การตรวจเอกสาร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือเพื่อลดเขม่าควันไฟและฝุ่นผงดับเพลิงขณะฝึกซ้อมดับเพลิง ณ สถานฝึกอบรมการผจญเพลิง เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และปฏิบัติการ เพื่อแก้ไขให้การปฏิบัติการฝึกซ้อมมีผลกระทบในเรื่อง ความปลอดภัย สุขภาพอนามัย ต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพราะถึงแม้ว่าจะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยตรง แต่เป็นผลกระทบกระเทือนต่อความเป็นอยู่และจิตใจ คือ เกิดกลิ่นเหม็น ฝุ่น ขี้เถ้า ควัน เขม่า ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งเกิดความรำคาญ โดยผู้วิจัยได้พัฒนามาจากการค้นคว้า ศึกษา ตำราเอกสาร และรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การตรวจสอบ ศึกษา และวิธีคาดการณ์คุณภาพอากาศ

2. วิธีการควบคุมมลสารในอากาศจากแหล่งกำเนิด

การตรวจสอบ ศึกษา และวิธีคาดการณ์ คุณภาพอากาศ

องค์การอนามัยโลก WHO (World Health Organization) ได้แบ่งคุณภาพอากาศเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 1: มลสารที่มีอยู่ในอากาศมีน้อยมาก (ต่ำกว่าค่าๆหนึ่งที่ระบุ) จนไม่มีผลกระทบโดยตรง หรือโดยอ้อม

ระดับ 2: มลสารที่มีในอากาศ กระตุ้นอวัยวะการรู้สึก (Sensory Organs) มีอิทธิพลในแง่พิษภัยต่อพืช ลดทัศนวิสัย (Visibility) และมีผลร้ายอื่นๆ ต่อสิ่งแวดล้อม

ระดับ 3: มลสารที่มีในอากาศ ก่อให้เกิดโรคเรื้อรัง หรือทำให้ช่วงชีวิต (Life Span) สั้นลง

ระดับ 4: มลสารที่มีในอากาศ ก่อให้เกิดโรคเฉียบพลัน และฆ่าบางคนของกลุ่มคนที่มีความรู้สึกไวมากต่อสารนั้น

ในทันทีที่พบความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลที่ชัดเจนระหว่างปริมาณของมลสารและภัยต่อสุขภาพ ก้าวต่อไป คือ การกำหนดความเข้มข้นที่ยอมได้ของมลสารแต่ละตัว การกำหนดค่ามาตรฐานต้องกระทำอย่างถูกหลักวิทยาศาสตร์ แต่ต้องคำนึงถึงแง่ปัญหาทางการเมือง เศรษฐกิจและ/หรือสังคมด้วย ดังนั้น มลสารตัวหนึ่งๆ ในแต่ละประเทศย่อมแตกต่างกันได้ (ศิริกัลยา และคณะ, 2544: 18)

มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดในประเทศไทย

กำหนดโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม สำหรับสารมลพิษจำนวน 15 ชนิด โดยห้ามใช้วิธีเจือจาง และมาตรฐานควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงโม่ บด หรือย่อยหิน ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานอากาศเสียที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรม

ชนิดของสารเจือปน	แหล่งที่มาของสาร	ค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
1. ฝุ่นละออง	หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้	
	○ น้ำมันเตา	300
	○ ถ่านหิน	400
	○ เชื้อเพลิงอื่นๆ	400
	การถลุง หล่อหลอม รีดดึง และ/หรือผลิตเหล็กกล้า อลูมิเนียม	300
	การผลิตทั่วไป	400
2. พลวง	การผลิตทั่วไป	20
3. สารหนู	การผลิตทั่วไป	20
4. ทองแดง	การหลอมหรือถลุง	30
5. ตะกั่ว	การผลิตทั่วไป	30
6. คลอรีน	การผลิตทั่วไป	30
7. ไฮโรเจนคลอไรด์	การผลิตทั่วไป	200

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของสารเจือปน	แหล่งที่มาของสาร	ค่าปริมาณสารเจือปนในอากาศ (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
8. ปรอท	การผลิตทั่วไป	3
9. คาร์บอนมอนอกไซด์	การผลิตทั่วไป	1000 (870 ppm)
10. กรดกำมะถัน	การผลิตทั่วไป	100 (25 ppm)
11. ไฮโดรเจน คลอไรด์	การผลิตทั่วไป	140 (100 ppm)
12. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	การผลิตกรดกำมะถัน	1300 (500 ppm)
13. ออกไซด์ของไนโตรเจน	หม้อน้ำที่ใช้เชื่อเพลิง ดังนี้	
	○ ถ่านหิน	940 (500 ppm)
	○ เชื้อเพลิง	470 (250 ppm)
14. ไซลีน	การผลิตทั่วไป	870 (200 ppm)
15. ครีซอล	การผลิตทั่วไป	22 (5 ppm)
16. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	Fuel Oil Combustion	1,250 ppm.

ที่มา: ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2539)

1 ลำดับที่ 1-14 ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2536 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ลงวันที่ 20 กรกฎาคม 2536

2 ลำดับที่ 15 ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2538 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ลงวันที่ 6 กันยายน 2538 ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเฉพาะโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สงขลา ภูเก็ต

3 ลำดับที่ 16 ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน ลงวันที่ 3 กันยายน 2539

ตารางที่ 2 มาตรฐานควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงโม่ บด หรือย่อยหิน

แหล่งกำเนิด	ฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่าความทึบแสง (%)
ไม่มีระบบดูดฝุ่น	-	20
มีระบบดูดฝุ่น ระบายออกทางปล่อง	400	20
วิธีการตรวจวัด	USEPA Method 5	Smoke Opacity Meter

ที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2540) ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงโม่ บด หรือย่อยหิน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 6 ง ลงวันที่ 21 มกราคม 2540 และประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้โรงโม่ บด หรือย่อยหินเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 6 ง ลงวันที่ 21 มกราคม 2540

ตารางที่ 3 มาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน ขนาดของเตาเผา		วิธีตรวจวัด
	1-50 ตัน ต่อวัน	มากกว่า 50 ตัน ต่อวัน	
1. ปริมาณฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ไม่เกิน 400	ไม่เกิน 120	USEPA Method 5/ วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 30	USEPA Method 6, 8/ วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน ขนาดของเตาเผา 1-50 ตัน ต่อวัน	ค่ามาตรฐาน ขนาดของเตาเผา มากกว่า 50 ตัน ต่อวัน	วิธีตรวจวัด
3. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ในรูปของก๊าซไนโตรเจน ไดออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	ไม่เกิน 250	ไม่เกิน 180	USEPA Method 7/ วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4. ค่าความทึบแสง (%)	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 10	USEPA Method 9/ วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (ส่วนในล้านส่วน)	ไม่เกิน 136	ไม่เกิน 25	USEPA Method 26/ วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
6. ค่าสารประกอบไดออกซิน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 30	USEPA Method 23/ วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ที่มา: ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2540) ดัดแปลงจากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 63 ง ลงวันที่ 7 สิงหาคม 2540 และประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดให้เตาเผามูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 63 ง ลงวันที่ 7 สิงหาคม 2540

<u>การศึกษาคาดการณ์คุณภาพอากาศโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์</u>

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นสูตรทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากพื้นฐานทางทฤษฎีของกฎการแพร่กระจายประกอบกับผลที่ได้จากการทดลองทั้งในอุโมงค์ลมในห้องปฏิบัติการ และในภาคสนาม เพื่ออธิบายถึงลักษณะการกระจายตัว (Diffusion หรือ Dispersion) ของสารมลพิษในอากาศในสภาวะต่างๆ กัน และใช้คาดประมาณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศที่ระบายออกจาก แหล่งกำเนิดใดๆ (สุพัฒน์, 2534)

ในการพิสูจน์เรื่องราวร้องทุกข์หรือในกรณีที่ต้องการการตัดสินที่เป็นรูปแบบ Quantitative สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์เหล่านี้ได้เพราะการตรวจวัดจากแหล่งกำเนิดหรือการตรวจวัดอากาศโดยรอบ หรือที่อยู่อาศัยของผู้ร้องทุกข์นั้นเป็นภาระที่ยากต่อการปฏิบัติ และข้อมูลที่ได้มักจะไม่ค่อยเพียงพอในการตัดสินใจ เช่นในขณะตรวจวัดอาจมีปัญหาให้เห็นหรือไม่มีก็ได้ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยเรื่องร้องเรียน หรือประกอบการออกมาตรการกำหนดเงื่อนไขกับผู้ประกอบการและช่วยให้การวินิจฉัยมีน้ำหนักมากขึ้น (นพภาพร, 2544: 127)

1. การใช้แบบจำลอง Industrial Source Complex (ISC)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Industrial Source Complex Short Term เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ U.S. EPA ใช้อ้างอิงเป็นแบบจำลองในการใช้งานข้าราชการ (Regulatory Model) และ U.S. EPA ไม่สงวนลิขสิทธ์ในการนำไปใช้งาน

ISC เป็นแบบจำลองชนิด Steady State Gaussian ที่สามารถใช้ประเมินผลจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม สามารถคำนวณการตกลงสู่พื้น (Dry and Wet Deposition) ผลของการไหลของอากาศหลังสิ่งกีดขวาง (Down wash Area) คำนวณโดยการยกตัวของควันเป็นสัดส่วนกับระยะทางเคลื่อนที่ของ Plume

หลังจากที่ได้มีการป้อนข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการคำนวณในแบบจำลองฯ แล้ว แบบจำลองฯ จะคำนวณค่าการแพร่กระจายของสารมลพิษนั้น ออกมาในรูปของความเข้มข้นที่จุดผู้ได้รับผลกระทบเป็นรายชั่งโมง, รายวัน หรือรายปีก็ได้ตามที่จะมีคำสั่งในโปรแกรม และหากต้องการให้คำนวณค่าการตกลงสู่พื้นของมลพิษก็สามารถทำได้หากป้อนข้อมูลเพียงพอ (นพภาพร, 2544)

<u>การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์มลพิษจากแหล่งกำเนิด</u>

ขั้นตอนสำคัญในการเก็บตัวอย่าง 4 ขั้น (ศิริกัลยา, 2544) ในการวิเคราะห์หาปริมาณของมลสารในบรรยากาศ คือ

1. การเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีและเครื่องมือที่เหมาะสมกับมลสารที่สนใจ
2. การจัดการหรือกลั่นกรองพิเศษสำหรับตัวอย่างที่เก็บ
3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง และ
4. การประเมินหาปริมาณของมลสารในตัวอย่างที่เก็บ

<u>ตารางที่ 4</u> วิธีการตรวจวัดมาตรฐาน

พารามิเตอร์	วิธีการตรวจวัด
1. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	1. USEPA Method 6: วิธีการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไอออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources) หรือวิธี 2. USEPA Method 8: วิธีการตรวจวัดก๊าซไอกรดซัลฟุลิก และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Sulfuric Acid Mist and Sulfur Dioxide Emissions from Stationary Sources) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการตรวจวัด
2. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ส่วนในล้านส่วน)	USEPA Method 7: วิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม(Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCL) (ส่วนในล้านส่วน)	USEPA Method 26: วิธีการตรวจวัดปริมาณก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Hydrogen Chloride Emissions from Stationary Sources) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4. ค่าสารประกอบไดออกซิน (นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	USEPA Method 23: วิธีการตรวจวัดปริมาณก๊าซไดออกซินภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Polychlorinatted Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans from Stationary Sources) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5. ปริมาณฝุ่นละออง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	USEPA Method 5: วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดฝุ่นละอองภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Particulate Emissions from Stationary Sources) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดไว้ หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการตรวจวัด
6. ค่าความทึบแสง (Opacity) (ร้อยละ)	
- ค่าความทึบแสงจากเตาเผาศพ	- Ringlemann's Method
- ค่าความทึบแสงโรงโม่บดและย่อยหิน	- Smoke Opacity Meter หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

และจากศึกษาคาดการณ์ของคุณภาพอากาศตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจะนำเอาวิธีทั้งสองมาเสริมกัน เพื่อให้ข้อมูลของคุณภาพอากาศมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพื่อนำเอาค่ามาเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ตามกฎหมาย เพื่อเป็นปัจจัยในการปรับปรุงลดมลสารให้เป็นไปตามกฎหมายและเป้าหมายคุณภาพอากาศให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ระดับ 1 ขององค์การอนามัยโลก

การควบคุมมลสารในอากาศจากแหล่งกำเนิด

การควบคุมมลสารในอากาศจากแหล่งกำเนิด อาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี (วงศ์พันธ์, 2543) คือ

1. การดัดแปลงกระบวนการพื้นฐานเพื่อให้การทำงานสะอาดขึ้น
2. ใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดกว่าในกระบวนการเผาไหม้
3. ทำความสะอาดอากาศเสียที่เกิดขึ้นก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ

<u>การดัดแปลงกระบวนการพื้นฐานเพื่อให้การทำงานสะอาดขึ้น</u>

ขั้นตอนกระบวนการในการปฏิบัติงานของสถานฝึกอบรมอย่างหนึ่งก็คือ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ C (คาร์บอน), H (ไฮโดรเจน) และ S (ซัลเฟอร์ หรือกำมะถัน) การเผาไหม้ก็เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วระหว่างออกซิเจนกับสารองค์ประกอบหลักเหล่านี้ การดัดแปลงสภาพการปฏิบัติงานอาจทำได้ดังนี้

1. การเผาไหม้โดยใช้อากาศเกิน

ในวิธีการนี้จะควบคุมอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิง (AF-ratio) (มนตรี, 2539) ก็คืออัตราส่วนระหว่างมวล (หรือจำนวนโมล) ของอากาศต่อมวล (หรือจำนวนโมล) ของเชื้อเพลิงในระหว่างการเผาไหม้ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็นอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงเชิงทฤษฎี (AF_{theo}) และอัตราส่วนอากาศกับเชื้อเพลิงจริง (AF_{ac}) โดยที่ AF_{theo} คำนวณจาก

$$AF_{theo} = \frac{\text{จำนวนโมลของอากาศ}}{\text{จำนวนโมลของเชื้อเพลิง}}$$

องค์ประกอบของอากาศในส่วนที่ช่วยในการเผาไหม้ (ตัวออกซิไดซ์) ก็คือ ออกซิเจน ส่วนที่เหลือจัดอยู่ในกลุ่มของไนโตรเจน, ก๊าซเฉื่อย และความชื้นในอากาศ เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบของส่วนที่เหลือนี้จะเป็นไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่

<u>ตารางที่ 5</u> องค์ประกอบของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบ	
	โดยปริมาตร	โดยมวล
ออกซิเจน (O_2)	21	33
ไนโตรเจน (N_2)	79	77
O_2 /N_2	1: 3.76	1: 3.35

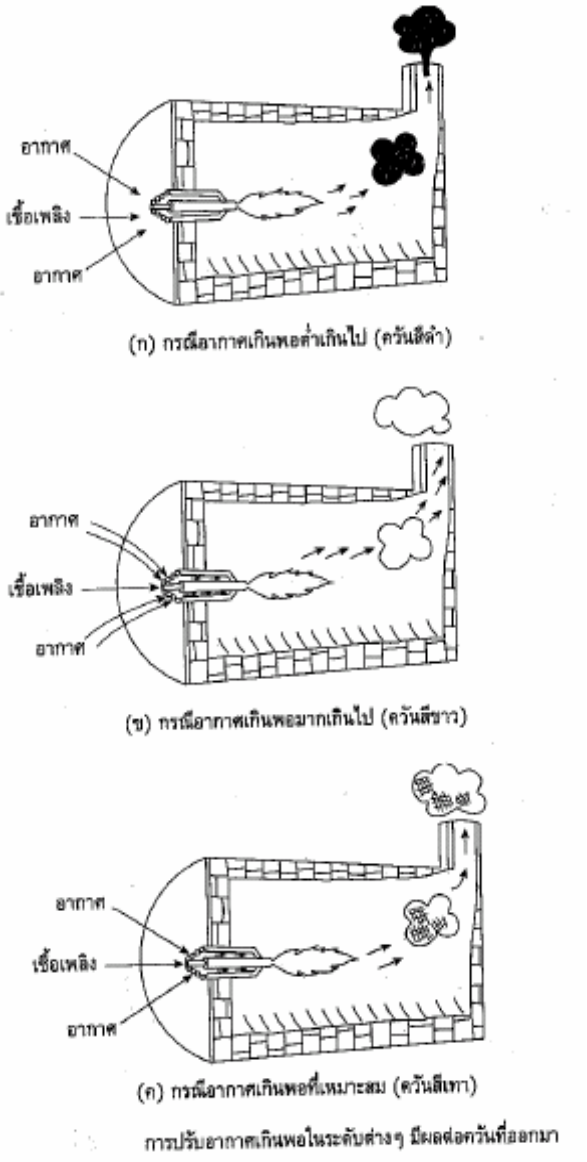
ในการเผาไหม้จริงจะใช้อากาศในปริมาณที่มากกว่าอากาศพอดีเผาไหม้สมบูรณ์ (Stoichio-metric air) และจะบอกปริมาณการใช้อากาศเป็นจำนวนเท่าของอากาศพอดี เผาไหม้สมบูรณ์ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และเรียกว่า “เปอร์เซ็นต์อากาศทฤษฎี” เช่น ถ้าใช้อากาศจริงในปริมาณ 1.5 เท่าของอากาศพอดีเผาไหม้สมบูรณ์ คิดเป็น 150 % อากาศทฤษฎีบางครั้งนิยมใช้ “เปอร์เซ็นต์อากาศเกินพอ” (% excess air) เช่น 50 % อากาศเกินพอ เป็นต้น

การควบคุมปริมาณอากาศเกินพอนี้นับว่าเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง เพราะถ้าปริมาณของอากาศเกินพอดีมากเกินไป ทำให้ความร้อนสูญเสียเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าปริมาณอากาศเกินพอน้อยเกินไป อากาศและเชื้อเพลิงไม่สามารถผสมกันได้อย่างทั่วถึง ขณะเผาไหม้จะมีเชื้อเพลิงที่ไม่ถูกเผาไหม้หลงเหลืออยู่และถูกพาออกไปทางควัน

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์อากาศเกินพอที่ใช้กับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ

เชื้อเพลิง	อุปกรณ์ช่วยเผาไหม้	เปอร์เซ็นต์อากาศเกินพอ
ถ่านหิน	- เตาที่มีน้ำหล่อเย็นโดยตลอดและมีชุดบดถ่านหิน	15-20
	- เตาที่มีน้ำหล่อเย็นบางส่วนและมีชุดบดถ่านหิน	15-40
	- เตาสปีดเดอร์ (speader stoker)	30-60
	- เตาชนิดตะกรับเตาเคลื่อนที่	15-50
	- เตาไซโคลน	10-15
น้ำมันเตา	- หัวเผาน้ำมัน	5-10
	- หัวเผาใช้เชื้อเพลิงร่วม	10-20
ก๊าซ	- หัวเผาก๊าซ	5-10
	- หัวเผาใช้เชื้อเพลิงร่วม	7-12

ผลจากการป้อนอากาศเกินพอเกินกว่าความต้องการในการเผาไหม้เชิงทฤษฎีนั้น จะต้องปรับอากาศเกินพอ เพื่อให้ได้ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้อย่างเหมาะสม การพิจารณาจากควันที่ออกมาหรือสีของเปลวไฟจากการเผาไหม้นั้น มีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการปรับอากาศเกินพอในปริมาณที่เหมาะสมได้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 นี้



<u>ภาพที่ 3</u> การปรับอากาศเกินพอในปริมาณต่างๆ

สภาพการเผาไหม้ระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศอาจอาศัยการสังเกตจากสีของควันที่ออกมาได้ดังนี้

ก. ถ้าควันที่ออกมาเป็นสีดำ แสดงว่าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ใช้อากาศน้อยเกินไป

ข. ถ้าควันที่ออกมาเป็นสีขาวใส แสดงว่าใช้อากาศเกินพอมากจนเกินไป

ค. ถ้าควันที่ออกมาเป็นสีเทาอ่อน แสดงว่าใช้อากาศเกินพออย่างเหมาะสม

<u>ทำความสะอาดอากาศเสียที่เกิดขึ้นก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ</u>

มลสารหรืออากาศเสียที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด (วงศ์พันธ์, 2543) คือ

1. มลสารที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เช่น ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และอนุภาคที่ยังเผาไหม้ได้อีก

2. มลสารที่เกิดจากสิ่งเจือปนที่ติดมากับเชื้อเพลิง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_X) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO_X) (จากเชื้อเพลิงที่มี S, N)

3. ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_X) ที่เกิดจากการใช้อากาศในปฏิกิริยาที่มีความร้อนสูง

มลสารชนิดที่ 1 และที่ 3 นั้น อาจทำให้หมดไปหรือลดลงได้โดยการดัดแปลงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และโดยการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ส่วนมลสารชนิดที่ 2 อาจลดลงหรือทำให้หมดไปได้โดยใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดกว่า สำหรับการทำความสะอาดอากาศเสียนั้นใช้ควบคุมมลสารได้ทั้งสามชนิด

การเลือกวิธีการควบคุมที่เหมาะสมของแต่ละปัญหาขึ้นอยู่กับชนิดของมลสารที่เกิดขึ้น, กระบวนการที่ทำให้เกิดมลสาร และระดับการควบคุมที่ต้องการ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นมลสารที่มีจากการฝึกอบรมการซ้อมดับเพลิงนอกจากเขม่าควันไฟแล้ว สิ่งที่เป็นปัญหาอีกอย่างก็คือผงเคมีแห้งที่ใช้ในการฝึกที่เจือปนออกไปกลับควันไฟนั้นนับว่าเป็นอนุภาคฝุ่นที่สร้างปัญหาแก่ชุมชนใกล้เคียงเป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อปริมาณของอนุภาคฝุ่นที่เกิดจากการปฏิบัติงานนั้นมีค่าเกินกว่าระดับที่ระบุไว้ในมาตรฐานกำหนดหรือก่อให้เกิดการเดือดร้อนรำคาญ จึงมีความจำเป็นต้องประยุกต์ใช้วิธีเก็บฝุ่นที่เหมาะสม โดยผู้วิจัยได้พิจารณาจะใช้วิธีการดักเก็บแบบ ทำโรงเรือนหรืออาคารคุมโดยมีระบบเครื่องเก็บฝุ่นแบบแผ่นกรองแบบแถวเรียง เพื่อดักเก็บผงฝุ่นเคมีแห้ง

เครื่องเก็บฝุ่นแบบสครับเบอร์สามารถแบ่งออกกว้างๆ ได้เป็น (ศิริกัลยา, 2544)

ก. ประเภทชักนำสเปรย์ขึ้นเอง (Self-Induced Spray Type) เช่น เครื่องสครับเบอร์แบบโรโตคอน N

ข. ประเภทความดันน้ำ(Water Pressure Type) เช่น เครื่องเวนทูรีสครับเบอร์, หอสเปรย์, เครื่องไซโคลน

ค. ประเภทหอใส่วัสดุ (Packed Tower Type)

ง. ประเภทฟลูอิไดซ์เบด(Fluidized Bed Type) เช่น Theisen Washer, เครื่องสครับเบอร์แบบอิมพัลซ์

จ. ประเภทอิมพินเจอร์ (Impinger Type) เช่น Peabody Scrubber

ระบบของภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)

ภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศซึ่งมีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาที่นานพอ ที่จะเกิดผลเสียหายต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารที่กล่าวถึงอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ และอาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษทางอากาศหลัก ที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ตะกั่ว และก๊าซโอโซน

โดยทั่วไปแล้วระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหายหรือผลกระทบ (Receptors)

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ เป็นส่วนของระบบที่เป็นตัวก่อให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกไปสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศจะขึ้นอยู่กับว่าเป็นแหล่งกำเนิดประเภทใด และขึ้นอยู่กับว่าแหล่งกำเนิดนั้นๆ มีการควบคุมการระบายสารมลพิษทางอากาศหรือไม่

อากาศหรือบรรยากาศ เป็นส่วนของระบบที่เป็นที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ และเป็นตัวกลาง (Medium) ให้สารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็วและทิศทางกระแสลม เป็นต้น และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือน เป็นต้น เป็นตัวกำหนดลักษณะการแพร่กระจ่ายของสารมลพิษในอากาศ

ผู้รับผลเสียหายหรือผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ เป็นส่วนของระบบซึ่งสัมผัสกับสารมลพิษในอากาศ ทำให้ได้รับความเสียหายหรือเป็นอันตราย โดยผู้รับผลเสียหายอาจเป็นสิ่งมีชีวิต เช่น คน พืช สัตว์ เป็นต้น หรือเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต เช่น เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน วัสดุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เป็นต้น ความเสียหายหรือผลกระทบที่เกิดขึ้น จะมีความรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศและระยะเวลาที่สัมผัส

จากส่วนประกอบของระบบของภาวะมลพิษทางอากาศที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่ใดๆ ปริมาณและชนิดของสารมลพิษที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด (Emissions) และสภาวะทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) จะเป็นตัวกำหนดถึงชนิดและปริมาณหรือความเข้มข้นของสารมลพิษที่เจือปนอยู่ในอากาศหรืออีกนัยหนึ่งคุณภาพของอากาศ (Air Quality) ในพื้นที่นั้นๆ หรือแม้แต่ในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลออกไป แล้วคุณภาพอากาศจะเป็นตัวกำหนดถึงลักษณะและความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้น (Air Pollution Effects) อีกทอดหนึ่ง

<u>ประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Sources of Air Pollutants)</u>

แหล่งกำเนินสารมลพิษทางอากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศ โดยเป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเลและมหาสมุทร (แหล่งกำเนิดของละอองเกลือ) เป็นต้น

2. แหล่งกำเนิดที่เป็นกิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์หรือกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ เป็นตัวการที่ทำให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศ แหล่งกำเนิดมนุษย์ทำ ยังสามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีกเป็น 2 ประเภท

2.1 แหล่งกำเนิดมนุษย์ทำที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources) ได้แก่ รถยนต์ประเภทต่างๆ เรือยนต์ เครื่องบิน รถไฟ เป็นต้น

2.2 แหล่งกำเนิดมนุษย์ทำที่อยู่กับที่ (Stationary Sources) ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ

2.1.1 การเผาเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ได้แก่ โรงผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานความร้อน หม้อไอน้ำ ในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เตาหุงต้มตามบ้านเรือน และการเผาขยะมูลฝอย เป็นต้น

2.1.2 กระบวนการผลิตต่างๆ ได้แก่ กระบวนการผลิตต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การกลั่นน้ำมัน การผลิตปูนซีเมนต์ การหลอมโลหะประเภทต่าง ๆ และการโม่บด ย่อย หิน เป็นต้น

จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก การขยายตัวของแหล่งชุมชน การขยายตัวทางอุตสาหกรรม และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ขึ้นมา ทำให้แหล่งกำเนิดที่เป็นกิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์มีจำนวนและมีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

<u>ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ (Type of Air Pollutants)</u>

สารมลพิษทางอากาศ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ

1. สารพิษทางอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ขี้เถ้า และเขม่าควันดำ ที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะ และเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. สารพิษทางอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใด ๆ แต่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่วๆ ไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิด้วยกันเอง หรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี (Photochemical Oxidation) ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทั้งก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิที่มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะประเภทต่างๆ

นอกจากนี้แล้ว ยังสามารถจำแนกประเภทสารมลพิษทางอากาศออกได้ตามสถานภาพ คือ สารมลพิษทางอากาศที่อยู่ในรูปอนุภาค (Aerosols) ทั้งอนุภาคของแข็ง (Solid) และอนุภาคของเหลว (Liquid) เช่น ฝุ่นขี้เถ้า ฝุ่นดิน เขม่าควัน ละอองสี และละอองเคมี เป็นต้น และสารมลพิษทางอากาศที่อยู่ในก๊าซ (Gas) และไอระเหย (Vapor) เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน ไอน้ำมันเชื้อเพลิง

และไอกรด เป็นต้น และสามารถจำแนกตามองค์ประกอบทางเคมี คือ สารมลพิษทางอากาศที่เป็นสารอินทรีย์ (Organic) เช่น ไอระเหย Benzene และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ สารมลพิษทางอากาศที่เป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic) เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และฝุ่นตะกั่ว เป็นต้น

ทุกวันนี้ มนุษย์เราได้มีการสังเคราะห์สารประเภทใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้ในชีวิตประจำวันอยู่เสมอๆ ทำให้มีสารมลพิษทางอากาศชนิดใหม่ๆ เกิดขึ้นเช่นเดียวกัน และมีความหลากหลายมากขึ้น ด้วยทำให้การควบคุมและกำจัดมีความยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้น

<u>ผลเสียหายจากมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Effects)</u>

มลพิษทางอากาศสามารถทำให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งต่างๆ ได้มากมายเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ทำลายพืช ทำให้วัสดุเสียหาย ทำให้เกิดผลเสียแก่สภาพภูมิอากาศ และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์วิทยา ลักษณะและความรุนแรงของผลเสียหายที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับประเภทและความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ และความยาวนานของการสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ นอกจากนี้ สารมลพิษทางอากาศ บางชนิดยังอาจมีผลที่เสริมฤทธิ์กัน (Synergism) ทำให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าผลเสียหายที่เกิดขึ้นหากมีเพียงสารพิษทางอากาศเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรืออาจมีผลหักล้างซึ่งกันและกัน (Antagonism) ทำให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงน้อยลง

1. ผลเสียหายที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เป็นผลเสียหายที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากเกี่ยวพันถึงชีวิตและความแข็งแรงสมบูรณ์ของมนุษย์เรา อันตรายที่เกิดขึ้นอาจเริ่มตั้งแต่เพียงการก่อให้เกิดความรำคาญ ระคายเคืองเกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายโดยไม่แสดงอาการจนกระทั่งมีอาการชัดเจน และถึงขั้นเสียชีวิตได้ในที่สุด นอกจากนี้แล้ว อันตรายต่อสุขภาพอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นโดยตรง เนื่องจากสารมลพิษทางอากาศเพียงอย่างเดียว แต่อาจเกิดโดยทางอ้อมจากโรคแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายอ่อนแอลงจากการได้รับหรือสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ โดยปกติแล้ว มนุษย์เราจะรับสารมลพิษทางอากาศเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจและโดยการสัมผัสทางผิวหนังและนัยตา ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญๆ บางชนิด อย่างคร่าวๆ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีรสและกลิ่น เบากว่าอากาศเล็กน้อยเมื่อหายใจเข้าไป จะสามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน 200-250 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin

COHb) ทำให้เลือดนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ น้อยลง การเกิด COHb ในเลือดมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ที่หายใจเข้าไป นั่นคือ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาที่หายใจเข้าไปนั่นเอง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์จะทำให้ร่างกายได้รับก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้หัวใจต้องทำงานสูบฉีดเลือดมากขึ้น มีอาการมึนงง ตาพร่ามัว ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย เป็นลม หมดสติและถึงตายได้ในที่สุดเมื่อร่างกายขาดออกซิเจน

ฝุ่นละออง อันตรายของฝุ่นละอองจะขึ้นอยู่กันว่าเป็นฝุ่นประเภทใด มีองค์ประกอบอะไรอยู่บ้าง แต่โดยทั่วไปแล้ว จะก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจเท่านั้นยกเว้นฝุ่นละอองบางชนิดที่มีพิษอยู่ในตัวของมันเอง เช่น ฝุ่นทราย ซึ่งมีซิลิก้า (Silica) เป็นองค์ประกอบเป็นอันตรายต่อปอดมาก ทำให้เป็นโรค Silicosis และฝุ่นละอองของโลหะหนักต่างๆ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสี เกิดจากการรวมตัวกันของสารกำมะถันที่เจือปนอยู่ในเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนในขณะที่เชื่อเพลิงถูกเผาไหม้ สามารถละลายน้ำได้ได้พอสมควรและถูกดูดซึมได้ดีในระบบทางเดินหายใจส่วนบนซึ่งชื้น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) จะค่อยทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO3) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับความชื้นในอากาศจะเกิดเป็นก๊าซซัลฟูริค (H2 SO4) ทั้ง SO2, SO3 และ H2 SO4 อาจก่อให้เกิดความระคายเคืองและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจทำให้เป็นโรคระบบทางเดินหายใจได้ง่ายและบ่อยขึ้น เช่น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังโรคทางเดินหายใจและโรคปอดอื่นๆ อันตรายจะรุนแรงมากขึ้นเมื่ออยู่รวมกับฝุ่นละอองโดยเพิ่มความต้านทางการเคลื่อนที่ของอากาศในทางเดินหายใจและเพิ่มความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในระบบหายใจ นอกจากนี้ ฝุ่นละอองของโลหะบางชนิดยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ SO2 กลายเป็นกรด H2 SO4 ได้เร็วขึ้น

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ที่สำคัญคือ ก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO2) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของไนโตรเจนกับออกซิเจนในระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ที่อุณหภูมิสูงๆ โดยทั่วไปแล้ว NO ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์เป็น NO2 ยังไม่มีรายงานยืนยันว่าระดับของ NO2 ที่พบในอากาศทั่วไปจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ สำหรับ NO2 เมื่อหายใจเข้าไปแล้ว อาจทำให้เกิดความระคายเคืองในถุงลม (Alveoli) ทำให้เกิดอาการคล้ายกับโรคหลอดลมตีบตัน (Emphysema) โดยเฉพาะในบุคคลที่เป็นโรคหืดอยู่แล้ว นอกจากนี้ NO2 ในปอด ยังอาจเปลี่ยนไปเป็น Nitrosamines ซึ่งทำให้เกิดมะเร็งในปอดได้

ก๊าซโอโซน เป็นสารโฟโตเคมีคัลออกซิแดนท์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี Photochemical Oxidation ระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นสารโฟโตเคมีคัลออกซิแดนท์อื่นๆ ได้แก่ สารประกอบพวกอัลดีไฮด์ (Aldehydes) คีโตน (Ketones) และ Peroxyacetyl Nitrate (PAN) ก่อให้เกิดสภาพที่เรียกว่า Photochemical Smog ซึ่งมีลักษณะเหมือนหมอกสีขาวๆ ปกคลุมอยู่ทั่วไปในอากาศ โดยทั่วไปแล้วก๊าซโอโซนจะก่อให้เกิดการระคายเคืองตา และระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ลดความสามารถในการทำงานของปอดลง เหนื่อยเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา และคนที่เป็นโรคปอดเรื้อรังอยู่แล้ว

ตะกั่ว ที่อยู่ในอากาศโดยเฉพาะในเขตเมือง จะมาจากยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเบนซิน เนื่องจากในน้ำมันเบนซินจะมีสาร Tetraethyl Lead หรือ Tetramethyl Lead ผสมอยู่เพื่อเพิ่มค่า Octane ให้แก่น้ำมันเบนซิน สำหรับปกป้องการ Knock ของเครื่องยนต์ตะกั่วจะถูกระบายออกมาทางท่อไอเสียในรูปของอนุภาคของแข็ง ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูง และจะรุนแรงมากในเด็ก ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้หลายอย่างทำลายไขกระดูกและเม็ดเลือดแดง ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง สามารถถูกถ่ายทอดจากมารดาผ่านรกไปยังทารกที่อยู่ในครรภ์ได้ นอกจากนี้ยังทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการชัก หมดสติ เป็นอันตรายต่อไตทางเดินอาหาร ตับ หัวใจ และระบบสืบพันธุ์

2. ผลเสียหายที่มีต่อพืชและสัตว์ สารมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตรายต่อพืชที่สำคัญได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน PAN ฝุ่นละออง ก๊าซคลอรีน ก๊าซแอมโมเนียและปรอทเป็นต้น โดยปกติแล้วสารมลพิษทางอากาศที่อยู่ในรูปก๊าซ จะเข้าสู่ต้นไม้ได้โดยการหายใจของต้นไม้ผ่านรูใบ (Stomata) และจะไปทำลายคลอโรฟิลล์ และการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต และตายในที่สุด สีของใบจะเปลี่ยนไปเนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย สีที่เปลี่ยนไปจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารมลพิษ เช่น SO2 ทำให้ใบซีด แอมโมเนียทำให้ใบเหลือง โอโซนทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีเงิน สำหรับฝุ่นละออง จะทำให้เกิดอันตรายต่อพืช โดยตกลางจับบนใบและส่วนอื่นๆ ของพืช ทำให้ก๊าซผ่านเข้าสู่ใบน้อยลง ใบจะเหลืองและเฉาไปในที่สุด นอกจากนี้ฝุ่นละอองที่ตกเคลือบอยู่บนผิวใบยังกั้นและสะท้อนแสงแดดในช่วงความยาวคลื่นสั้น (400 ถึง 700 นาโนเมตร) ซึ่งพืชใช้ในการสังเคราะห์แสงไว้ ทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อยลง ขณะเดียวกันกลับดูดแสงแดดช่วงความยาวคลื่นยาว (1,750-1,850 นาโนเมตร) ซึ่งเป็นรังสีความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในใบสูงขึ้น ใบจะเกิดการเหี่ยวเฉา

สำหรับผลเสียหายของสารมลพิษทางอากาศต่อสัตว์จะมีลักษณะคล้ายกับผลเสียหายที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

3. ผลเสียหายที่เกิดกับวัสดุต่างๆ เช่น ทำให้เกิดความสกปรก สีซีดจาง โลหะเป็นสนิมสึกและผุกร่อน ทำให้ยางและพลาสติกเปราะและแตกในที่สุด ผ้าเปื่อยและขาด กระดาษเหลืองและกรองทำให้ผิววัสดุ เช่น เซรามิก ด้าน ลดความมันเงา

4. ผลเสียหายที่เกิดกับระบบนิเวศวิทยา เป็นผลที่เกิดจากฝนกรด โดยธรรมชาติน้ำฝนจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ เมื่อคิดถึงความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซาร์บอนไดออกไซด์ในทางทฤษฎีแล้ว น้ำฝนตามธรรมชาติจะมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยอยู่แล้ว คือ มีความเป็นกรดเป็นด่างที่ประมาณ 5.6 (ความเป็นกรดเป็นด่างที่ 7.0 จัดว่าสภาพเป็นกลาง) อย่างไรก็ตามก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นมลพิษทางอากาศสำคัญที่สามารถทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดมากขึ้นได้ การที่ฝนมีความเป็นกรดมากขึ้น ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศวิทยาใต้ดิน แหล่งน้ำ ป่าไม้ ที่ได้รับน้ำฝน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง การแพร่พันธุ์ลดลงและตายได้

5. ผลเสียหายต่อสภาวะภูมิอากาศ การที่มีฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเป็นจำนวนมาก หรือการเกิด Photochemical Smog จะบดยังทัศนวิสัย (Visibility) ทำให้ระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศลดลง ไม่สามารถมองเห็นวัตถุในระยะทางไกลๆ ได้ นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังทำหน้าที่กั้นและสะท้อนแสงแดดที่ส่งมายังผิวโลก ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิเย็นลง

<u>การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ (Air Quality Management)</u>

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดในเบื้องต้น ได้แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของระบบของภาวะมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้น ที่จะกล่าวต่อไปนี้ จะเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ (Air Quality Management) ซึ่งจะนำไปสู่การควบคุม ป้องกัน และแก้ไขภาวะมลพิษทางอากาศ เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพอากาศที่ดี

เมื่อได้เข้าถึงระบบของภาวะมลพิษทางอากาศแล้ว จะเห็นได้ว่า การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ (Air Quality Management) ก็คือ การจัดการส่วนประกอบต่างๆ ภายในระบบของภาวะมลพิษทางอากาศ โดยทำการควบคุม ป้องกัน และแก้ไขภาวะของมลพิษทางอากาศ เพื่อรักษาอากาศให้มีคุณภาพที่มีอยู่ในสภาวะที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความผาสุกของมนุษย์ ตลอดจนไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตและสภาวะแวดล้อมต่างๆ ด้วยภาพที่ 3 เป็นแผนภูมิแสดงถึงระบบการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ (Air Quality Management System) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบและความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของระบบการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ ตลอดจนความสัมพันธ์ที่มีกับระบบของภาวะมลพิษทางอากาศที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น

ระบบการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ ประกอบด้วย ส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดเรียงเป็นลำดับๆ ไป ดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์คุณภาพอากาศ (Air Quality Criteria) เป็นเกณฑ์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลและผลการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบ่งบอกถึงผลเสียหายและอันตรายของสารมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดที่จะเกิดขึ้น หากสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศนั้นๆ ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาสัมผัสต่างๆ กัน ดังนั้น เกณฑ์คุณภาพอากาศจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ ไปตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลและผลการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ต้องมีการทบทวนเกณฑ์คุณภาพอากาศเป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 เป็นตัวอย่างเกณฑ์คุณภาพของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซโอโซน โดยปกติแล้วจะใช้เกณฑ์คุณภาพอากาศเหล่านี้ประกอบการประเมินความเสี่ยงของผลเสียหายหรืออันตรายที่จะเกิดขึ้นและใช้ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

2. มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (Ambient Air Quality Standard) คือ เป้าหมายระดับคุณภาพอากาศ (Air Quality Goals) ที่ต้องการ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของความเข้มข้นเฉลี่ยในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ซึ่งสารมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศหรืออาจจะจำกัดจำนวนครั้งที่ยอมให้มีระดับเกินมาตรฐานในช่วงระยะเวลาที่กำหนดในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ จะใช้ข้อมูลเกณฑ์คุณภาพอากาศเป็นพื้นฐานหลัก แต่อาจจะต้องใช้ปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ปัจจัยทางเทคโนโลยีและปัจจัยทางเศรษฐกิจ เป็นต้น ดังนั้นมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศจะต้องได้รับการทบทวนและปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานการณ์เป็น

ระยะๆ เช่นเดียวกับเกณฑ์คุณภาพอากาศ โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศออกได้เป็น 2 ระดับ คือ

2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศปฐมภูมิ (Primary Ambient Air Quality Standards) เป็นระดับมาตรฐานที่มีจุดประสงค์เพื่อปกป้องสุขภาพอนามัยของคน

2.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศทุติยภูมิ (Secondary Ambient Air Quality Standards) เป็นระดับมาตรฐานที่มีจุดประสงค์เพื่อปกป้องความผาสุก (Welfare) ของคน ดังนั้น จะมีความเข้มงวดมากกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศปฐมภูมิ ทั้งนี้ เนื่องจากนอกจากจะปกป้องสุขภาพอนามัยของคนแล้ว ยังต้องสามารถปกป้องสิ่งอื่นๆ ที่นำความผาสุกมาให้คนด้วย เช่น ต้องสามารถปกป้องพืชและสัตว์ และทัศนียภาพด้วย เป็นต้น

3. มาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด (Emission Standards) เป็นระดับจำกัดของปริมาณหรือความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศชนิดต่างๆ ที่ยินยอมให้ระบายออกจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท การกำหนดมาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด สามารถระบุได้ 2 ลักษณะ คือ

3.1 ใช้เกณฑ์คุณภาพอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศเป็นเกณฑ์

เป็นการกำหนดมาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด โดยมีหลักการว่า ปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศ จะถูกจำกัดอยู่ที่ระดับที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศเสื่อมโทรมเลวร้ายไปกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่กำหนดไว้ วิธีนี้จะต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศเป็นเครื่องมือช่วยในการกำหนด มักจะใช้ได้ดีกับแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศเป็นรายๆ ไป และจะเป็นมาตรฐานใช้เฉพาะในพื้นที่นั้นๆ เท่านั้น การกำหนดมาตรฐานโดยวิธีนี้จะยุ่งยากมากขึ้น หากมีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมากๆ

3.2 ใช้เทคโนโลยีการควบคุมเป็นเกณฑ์

เป็นการกำหนดมาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด โดยมีหลักการว่า ระดับปริมาณของสารมลพิษทางอากาศที่ยินยอมให้ระบายออกจากแหล่งกำเนิดจะต้องเป็นระดับต่ำที่สุด

เท่าที่เทคโนโลยีการควบคุมที่มีอยู่จะสามารถทำได้ (Best Available Control Technology) หรืออาจจะพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในทางเศรษฐกิจประกอบด้วย (Reasonable Available Control Technology) โดยไม่ได้นำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศมาพิจารณาประกอบด้วยเลย ดังนั้น มาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่กำหนดโดยวิธีจะไม่สามารถรับประกันได้ว่า อากาศในบรรยากาศจะมีคุณภาพอยู่เกณฑ์มาตรฐาน คุณภาพอากาศในบรรยากาศที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะว่าหากมีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศเป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ แม้ว่าแต่ละแหล่งจะถูกควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่กำหนดไว้ แต่ปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกสู่บรรยากาศจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนของแหล่งกำหนดที่เพิ่มขึ้น และในที่สุดที่อาจจะสามารถทำให้คุณภาพอากาศเสื่อมโทรมเลวร้ายไปกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

การติดตามตรวจสอบการระบายอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด (Emission Inventory หรือ Emission Surveillance) เพื่อเป็นการควบคุมการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้รับยังสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก เช่น

1. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษทางอากาศในบรรยากาศ

2. ใช้ประกอบการกำหนดเกณฑ์การลดการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหลงกำเนิดประเภทต่างๆ

3. ใช้ประกอบการกำหนดสถานที่ที่จะตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

4. ใช้ประกอบการกำหนดมาตรการการควบคุมมลพิษทางอากาศและการวางแผนการใช้ที่ดิน

5. ใช้ในการติดตามแนวโน้มปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด และ

6. ใช้ประกอบการประเมินผลความสำเร็จในการควบคุมการระบายอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด

การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (Air Quality Surveillance) เป็นการติดตามตรวจวัดความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศชนิดต่างๆ ในบรรยากาศเป็นประจำสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง เพื่อเป็นการประเมินถึงคุณภาพของอากาศในพื้นที่ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศที่กำหนดไว้ และใช้ในการติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศในบรรยากาศ นอกจากนี้ ยังใช้ประกอบการประเมินผลเสียหาย หรืออันตรายที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ ใช้ประกอบการกำหนดและปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ใช้ประกอบการพิจารณาว่าจะต้องทำการลดปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดลงเท่าใด จึงจะสามารถควบคุมมลพิษทางอากาศ ใช้ประกอบการประกาศใช้แผนฉุกเฉินเพื่อลดและบรรเทาภาวะมลพิษทางอากาศ และใช้ประกอบการประเมินผลความสำเร็จในการควบคุมมลพิษทางอากาศ

การติดตามตรวจสอบสภาวะทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Surveillance) โดยปกติแล้วจะทำการติดตามตรวจสอบสภาวะทางอุตุนิยมวิทยาไปพร้อม ๆ กับการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถของบรรยากาศในการแพร่กระจายและเจือจางสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด ตลอดจนทิศทาง ความเร็ว และระยะทางในการเคลื่อนที่และแพร่กระจายไปในอากาศของสารมลพิษ นอกจากนี้ ในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดประมาณคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ต้องใช้ข้อมูลสภาวะทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย เช่น ความเร็วของทิศทางกระแสลม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของบรรยากาศตามระดับความสูง ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ และความคงตัวของบรรยากาศ และยังสามารถใช้ข้อมูลสภาวะทางอุตุนิยมวิทยาในการเลือกสถานที่ตั้งของแหล่วกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ โดยปกติแล้วความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศจะถูกกำหนดโดยปัจจัย 2 ประการ คือ ปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด และสภาวะทางอุตุนิยมวิทยา ในแต่ละวันปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิด มักจะแปรเปลี่ยนไปไม่มากนักเหมือนกับการแปรเปลี่ยนของสภาวะอุตุนิยมวิทยา ดังนั้น สภาวะทางอุตุนิยมวิทยาจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศในบรรยากาศ จึงจำเป็นต้องมีการติดตามตรวจสอบสภาวะทางอุตุนิยมวิทยาเป็นประจำสม่ำเสมออย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน

การติดตามตรวจสอบผลเสียหายหรืออันตรายที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Effects Surveillance) เป้าหมายสุดท้ายของการดำเนินการให้มีการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ คือ การปกป้องสุขภาพอนามัยของคนเราและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ไม่ให้ได้รับอันตรายจากมลพิษทางอากาศ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการติดตามตรวจสอบเป็นระยะๆ ว่ามีผลเสียหายหรืออันตรายที่มีสาเหตุมาจากมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นหรือไม่ และหากพบว่ามี จะต้องทำการค้นหาว่าอะไรคือสาเหตุ เพื่อที่จะได้ดำเนินการควบคุมและแก้ไขได้ทันท่วงที นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการประเมินผลว่ามาตรการต่างๆ ที่กำลังดำเนินอยู่เพื่อควบคุมภาวะมลพิษทางอากาศนั้นเพียงพอหรือไม่อย่างไร

<u>การดำเนินการควบคุมมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Control Activities)</u>

เป็นการกำหนด ดำเนินการ และบังคับใช้มาตรการต่างๆ ในทางปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้ คือ ให้มีคุณภาพอากาศที่ดี อยู่ในสภาวะที่จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและความผาสุกของมนุษย์ ตลอดจนไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตและสภาวะแวดล้อมต่างๆ ด้วย โดยอาจแบ่งเป็น

มาตรการเพื่อลดปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดให้เป็นไปตามเป้าหมายของมาตรฐานการระบายอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่กำหนดไว้ เช่น

1. บังคับใช้มาตรฐานการระบายอากาศเสียจากแหล่งกำเนิด
2. ติดตามตรวจสอบแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ
3. ใช้เชื้อเพลิงที่มีมลพิษต่ำ หรือปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงให้ดีขึ้น
4. ปรับปรุงการจราจรให้คล่องตัวขึ้น
5. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศของโครงการต่างๆ
6. เข้มงวดในการออกใบอนุญาตดำเนินการของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศต่างๆ

มาตรการเพื่อส่งเสริมให้สารมลพิษทางอากาศมีการกระจายตัวได้ดีในบรรยากาศ เช่น

1. การวางแผนการใช้ที่ดินและการวางผังเมือง

2. ใช้สภาวะทางอุตุนิยมวิทยา เป็นปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาสถานที่ตั้งของกิจกรรมที่สามารถก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

3. การควบคุมการก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ โดยเฉพาะอาคารสูง

4. การจำกัดปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด เมื่อสภาวะทางอุตุนิยมวิทยา ไม่เอื้ออำนวยต่อการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษของอากาศ

มาตรการเพื่อป้องกันและบรรเทาผลเสียหายหรืออันตรายจากมลพิษทางอากาศที่อาจเกิดต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม เช่น

1. การรายงานผลคุณภาพอากาศเป็นประจำ

2. แผนฉุกเฉิน สำหรับกรณีภาวะมลพิษทางอากาศขั้นวิกฤต

3. การประชาสัมพันธ์

4. การสำรวจผลเสียหายหรืออันตรายที่เกิดจากมลพิษทางอากาศเป็นระยะๆ

5. การป้องกันส่วนบุคคลจากมลพิษทางอากาศ

<u>การประชาสัมพันธ์ (Public Relations)</u>

จากการที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น จะเห็นได้ว่า ระบบของภาวะมลพิษทางอากาศมีความเกี่ยวข้องกับคนเป็นอย่างมาก การเกิดภาวะมลพิษทางอากาศ ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการกระทำของคน ขณะเดียวกันผลเสียหายหรืออันตรายจากมลพิษทางอากาศที่สำคัญก็คือ อันตรายที่เกิดขึ้น

ต่อสุขภาพอนามัยของคน ความเข้าใจและความร่วมมือจากประชาชนจึงมีส่วนสำคัญมากต่อความสำเร็จในการควบคุม ป้องกัน และแก้ไขภาวะมลพิษทางอากาศให้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ การประชาสัมพันธ์ให้ความรู้และข่าวสารต่าง ๆ แก่ประชาชนจะทำให้ประชาชนมีความเข้าใจถึงรากฐาน คุณภาพของอากาศและความรุนแรงของปัญหาภาวะมลพิษทางอากาศที่เป็นอยู่ รวมทั้งอันตรายที่อาจเกิดขึ้นด้วย ซึ่งมีความสำคัญมากต่อกลุ่มคนบางกลุ่มที่มีความไวต่ออันตรายที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ เช่น เด็ก คนชรา และคนที่เป็นโรคทางเดินหาย ไตเรื้อรัง เป็นต้น เพื่อที่จะได้หาทางป้องกันและหลีกเลี่ยงจากการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศเมื่อเกิดมีปัญหาขึ้น การให้ข่าวสารเกี่ยวกับคุณภาพของอากาศเพียงอย่างเดียว ยังไม่เพียงพอที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศอย่างจริงจัง จะต้องให้ความรู้แก่ประชาชนทั่วไปและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศด้วยว่าจะทำการควบคุม ป้องกัน และแก้ไขได้อย่างไร ตลอดจนรับฟังความคิดเห็นและข้อร้องเรียนต่างๆ จากสาธารณชนด้วย เพื่อประกอบการวางแผนและกำหนดมาตรการต่างๆ ในการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศต่อไป

<u>ขั้นตอนการดำเนินการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ</u>

เมื่อได้เข้าใจถึงส่วนประกอบแต่ละส่วนของระบบการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศแล้วในลำดับต่อไปจะได้กล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อให้การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ ดังแสดงเป็นแผนภูมิอยู่ในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 และมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับผลเสียหายหรืออันตรายของสารมลพิษทางอากาศต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาสัมผัสต่างๆ กัน ทั้งผลเสียหายที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุสิ่งของ

2. พิจารณาเลือกว่าต้องการที่จะป้องกันผลเสียหายใดไม่ให้เกิดขึ้นในระดับใด

3. พิจารณากำหนดเป้าหมายคุณภาพอากาศ (Air Quality Goals) ที่ต้องการ หรืออีกนัยหนึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (Ambient Air Quality Standard) ซึ่งระดับความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศ โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายขึ้น

4. ทำการติดตาม ตรวจวัด และประเมินผล ความเข้มข้นในบรรยากาศของสารมลพิษทางอากาศประเภทต่างๆ

5. ทำการคำนวณดูว่า หากต้องการที่จะรักษาคุณภาพอากาศในบรรยากาศให้อยู่ภายใต้มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ในภาพรวมทั้งหมดแล้ว จะต้องทำการลดปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดลงเท่าใด

6. ทำการตรวจวัด หรือคาดประมาณว่า แหล่งกำเนิดแต่ละประเภทที่มีอยู่ในพื้นที่ในขณะนั้น มีการระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศเป็นปริมาณเท่าใด

7. พิจารณากำหนดเกณฑ์ปริมาณสารมลพิษทางอากาศ ที่จะยินยอมให้ระบายออกสู่อากาศ ได้จากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท โดยที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศเสื่อมโทรมลงจะเกินระดับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

8. พิจารณาเลือกใช้และกำหนดมาตรการในการลดปริมาณการระบายสารมลพิษทางอากาศ จากแหล่งกำเนิด เพื่อให้บรรลุเกณฑ์การระบายสารมลพิษทางอากาศที่กำหนดไว้

9. พิจารณากำหนดว่า ควรจะต้องเริ่มทำการควบคุมแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศแต่ละประเภทเมื่อใด

10. พิจารณากำหนดมาตรฐานอากาศเสีย หรืออีกนัยหนึ่ง ปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ยินยอมให้ระบายออกจากแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ สำหรับแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท

11. ทำการบังคับใช้มาตรการควบคุมต่างๆ รวมทั้งมาตรฐานอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่กำหนดไว้

12. ทำการติดตามและตรวจสอบการระบายสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด รวมทั้งคุณภาพอากาศ เป็นประจำสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง เพื่อให้แน่ใจว่าได้บรรลุเป้าหมายคุณภาพอากาศที่ได้กำหนดไว้

ฝุ่นละออง

ปัจจุบันฝุ่นละอองเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในชุมชนขนาดใหญ่ ฝุ่นละออง ที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุล (มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้จุลทรรศน์แบบอิเลคตรอน) ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป) ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวฝุ่นละออง ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน มักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น และแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรง และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกัน หรือรวมตัวกับก๊าซ หรือรวมตัวกับของเหลว หรือรวมตัวกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือทางเคมีหรือทางเคมีแสง

แหล่งที่มีที่สำคัญของฝุ่นละออง

แหล่งที่มีของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควัน จากไฟป่า และฝุ่นเกลือจากทะเล เป็นต้น

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle)

ผลกระทบของฝุ่นละออง

ต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป

1. ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนนขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร

2. ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน/อาคาร การปรับปรุงผิวการจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค

3. ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่ง การโม่บดหรือย่อยหิน การร่อนหรือการคัดกรวดหรือทราย

4. ฝุ่นจากการประกอบกิจกรรมอื่นๆ เช่น การทำความสะอาด การทำอาหาร การทาสี เป็นต้น

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็ง และของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

ต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ความสกปรก/เลอะเทอะของวัตถุ เป็นต้น

ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นผังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืดถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

การกระจายของมลสารในบรรยากาศ

แหล่งกำเนิดของการกระจายของมลสาร

1. รูปแบบการแพร่กระจายแบบ Neutrally buoyant
2. รูปแบบการแพร่กระจายแบบ Dense gas
3. Plume model
4. Puff model

รูปแบบการแพร่กระจายของมลสารแบบ Neutrally Buoyant

1. เป็นรูปแบบการอธิบายผลที่เกิดจากการแพร่กระจายของมลสารเป็นสู่พืชและชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง

2. เมื่อมลสารได้ของปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดจะถูกลมเป็นตัวพาไปซึ่งมลสารนั้นอาจจะมีลักษณะเป็น Plume หรือ Puff

3. ความเข้มข้นของมลสารที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดจะเกิดการผสมกับอากาศในขณะที่มันเคลื่อนที่ไปทำให้ความเข้มข้นของตัวมันลดลง

4. พารามิเตอร์ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของมลสาร

4.1 ความเร็วลม: เมื่อความเร็วลมมากขึ้น Plume จะเปลี่ยนเป็นลักษณะแคบและยาว โดยมลสารจะถูกเจือจางอย่างรวดเร็ว

4.2 ความคงตัวของบรรยากาศ: ซึ่งมีความสัมพันธ์ในการผสมกันของมลสารในแนวตั้ง

- ในตอนกลางวันอุณหภูมิจะลดลงเมื่อเพิ่มความสูง
- ในตอนกลางคืนอุณหภูมิจะลดลง (แต่บางครั้งเมื่อเพิ่มความสูง อุณหภูมิจะเพิ่มมากขึ้นเรียก Inversion

การกระจายตัวของมลสารแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ

1. Plume Model เป็นลักษณะสภาวะบรรยากาศคงที่มีการปล่อยแบบต่อเนื่อง

2. Puff model เป็นลักษณะสภาวะบรรยากาศแบบชั่วขณะมีการปล่อยแบบครั้งคราวหรือชั่วขณะ

<u>รูปแบบการแพร่กระจายของมลสารแบบ Dense gas dispersion</u>

1. การแพร่กระจายตัวของมลสารที่ปนเปื้อนในบรรยากาศที่การปั่น

2. ภายในสภาวะการเจือจาง: ความหนาแน่นหรือมวลโมเลกุลไม่มีผลต่อการลอยขึ้นหรือตกของมลสาร

3. เมื่อความเข้มข้นจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน (ความหนาแน่น) จะมีผลต่อทิศทางการไหล ก๊าซที่เบากว่าอากาศจะลอยสูงขึ้น (ฮีเลียม ไฮโดรเจน) ก๊าซที่หนักกว่าอากาศจะตกลง (คลอรีน)