บทที่ 1

บทนำ

การพัฒนาประเทศด้านอุตสาหกรรม การคมนาคม การขนส่ง หรือการก่อสร้างต่าง ๆ ที่ผ่านมา ส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะปัญหาด้านมลพิษทางอากาศในเขตอุตสาหกรรม และเขตเมืองใหญ่ของประเทศ เช่น กรุงเทพมหานคร อำเภอมาบตาพุด จังหวัดระยอง อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนโดยตรง เช่น ปัญหาอนุภาคฝุ่นที่มีผลต่อระบบการหายใจของคน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลก็ให้เกิดการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน นอกจากนี้การปลดปล่อยสารเคมีหรือก๊าซบางชนิดจากอุตสาหกรรมยังมีผลต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับประเทศและระดับโลก ได้แก่ ปัญหาจากการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกจากการมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมากขึ้น การลดลงของชั้นโอโซนจากการปลดปล่อยสาร CFC การเกิดไฟไหม้ป่า และการเกิดฝนกรด เป็นต้น การเรียนรู้ระบบภาวะของมลพิษทางอากาศแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศจะเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการลดการเกิดปัญหาทางอากาศได้

1.1 ความหมายของมลพิษทางอากาศ

เกรียงศักดิ์ อุดมศิลป์โรจน์ (2539:328) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ (Air pollution) หมายถึงสภาวะที่อากาศมีสิ่งปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่มากทำให้คุณภาพของอากาศตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงและเสื่อมโทรมลงทำให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเช่นมนุษย์สัตว์และพืชและส่งผลเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน”

เกษม จันทร์แก้ว (2541:267) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศหมายถึงภาวะของอากาศที่มีการปนเปื้อนของมลสารในปริมาณที่สามารถทำให้อากาศเสื่อมสภาพก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์สัตว์พืชทั้งทางตรงและทางอ้อม”

วราวุธ เสือดี (2543:10) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศหมายถึงการคงอยู่ของสิ่งแปลกเปื้อนตั้งแต่ 1 สิ่งขึ้นไปในบรรยากาศซึ่งมีความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เพียงพอที่ทำให้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ชุมชนพืชสัตว์ทรัพย์สินหรือรบกวนต่อการดำรงชีวิตหรือการพักผ่อนหย่อนใจ”

กรมควบคุมมลพิษ (2543 : 1-1) อธิบายว่า “ภาวะมลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะของอากาศ ซึ่งมีสารเจือปนอยู่ในปริมามที่มากพอเป็นระยะเวลาพี่นานพอที่จะก่อให้เกิดผล เสียหายต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่าง ๆ”

สุทิน อยู่สุข. วราวุธ เสือดี, มีนา พิทยโภณกิจ, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และเกรียงศักดิ์ เจียรพสุอนันต์ (2544 : 5) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศหรือมลภาวะทางอากาศ หมายถึง ภาวะที่มีสารมลพิษในอากาศ ในปริมาณและเวลาสัมผัสที่สามารถก่อ ให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยได้"

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2547 : 1-1) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่าง ๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้”

Peavy, Rowe & Tchobanoglous (1985:417) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ หมายถึง การที่บรรยากาศภายนอกมีการปนเปื้อนของสาร เช่น อนุภาคฝุ่น ฟูม ก๊าซ ไอ กลิ่น ควัน หรือ ไอระเหย ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมากกว่าในปริมาณที่เพียงพอ และมีระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของคน พืช และสัตว์ หรือมีผลต่อความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต”

Wark, Warner & Davis (1998:7) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ หมายถึง สภาวะที่บรรยากาศภายนอก หรือภายในอาคารมีการปนเปื้อน หรือมีองค์ประกอบของสารในปริมาณที่มากพอและยาวนานพอจนอาจจะก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสุขภาพอนามัยและชีวิตของคน พืช และสัตว์ หรือมีผลที่จะไม่พึงปรารถนา ลดความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต และส่งผลกระทบต่อธุรกิจ”

De Nevers (2000:7) อธิบายว่า “มลพิษทางอากาศ หมายถึง การที่มีสารอันไม่พึงปรารถนาในอากาศในปริมาณที่มากพอที่จะเป็นอันตราย ซึ่งไม่ได้จำกัดเพียงแค่ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เท่านั้น แต่รวมถึงการทำให้คนเสียชีวิต มีผลต่อพืช คุณภาพชีวิตของคน หรือปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับโลก”

จากความหมายที่ได้กล่าวถึง รวบความได้ว่า “มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะที่อากาศมีการปนเปื้อนของสารมลพิษทางอากาศตั้งแต่ 1 หรือหลายชนิด ในปริมาณที่มากพอและระยะเวลาสัมผัสนานเพียงพอที่จะก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อมอื่น หรือลดความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต”

สภาวะที่อากาศมีสารเคมีหรือสิ่งเจือปนในอากาศและจัดเป็นมลพิษทางอากาศนั้นจะต้องประกอบด้วยปัจจัย 3 ปัจจัยร่วมกันดังนี้

1. สารมลพิษทางอากาศ (Air pollutant) ที่เจือปนในอากาศมีความเข้มข้นอยู่ในระดับหนึ่งซึ่งมากกว่าความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในอากาศบริสุทธิ์ทั้งนี้เพราะในอากาศบริสุทธิ์ประกอบด้วยองค์ประกอบของสารเคมีหรือสารปนเปื้อนที่มีสัดส่วนที่คงที่ดังแสดงในตารางที่ 1.1 สารปนเปื้อนดังกล่าวทำให้องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์เปลี่ยนไป

2. ระยะเวลา (period) ที่สารปนเปื้อนเจือปนในบรรยากาศต้องมีระยะเวลาสัมผัสที่นานพอจนก่อให้เกิดผลกระทบ

3. ผลกระทบ (Impact) ต่อมนุษย์ สัตว์ พืช หรือสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ผลกระทบที่เกิดขึ้นแบ่งได้ 2 รูปแบบคือ

3.1 ผลกระทบแบบเฉียบพลัน คือ ผลกระทบที่เกิดขึ้นทันทีที่ได้รับสารมลพิษทางอากาศ เช่น การได้รับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน เกิดการอ่อนเพลียและง่วงนอนในทันที

3.2 ผลกระทบแบบเรื้อรัง คือ มีการสะสมในร่างกายจนกระทั่งมีปริมาณที่มากพอที่จะแสดงอาการของผลกระทบนั้น เช่น การสะสมของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในถุงลมปอดเป็นระยะเวลานานจึงปรากฏอาการของโรค

ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์และสัดส่วนของแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	ร้อยละ (%) โดยปริมาตร	ความเข้มข้น (ppm) โดยปริมาตร
1. ไนโตรเจน (N_2)	78.084 ± 0.004	780,840
2. ออกซิเจน (O_2)	20.946 ± 0.002	209,460
3. อาร์กอน (Ar)	0.934 ± 0.001	9,340
4. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	0.033 ± 0.001	330
5. นีออน (Ne)		18
6. อีเลียม (He)		52
7. มีเทน (CH_4)		1.2
8. คริปทอน (Kr)		0.5
9. ไฮโดรเจน (H_2)		0.5
10. ซีนอน (Ze)		0.08
11. ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)		0.02
12. โอโซน (O_3)		0.01 – 0.04

ที่มา : Wark, Warner & Davis, 1998, p. 7

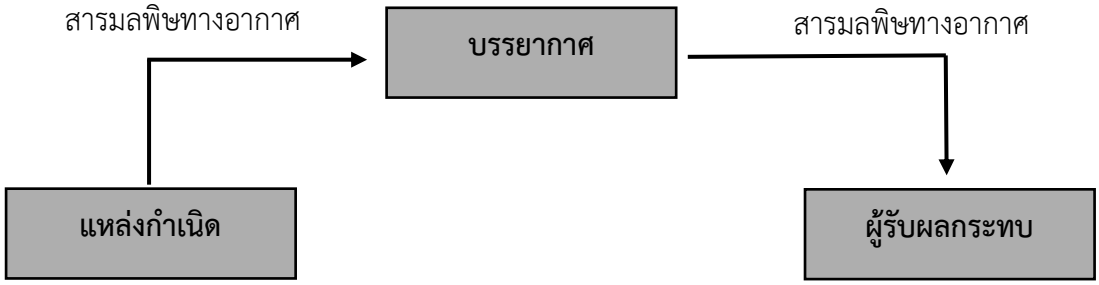
1.2 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศมี 3 ส่วนที่สำคัญดังภาพที่ 1.1 ดังนี้

1.2.1. แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (source) เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศและปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก ชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศขึ้นกับชนิดของแหล่งกำเนิดและการใช้มาตรการในการควบคุมการปล่อยสารมลพิษทางอากาศแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ การจราจรทางบก (รถประเภทต่าง ๆ) การก่อสร้าง และการเผาขยะ

1.2.2 บรรยากาศ (atmosphere) เป็นที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิด บรรยากาศเป็นปัจจัยที่บอกถึงการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ลักษณะหรือรูปแบบของบรรยากาศเป็นตัวกลางในการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้รับผลกระทบ ปัจจัยด้านบรรยากาศที่สำคัญ ได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม และอุณหภูมิ

1.2.3 ผู้รับผลกระทบ (receptor) เป็นส่วนที่สัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศทำให้เกิดความเสียหายหรือเป็นอันตราย ความรุนแรงของผลกระทบขึ้นกับชนิดแล้วปริมาณของสารมลพิษทางอากาศ ระยะเวลาสัมผัส และความอ่อนไหวของผู้รับผลกระทบ ผู้รับผลกระทบที่สำคัญ เช่น คน ต้นไม้ แหล่งน้ำ และชุมชน



ภาพที่ 1.1 แผนภาพแสดงภาวะมลพิษทางอากาศ

1.3 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ

1.3.1 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศโดยทั่วไปแบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของธรรมชาติ เช่น อนุภาคฝุ่นจากไฟไหม้ป่า จากการระเบิดของภูเขาไฟ อนุภาคเกลือทะเล

2) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของคน เป็นแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศหลักที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคนและสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ มีดังนี้

2.1) โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงโรงงานผลิตซีเมนต์ โรงงานผลิตกระดาษ โรงกำจัดขยะ และโรงสีข้าว

2.2) การจราจร เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถไฟ และเรือ

2.3) การทำเหมืองแร่ เช่น การระเบิดหิน และการโม่หิน

2.4) การก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างถนน อาคารบ้านเรือน และตึก

2.5) การทำเกษตรกรรม เช่น การเผาพื้นที่ การฉีดพ่นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช การเผาเศษพืชหลังการเก็บเกี่ยว

1.3.2 การแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศในปัจจุบันมักนิยมแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้แน่นอน (point source) หรือแหล่งกำเนิดเฉพาะตำแหน่ง เช่น ปล่องควันโรงงานอุตสาหกรรม ปล่องควันจากบ้านเรือน และร้านค้า

2) แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (area source) เช่น การเผาขยะ สถานีบริการน้ำมัน การเผาเศษเหลือทิ้งจากการเกษตร และไฟป่า

3) แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile source) หรือแบบเส้น เช่น รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถไฟ และเรือ

การจัดแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดเป็น 3 ประเภทแบบนี้ทำให้สามารถนำไปใช้ประกอบในการศึกษาการพิจารณาเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางมลพิษทางอากาศได้ง่ายขึ้น และในปัจจุบันการศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทยส่วนใหญ่ศึกษาสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดหลัก 2 แหล่ง คือ รถ (รถยนต์และรถจักรยานยนต์) และโรงงานอุตสาหกรรม

1. รถยนต์และรถจักรยานยนต์

การปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์เมื่อพิจารณาการทำงานของเครื่องยนต์และระบบการเผาไหม้น้ำมันของเครื่องยนต์ กรมควบคุมมลพิษ (2546: 46-48) ได้สรุปไว้ว่ามีแหล่งปล่อยหรือแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ 3 แหล่งดังนี้

1) การระเหยของน้ำมัน (fuel evaporation gas) ทำให้มีการระเหยของสารไฮโดรคาร์บอนออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น จากถังน้ำมันและคาร์บูเรเตอร์ (carburator) ปริมาณจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ อุณหภูมิของเครื่องยนต์และความสามารถในการระเหยของน้ำมัน

2) การระบายจากแครงก์เคส (crankcase) ในห้องแครงก์เคสจะมีบางส่วนของไอดีซึมผ่านลูกสูบออกมาในจังหวะอัดและซึมออกมาเล็กน้อยในจังหวะกำลัง โดยทั่วไปเรียกก๊าซพวกนี้ว่า “ก๊าซโบลว์บาย (blow by gas)” ซึ่งมักจะเป็นสารไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon: HC)

3) การระบายออกจากระบบไอเสีย (exhaust gas) สารมลพิษทางอากาศส่วนนี้เป็นสารที่มีอันตรายและมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งมาจากผลการสันดาปของเชื้อเพลิงและสารอื่น ๆ เช่น สารไฮโดรคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้และส่วนที่เผาไหม้แล้วบางส่วน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (carbon monoxide: CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of nitrogen: NO_x) ที่เกิดจากการเผาไหม้ของไนโตรเจน (ซึ่งมีอยู่เดิมในบรรยากาศที่เข้าไปสันดาป) กับอากาศที่อุณหภูมิสูง

ปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากรถแต่ละประเภท แต่ละคันมีความแตกต่างกัน ความแตกต่างกันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องยนต์เป็นสำคัญ ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากรถประเภทต่าง ๆ

สารมลพิษ	เบนซิน 4 จังหวะ			เบนซิน 2 จังหวะ			ดีเซล 4 จังหวะ		
	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x
Exhaust gas	100	55	100	100	80	100	100	99	100
Blow-by gas	-	25	-	-	-	-	-	1	-
Fuel evap. Gas	-	20	-	-	20	-	-	-	-

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2546, หน้า 53

1.1 รถที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เบนซินหรือที่เรียกว่า “เครื่องยนต์แก๊สโซลีน (gasoline)” เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีน (gasoline) หรือก๊าซหุงต้ม (liquified petroleum gas: LPG) เป็นเชื้อเพลิง ใช้หัวเทียนช่วยจุดไฟในการจุดระเบิดต้องมีคาร์บูเรเตอร์เป็นอุปกรณ์ผสมเชื้อเพลิงและอากาศให้มีอัตราส่วนที่เหมาะสมก่อนส่งเข้าสู่เครื่องยนต์ ส่วนผสมดังกล่าวเรียกว่า “ไอดี” มีอัตราส่วนของเชื้อเพลิงต่ออากาศที่เหมาะสมคือ 10-17 การเกิดสารมลพิษทางอากาศจากการสันดาปของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์เบนซินนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของเชื้อเพลิงซึ่งมีส่วนประกอบหลัก คือ คาร์บอน (C) และไฮโดรเจน (H) กับอัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ใช้ในการสันดาป โดยที่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องยนต์จะมีค่าสูงเมื่ออัตราส่วนระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงมีค่าเท่ากับ 16 ซึ่งเป็นส่วนผสมที่บาง สำหรับการเร่งเครื่องยนต์ในขณะที่รถเคลื่อนที่จากสภาวะหยุดนิ่งจะต้องเพิ่มปริมาณของเชื้อเพลิงให้มากขึ้นทำให้มีส่วนผสมที่หนาขึ้น โดยอัตราส่วนระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงจะน้อยกว่า 16

ทำให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และสารไฮโดรคาร์บอนสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์และมีปริมาณออกซิเจนน้อย ดังสมการที่ (1.1) กระบวนการนี้จะเกิดในช่วงที่มีการติดขัดของการจราจรและรถมีความเร็วต่ำ การสันดาปของเชื้อเพลิงที่สมบูรณ์ซึ่งมีปริมาณของออกซิเจนที่เพียงพอจะไม่เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ แต่จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แทนดั่งสมการที่ (1.2) (De Nevers, 2000: 477)

การสันดาปของเชื้อเพลิง (C_xH_y) ที่ไม่สมบูรณ์ แสดงดังสมการที่ (1.1)

$$C_xH_y + O_2 \longrightarrow CO + HC \quad \text{----------} \quad (1.1)$$

การสันดาปของเชื้อเพลิง ที่สมบูรณ์ แสดงดังสมการที่ (1.2)

$$C_xH_y + (x + {}^1\!/_4\, y)O_2 \longrightarrow xCO + {}^1\!/_2\, yH_2O \quad \text{----------} \quad (1.2)$$

ผลของการสันดาปเชื้อเพลิงที่ติดไฟได้ง่ายกว่าหรือมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าจะเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์กว่า จึงพบว่าอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์จากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงจะมีอัตราโดยเฉลี่ยต่ำกว่าก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ที่ระบายออกจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิงเพราะโครงสร้างของก๊าซหุงต้มจะมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน

เครื่องยนต์เบนซินที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันเบนซินหรือก๊าซหุงต้ม ในกระบวนการเผาไหม้จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำอย่างแน่นอน แต่เนื่องจากในอากาศมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 78 ในสภาวะที่อุณหภูมิสูงก็อาจทำให้เกิดก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนได้ ส่วนใหญ่เป็นก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ความเข้มข้นของก๊าซไนตริกออกไซด์ในไอเสียขึ้นโดยตรงกับอุณหภูมิสูงสุดของการสันดาและอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิง การเกิดก๊าซไนตริกออกไซด์ในเครื่องยนต์เกิดจากส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงบางส่วนอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงนานเกินไป

เครื่องยนต์เบนซินที่ใช้ในประเทศไทยมี 2 ประเภทคือเครื่องยนต์เบนซิน 2 จังหวะซึ่งมักใช้กับรถจักรยานยนต์และเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะที่มักใช้กับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลหรือรถเก๋ง การทำงานและการปล่อยสารมลพิษทางอากาศของเครื่องยนต์เบนซินทั้ง 2 ประเภทมีความแตกต่างกัน

1.2 รถที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์ดีเซลมีการปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและอนุภาคของแข็ง หรือควันดำเป็นส่วนใหญ่ อาจมีสารไฮโดรคาร์บอนและก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์บ้าง กระบวนการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ในเครื่องยนต์ดีเซลมีส่วนคล้ายคลึงกับการเกิดในเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลถ้าความเร็วรอบสูงและภาระสูงจะมีปริมาณความเข้มข้นของ

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่ปล่อยออกมาก รถบรรทุกซึ่งเป็นเครื่องยนต์ดีเซลแม้ว่าจะมีความเร็วรอบต่ำ แต่ต้องใช้ภาระสูงตลอดเวลา ส่งผลให้มีก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนปล่อยออกมาขึ้นด้วย

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะมีการทำงาน 4 จังหวะต่อ 1 รอบคล้ายกับเครื่องเบนซิน 4 จังหวะ แต่มีความแตกต่างกันตรงที่เครื่องยนต์เบนซินใช้หัวเทียนในการจุดระเบิดและอากาศกับเชื้อเพลิงถูกผสมกันที่คาร์บูเรเตอร์ก่อนส่งเข้ากระบอกสูบหรือห้องเผาไหม้ แต่เครื่องยนต์ดีเซลใช้หัวฉีด (nozzle) ในการพ่นน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรง (direct injection) เข้าผสมกับอากาศที่ร้อนทำให้เกิดการสันดาปของน้ำมันขึ้น

จากที่กล่าวมาพบว่าการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลจะไม่มีคาร์บูเรเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ผสมไอดีกับเชื้อเพลิงเหมือนกับเครื่องยนต์เบนซินและใช้อัตราส่วนของอากาศต่อเชื้อเพลิงสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน กระบวนการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลก่อให้เกิดการปล่อยส่วนของน้ำมันที่เผาไหม้ไม่หมดซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ และมองเห็นเป็นสีดำที่เรียกว่า “ควันดำ (black smoke)” ซึ่งปล่อยออกมามากในขณะที่เครื่องยนต์เดินเต็มกำลัง ดังตารางที่ 1.3 หรือกำลังเร่งความเร็วจากสภาวะหยุดนิ่ง

ปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยจากท่อไอเสียของรถเครื่องยนต์ดีเซลขึ้นกับปัจจัยดังนี้

1) ห้องเผาไหม้ โดยที่ห้องเผาไหม้แบบฉีดน้ำมันโดยตรง จะเกิดออกไซด์ของไนโตรเจนมากกว่าห้องเผาไหม้แบบอื่น

2) การฉีดเชื้อเพลิง การเริ่มฉีด ลักษณะของการฉีด และการกระจายของหัวฉีด ถ้ามีการฉีดช้าจะช่วยลดปริมาณของออกไซด์ของไนโตรเจนได้ แต่หากฉีดช้าไปมากๆจะทำให้ปริมาณของสารไฮโดรคาร์บอน และควันดำเพิ่มสูงขึ้น

3) การฉีดเชื้อเพลิงที่มีมุมของการฉีดผิดไปจะทำให้มีออกไซด์ของไนโตรเจนและสารไฮโดรคาร์บอนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งหากเปลี่ยนไป 1 องศาจะมีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศเพิ่มขึ้น 15% (มานิต เผือกสกนต์, 2534: 15)

4) การที่หัวฉีดเชื้อเพลิงไม่มีการบำรุงรักษาอย่างดี อาจทำให้เกิดการฉีดเชื้อเพลิงหลังจากการเผาไหม้แล้ว ส่งผลให้มีเชื้อเพลิงถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย และมีการปล่อยสารไฮโดรคาร์บอนออกมามากด้วย

5) อุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องยนต์ อากาศที่ร้อนมากกว่าปกติทำให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจนมากตามไปด้วย

ตารางที่ 1.3 การเปรียบเทียบการปล่อยสารมลพิษทางอากาศหรือองค์ประกอบในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลในขณะที่เครื่องยนต์เดินเบาและเครื่องยนต์เดินเต็มกำลัง

องค์ประกอบในไอเสีย	ปริมาณไอเสีย (%)	
	เครื่องยนต์เดินเบา	เครื่องยนต์เดินเต็มกำลัง
NO_x	0.005 – 0.025	0.06 – 0.15
HC	0.05 – 0.06	0.02 – 0.06
CO_2	3.5	12
CO	0.01 – 0.045	0.035 – 0.2
ไอน้ำ	3.0	11
O_2	16	10
เขม่า	20 mg/m^3	200 mg/m^3

หมายเหตุ: เครื่องยนต์เดินเบา คือ เครื่องยนต์ที่ทำให้รถวิ่งด้วยความเร็วค่อนข้างคงที่
เครื่องยนต์เดินเต็มกำลัง คือ เครื่องยนต์ที่อยู่ในสภาวะที่รถกำลังวิ่งจากการหยุดนิ่ง

ที่มา: De Nevers, 2000, p.502

ความแตกต่างของปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับชนิดของสารมลพิษทางอากาศ ชนิดของรถ และความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ สรุปดังนี้

1) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ถูกปล่อยออกมาจากรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินมากที่สุด รองลงมาคือรถจักรยานยนต์

2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนถูกปล่อยออกมาจากรถเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่มากที่สุด

3) สารไฮโดรคาร์บอนถูกปล่อยออกมาจากรถยนต์เครื่องยนต์เบนซินมากที่สุด รองลงมาคือรถจักรยานยนต์

4) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถูกปล่อยออกมาจากรถเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่มากที่สุด

5) อนุภาคฝุ่นถูกปล่อยออกมาจากรถเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่มากที่สุด ซึ่งมีปริมาณสูงกว่ารถประเภทอื่น ๆ อย่างชัดเจน โดยส่วนใหญ่ปล่อยออกมาในรูปของควันดำ

2. โรงงานอุตสาหกรรม

การปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมมีที่มาจากหลายแหล่งขึ้นกับชนิดและประเภทของอุตสาหกรรม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน โดยเฉพาะถ่านหินลิกไนต์ และน้ำมันเตา กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม หม้อต้มไอน้ำ

อุตสาหกรรมที่มีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศมาก เช่น อุตสาหกรรมซีเมนต์ อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษ อุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรมเป็นตัวการสำคัญที่ปล่อยสารมลพิษทางอากาศออกสู่บรรยากาศ โดยเฉพาะจากกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง สารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกมาจากอุตสาหกรรมที่สำคัญมีดังนี้

2.1 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น ในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ถ่านหิน การเผาไหม้น้ำมันเตาของหม้อไอน้ำ

2.2 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง

2.3 อนุภาคฝุ่นและควันดำจากการเผาไหม้ทางเชื้อเพลิงที่เป็นถ่านหิน น้ำมันเตา ไม้ โดยอนุภาคฝุ่นและควันดำถูกปล่อยออกมามากหากมีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และใช้อุณหภูมิในการเผาไหม้ต่ำ

2.4 ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์

2.5 สารโลหะหนักจากอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น สารตะกั่วจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ สารโครเมียมจากการชุบโลหะ

ปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับรูปแบบของอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 1.4 และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในอุตสาหกรรมนั้นดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.4 สารมลพิษทางอากาศที่มีแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

สารมลพิษทางอากาศ	ตัวอย่างชนิดของอุตสาหกรรม
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	อุตสาหกรรมซีเมนต์ หินปูนและปูนปลาสเตอร์ อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ การเผาเชื้อเพลิงของหม้อต้มไอน้ำ การผลิตกรดซัลฟิวริก สิ่งทอ อุตสาหกรรมโลหะที่มิใช่เหล็ก เหล็กและเหล็กกล้า
ก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3)	โรงงานผลิตกรดซัลฟิวริก
อนุภาคฝุ่น	อุตสาหกรรมซีเมนต์ หินปูนและปูนปลาสเตอร์ อุตสาหกรรมผลิตเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมผลิตกระดาษและเส้นใย โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ
ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	อุตสาหกรรมแยกก๊าซธรรมชาติ โรงงานกลั่นน้ำมัน กระบวนการบำบัดน้ำเสีย อุตสาหกรรมแอมโมเนีย อุตสาหกรรมผลิตกระดาษและเส้นใย โรงงานเยื่อกระดาษ
เมอร์แคปเทน (R-SH)	อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมกระดาษและเส้นใย
ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO, NO_2)	อุตสาหกรรมซีเมนต์ หินปูนและปูนปลาสเตอร์ อุตสาหกรรมผลิตกรดไนตริก การเผาไหม้เชื้อเพลิงของหม้อต้มไอน้ำ อุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง
ไอกรดไนตริก (HNO_3)	อุตสาหกรรมผลิตกรดไนตริก
ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3)	อุตสาหกรรมผลิตแอมโมเนีย การผลิตปุ๋ย การชุบโลหะ
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	อุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า
สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)	อุตสาหกรรมที่มีการใช้ตัวทำละลาย สุรากลั่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี พลาสติก

ตารางที่ 1.5 อัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

สารมลพิษ	อัตราการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ					
	Fuel Oil Kg/1000L	Kerosene Kg/1000L	NG Lb/MMscf	Lignite Kg/1000kg	LPG Kg/1000L	Wood Kg/1000L
NO_x	8	2.4	190	5.55	2.28	0.19
SO_2	18	17	0.6	15	0.012	0.0375
CO	0.6	0.6	84	0.13	0.384	3.3
PM	1.0	0.24	1.9	2.55	0.072	23.5
PM-10	0.86	0.13	1.9	0.89	0.075	8.4
VOCs	0.091	0.024	5.5	0.0046	0.036	0.0844

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2543, หน้า 3-9

1.4 สรุป

มลพิษทางอากาศเป็นการปนเปื้อนของสารมลพิษที่ระยะเวลานานพอที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนและสิ่งแวดล้อม เป็นปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมที่สำคัญปัญหาหนึ่ง มีแหล่งที่มาที่สำคัญจากกิจกรรมของอุตสาหกรรมและการจราจร โดยเฉพาะการจราจรในเมืองใหญ่มีปัญหาของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็ก การพิจารณาถึงสารมลพิษทางอากาศต้องพิจารณาถึงแหล่งกำเนิด กระบวนการเกิดสารมลพิษทางอากาศ ผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของคน การเรียนรู้ด้านมลพิษทางอากาศมีความจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางเคมีในการศึกษาความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ความดันและอุณหภูมิเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการอธิบายรูปแบบของการกระจายสารมลพิษทางอากาศและมีการใช้หน่วยในการอธิบายที่แตกต่างกันตามระบบต่าง ๆ

1.5 คำถามท้ายบท

1. มลพิษทางอากาศคืออะไร

2. ระบบภาวะมลพิษทางอากาศมีองค์ประกอบอะไรบ้าง

3. สารมลพิษทางอากาศชนิดใดบ้างที่ถูกปล่อยออกจากรถเครื่องยนต์ดีเซล

4. เพราะเหตุใดรถเครื่องยนต์เบนซินจึงปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกทางท่อไอเสียมากกว่ารถเครื่องยนต์ดีเซล

5. อุตสาหกรรมใดบ้างที่ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. **การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศ.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

_____. 2546. **การปรับแต่งและดูแลบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เพื่อลดมลพิษและประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2547. **ตำราบำบัดมลพิษทางอากาศ.** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. **วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์.

เกษม จันทร์แก้ว. 2541. **เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพมหานคร : โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราวุธ เสือดี. 2543. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ความรู้เบื้องต้นมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียง และการตรวจวัด วิเคราะห์**. ปทุมธานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุทิน อยู่สุข, วราวุธ เสือดี, มีนา พิทยโสภณกิจ, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์ และเกรียงศักดิ์ เจียรพสุอนันต์. 2544. **ศัพท์บัญญัติและนิยามมลพิษทางอากาศ.** กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

De Nevers, N. 2000. **Air pollution control engineering**. 2nd ed. Singapore: McGraw-Hill.

Peavy, H.S., Rowe, D.R. & Tchobanaglous, G. 1985. **Environmental engineering (international ed.)**. Singapore: McGraw-Hill.

Wark, K., Warner, C.F. & Davis, W.T. 1998. **Air pollution, it origin and control**. 3rd ed. New York: Addison-Wesley.