่การผลิตใหม่
อื่น ๆ

ปัญหาสำคัญทางด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย อาจจะจำแนกออกได้เป็น 2 ประการ คือ ปัญหามลพิษ และปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ

ปัญหามลพิษ มลพิษแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. **มลพิษทางน้ำ** หมายถึง สภาพทางน้ำที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้และยังอาจรบกวนความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์อีกด้วย เช่น การเกิดน้ำเสียของน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง บางแห่งในกรุงเทพมหานครที่ปลา หอย และสัตว์น้ำอื่น ๆ ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ น้ำก็ไม่สามารถนำมาบริโภคได้ เนื่องจากมีสภาพเกือบเป็นสารพิษ และยังมีกลิ่นเหม็นเป็นที่รบกวนแก่คนที่ปลูกบ้านเรือนอยู่ใกล้เคียงอีกด้วย ปัญหามลพิษทางน้ำเกิดขึ้นเนื่องจากการที่มนุษย์ โรงงานอุตสาหกรรม ได้ถ่ายของเสีย อาทิ ขยะ ลงในแม่น้ำลำคลอง จนถึงขีดที่แม่น้ำลำคลองนั้น ๆ ไม่สามารถจะกำจัดของเสียเหล่านี้ได้เองตามธรรมชาติ

2. **มลพิษทางอากาศ** หมายถึง สภาพของอากาศที่มีสภาพที่จะเกิดอันตรายต่อมนุษย์ และก่อให้เกิดความเสียหาย อากาศกำลังจะหมดสภาพที่จะเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ ปัญหามลพิษทางอากาศ เกิดขึ้นเนื่องจากได้มีการปล่อยสารมลพิษเข้าสู่อากาศในปริมาณมากเกินไปเกินกว่าที่อากาศจะเจือจางได้ทัน อาทิ ยานยนต์ปล่อยไอเสีย โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยควันที่มีสารพิษ เป็นต้น

3. **มลพิษทางเสียง** หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่มีเสียงรบกวนมีระดับที่ดังมากจนถึงระดับที่เสียงดังกล่าวจะมีผลบ่อนทำลายสุขภาพของมนุษย์ เช่น จะทำให้ระบบการฟังของมนุษย์เสียหาย เป็นต้น

สถานการณ์ของมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และมลพิษทางเสียงสำหรับประเทศไทยในปัจจุบันนี้ เรียกได้ว่าเป็นปัญหาขึ้นแล้ว ซึ่งรัฐบาลไทย สังคมไทย และคนไทยทุก ๆ คน จะต้องร่วมมือกันป้องกัน แก้ปัญหา และทำลายมลพิษเหล่านี้ให้หมดไป มิฉะนั้นคนไทยทุกคน จะมีสุขภาพร่างกายที่ทรุดโทรมลง

ปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ประการ ด้วยกัน กล่าวคือ

1. **ปัญหาการทำลายป่า** พื้นที่ป่าของไทยถูกทำลายไปมากในช่วงประมาณ 20-25 ปี ที่ผ่านมา ทั้งเพื่อการใช้ที่ดินด้านการเกษตรกรรม การใช้ไม้เพื่อปลูกสร้างที่อยู่อาศัยการใช้ไม้เพื่อทำเชื้อเพลิง ตลอดจนการทำไร่เลื่อนลอย เป็นต้น

2. **ปัญหาการใช้ดิน** ได้แก่การใช้ดินอย่างไม่เหมาะสม เช่น การใช้ที่ดินอุดมสมบูรณ์สำหรับการเพาะปลูกมาปลูกบ้านเรือนหรือทำโรงงานอุตสาหกรรม และปัญหาการเสื่อมโทรมของที่ดินรวดเร็วเกินไป ซึ่งเป็นผลมาจากการปลูกพืชบางชนิดที่ทำให้ดินเสื่อมสภาพ

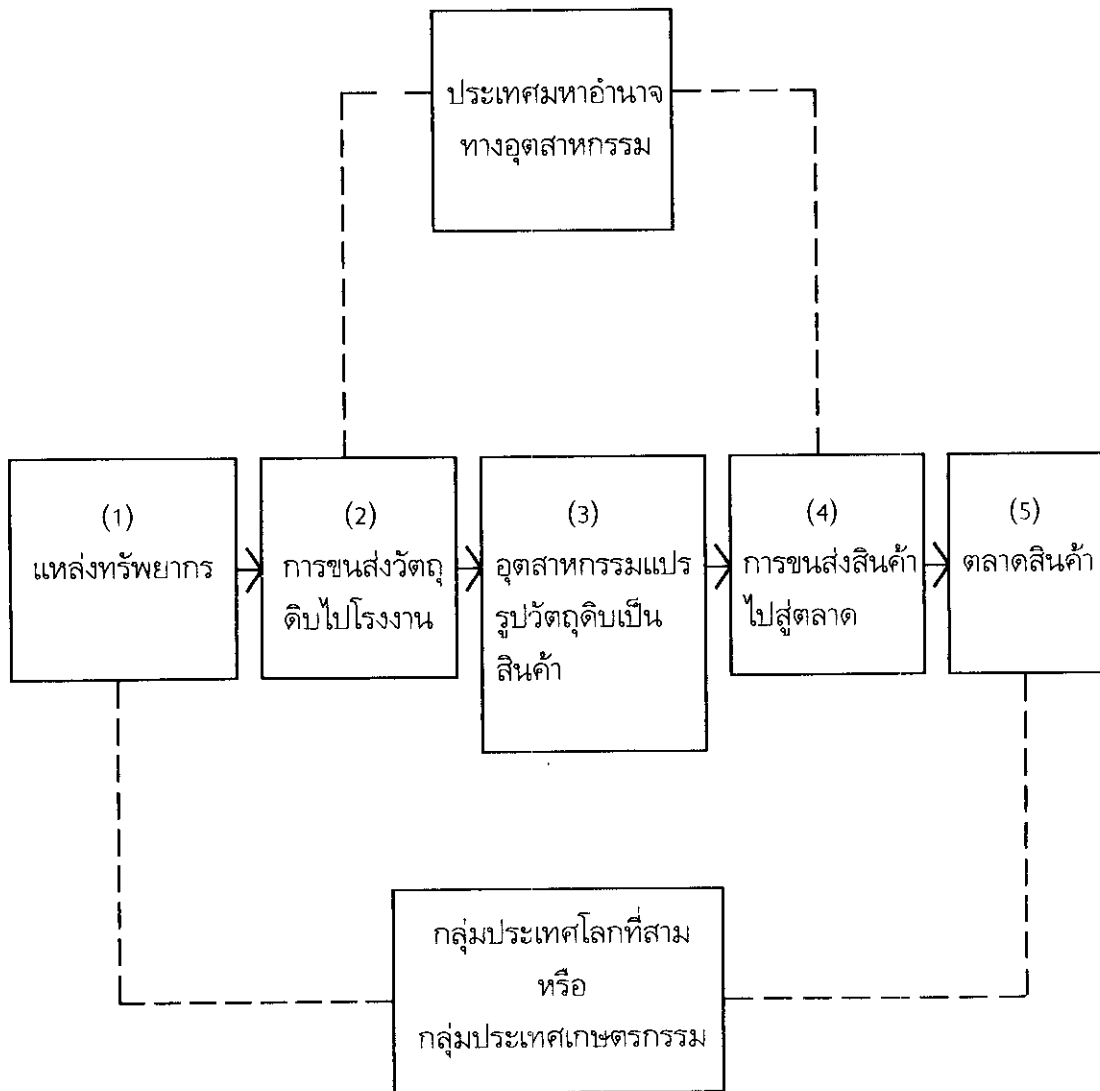
3. **ปัญหาผลกระทบต่อระบบนิเวศน์** ระบบนิเวศน์ หมายถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศน์เป็นผลมาจากการพัฒนาประเทศ การสร้างถนน การพัฒนาแหล่งน้ำ การสร้างเขื่อน การขยายตัวของอุตสาหกรรม สิ่งเหล่านี้มีผลให้ระบบนิเวศน์เปลี่ยนแปลง และในหลาย ๆ กรณีได้เกิดผลเสียหายต่อระบบนิเวศน์ เช่น น้ำเค็มรุกล้ำเข้าแผ่นดิน เขื่อนพัง เป็นต้น

4. **ปัญหาการกระจายประชากรและการตั้งถิ่นฐาน** จำนวนประชากรของประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มมาก ซึ่งก็เป็นไปเช่นเดียวกับประชากรในประเทศกำลังพัฒนาอื่น ๆ ทั่วโลก สิ่งที่เป็นปัญหาเฉพาะหน้าของประเทศไทย ได้แก่การที่ประชากรจำนวนมากได้หลั่งไหลเข้าสู่กรุงเทพฯ เมืองหลวงและเมืองอุตสาหกรรมที่ใหญ่ที่สุด และเมืองขนาดใหญ่อีกบางเมืองเช่น เชียงใหม่ นครราชสีมา ทำให้เกิดสภาพแออัด สาธารณูปโภคขาดแคลน ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม

บทบาทของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในระบบเศรษฐกิจ สังคมและการเมืองของโลก

1. บทบาทของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในระบบเศรษฐกิจของโลก ในสถานการณ์เศรษฐกิจโลกปัจจุบัน กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมมีความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจกลุ่มประเทศเกษตรกรรมดังแผนภูมิข้างล่างนี้

แผนภูมิที่ 1*



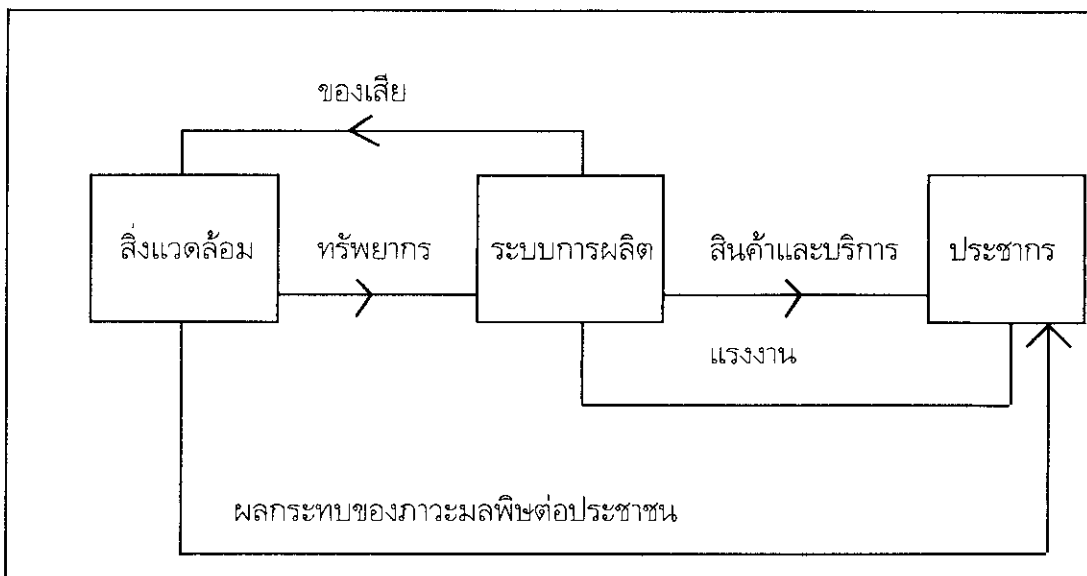
*นาถ ตันทวีรุฬห์ และพูลทรัพย์ สมุทรสาคร. วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการบริหารทรัพยากร. (กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 2528). หน้า 69.

กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมในปัจจุบัน จะได้แก่ประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งทางการเมืองจะเรียกว่า กลุ่มประเทศโลกที่หนึ่งและกลุ่มประเทศโลกที่สอง ส่วนประเทศเกษตรกรรมจะได้แก่ประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งทางการเมืองจะเรียกว่า ประเทศโลกที่สาม ตามแผนภูมิที่ระบุข้างต้นจะเห็นได้ว่า กลุ่มประเทศโลกที่สามนั้นมีบทบาททางเศรษฐกิจในขั้นตอนที่ 1 และที่ 2 เท่านั้น ส่วนในขั้นตอนที่ 3, 4 และ 5 จะเป็นการดำเนินงานของกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมแม้กระนั้น ในปัจจุบันประเทศมหาอำนาจอุตสาหกรรมได้เข้ามามีบทบาทในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ด้วยในรูปของการร่วมทุน

กล่าวโดยภาพรวม การแบ่งกลุ่มประเทศในโลกปัจจุบันจะมีเศรษฐกิจเป็นตรรกะหนึ่งบอกลที่สำคัญ

2. บทบาทของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในระบบสังคมของโลก ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการกำหนดรูปแบบประกอบการเศรษฐกิจ อาทิ ประเทศที่มีเหล็กถ่านหินหรือน้ำมัน ก็สามารถประกอบการอุตสาหกรรมหนักได้ ขณะที่ประเทศที่มีภูมิอากาศเหมาะสมกับการเพาะปลูก ก็จะประกอบการเกษตรกรรมได้ดี อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าจะประกอบการเศรษฐกิจในรูปแบบใด กระบวนการผลิตเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมดังแผนภูมิข้างล่างนี้

แผนภูมิที่ 2*



*นาท ดันตวิรุฬห์ และพูลทรัพย์ สมุทรสาคร. วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและการบริหารทรัพยากร, หน้า 69.

กระบวนการผลิตมีผลกระทบต่อสร้างความเสื่อมโทรมให้กับสิ่งแวดล้อม และจะมีผลสร้างภาวะมลพิษต่อประชาชน ด้วยเหตุนี้ หลาย ๆ ประเทศจึงพยายามเคลื่อนย้ายกระบวนการผลิตในขั้นตอนที่สร้างความเสื่อมโทรมระดับสูงให้กับสิ่งแวดล้อมไปนอกประเทศของตนเอง และโดยทั่วไป นิยมที่จะสร้างโรงงานประเภทดังกล่าวนี้ในประเทศโลกที่สาม

3. บทบาททรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในระบบการเมืองของโลก ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมมีบทบาทเหนือระบบเศรษฐกิจของโลกและการค้าของโลก จึงทำให้เกิดการแก่งแย่งทรัพยากรกันขึ้นระหว่างประเทศในโลก และนำไปสู่วิกฤตการณ์การเมืองระหว่างประเทศ กล่าวคือ

1. การแก่งแย่งทรัพยากรทางทะเลระหว่างประเทศ เช่น การประกาศขยายเขตเศรษฐกิจจำเพาะน่านน้ำเป็น 200 ไมล์ทะเล ซึ่งทำให้ประเทศไทยมีเรื่องขัดแย้งกับประเทศเพื่อนบ้านเรื่องการประมง เป็นต้น

2. การแผ่อิทธิพลเข้าสู่เขตทรัพยากรน้ำมัน เช่น ความขัดแย้งในตะวันออกกลางระหว่างสหรัฐอเมริกาและประเทศมหาอำนาจอุตสาหกรรม กับกลุ่มประเทศโอเปค (OPEC) ในระยะทศวรรษที่ 1970 เป็นต้น

แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

1. แผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2529-2534) มีเนื้อหาตอนหนึ่งเป็นแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีสาระสำคัญ กล่าวคือ

1. **การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ** เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่นั้นมีปริมาณที่ลดน้อยลงและมีสภาพเสื่อมโทรม การใช้ทรัพยากรธรรมชาติจึงให้ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ให้ประสานสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้ได้ผลมากขึ้น เพื่อการจ้างงานจะได้ขยายตัวได้ บรรเทาและแก้ไขปัญหอันเกิดขึ้นจากความเสื่อมโทรมของที่ดิน และอื่น ๆ

2. **การแสวงหาทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มเติม** โดยจัดให้มีการแสวงหาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติแหล่งใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น เช่น ความพยายามแสวงหาแหล่งน้ำมันดิบในเขตพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศ เป็นต้น และวางนโยบายพัฒนาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3. **การจัดระบบการบริหาร** วางแผนปรับปรุงการจัดระบบการบริหารและจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้มีความสมบูรณ์และอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน

2. **สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ** คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐบาลในระดับการดำเนินการเพื่อให้นโยบายที่จะพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบรรลุผลตามแผนที่ได้วางไว้ แนวทางการป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำลังดำเนินอยู่มีดังนี้

1. **กำหนดนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม** โดยวางแผนให้แน่ชัด และให้มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เน้นให้การพัฒนาด้านเศรษฐกิจและการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมดำเนินไปพร้อม ๆ กัน ให้สนับสนุนซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เพื่อบรรลุผลด้านการพัฒนาประเทศ และเพื่อประโยชน์สุขของประชาชนส่วนใหญ่

2. **กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม** ทั้งนี้เพื่อรักษาความสมดุลของธรรมชาติ และป้องกันมิให้เกิดภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

3. **การให้การศึกษารื่องสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน** เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศกสิกรรม และกำลังพัฒนาด้านการอุตสาหกรรม ปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมเกิดจากการกระทำของประชากร มากกว่าจากผลกระทบการใช้เทคโนโลยีมากเกินไปดังเช่นประเทศอุตสาหกรรม ดังนั้น ประชากรจึงเป็นกุญแจสำคัญของกระบวนการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงให้ความสำคัญต่อการให้การศึกษารื่องสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน โดยจะเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจ และทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม กระตุ้นให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

- เกษม สนิทวงศ์, "ปัญหาสิ่งแวดล้อม" ใน **วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์**, ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน) 2526, หน้า 40-43.
- ชัตติยา กรรณสูตร (แปล). **ความเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี : ผลกระทบต่อมนุษย์และสังคม** จาก **Technological Change : Its Impact on Man and Society** ของ Emmanuel G. Mesthene. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2530.
- คณะกรรมการวิชามนุษย์กับธรรมชาติ. **จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มนุษย์กับธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- โครงการศึกษาทางเลือกทางพัฒนา. **โลกที่สาม : พัฒนาการหรือวิกฤตการณ์**. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย, 2529.
- นาท ตันตวิรุฬห์ และ พูลทรัพย์ สมุทรสาคร. **วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และการบริหารทรัพยากร**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2528.
- सानิตย์ โภคาพันธ์. **ประวัติและวิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2530.
- สมิทธิ์ สระอุบล. **มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2532.
- สมรวัติ พักผลงาม และคณะ. **วิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.
- อำนาจ เจริญศิลป์, **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์**, กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2532.
- Burns E.M.&Lerner, R.E.& Meacham S. **Western Civilization**. N.Y. : W.W. Norton, 1984.
- Marinko, G. **What is the Scientific and Technological Revolution?** Moscow : Progress Publishers, 1989.
- Mitchell, J. (ed.). **Science and the Universe**. London : Mitchell Beazley, 1976.
- Ponting, C. **A Green History of the World**. N.Y. : Penguin Books, 1991.