

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยการพิจารณาถึงกรอบแนวทางทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นโดยให้ความสำคัญพนักงานผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในโรงพักสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเจ้าหน้าที่บอกตำแหน่งการจัดวางสินค้า และพนักงานขับรถยก (Forklift) โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) ในโรงพักสินค้า เพื่อศึกษาอาการเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจของพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงพักสินค้า เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น กับความชุกของกลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจ ของพนักงานที่ปฏิบัติงานในการทำเรือกรุงเทพ โดยพิจารณาจากแนวคิดและทฤษฎีทางวิชาการต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอนุภาคฝุ่นในอากาศ
- 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฝุ่นในสถานประกอบการ
- 2.3 ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับฝุ่นละอองในประเทศไทย
- 2.4 ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อมนุษย์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.6 กรอบแนวความคิด

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอนุภาคฝุ่นในอากาศ

2.1.1 ความหมาย

อนุภาคฝุ่นในอากาศ พบได้ทั่วไปในรูปของ ฝุ่น เศษดิน เขม่า คาร์บอน และละออง สามารถฟุ้งกระจาย แขนวลอยในอากาศ หรือรวมตัวกับก๊าซ ของเหลว ของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่จับอยู่บนอนุภาคฝุ่น ขนาด และสีของอนุภาค ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด เช่น จากโรงงานอุตสาหกรรม ท่อไอเสียรถยนต์ สิ่งก่อสร้าง ถนนลูกรัง และจากการเผาไหม้ อนุภาคฝุ่นมีขนาดตั้งแต่ 0.0002 ไมครอน จนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งอนุภาคขนาดใหญ่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ 2 – 3 นาที แล้วตกสู่พื้น ด้วยแรงดึงดูดของโลกและแรงลม อนุภาคฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักมีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เนื่องจากมีความเร็วในการตกสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอก เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ และกระแสลม จะทำให้สามารถแขวนลอยในอากาศได้นานมากขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ. 2546)

ประเทศไทยได้มีการให้ความหมายของคำว่าฝุ่นละอองไว้ดังนี้ ฝุ่นละออง หมายถึง

1) ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) TPS ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา

2) ฝุ่นขนาดเล็ก (Particulate Matter with an aerodynamic diameter less than or equal to a nominal 10 micrometers) PM_{10} ซึ่งเป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา

2.1.2 ประเภทของฝุ่นละออง

การแยกขนาดฝุ่นละอองโดย องค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S.EPA.1982) จำแนกประเภทของฝุ่นไว้ 2 ชนิด ได้แก่

1) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Fine Particulate Matter) เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองประเภทนี้เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์อย่างมาก

2) ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (Coarse Particulate Matter) เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน

เคนเนธ และเซซิล (Kenneth & Cecil. 1968) ได้แบ่งชนิดของฝุ่นละอองตามขนาดเป็นฝุ่นละอองอย่างละเอียด จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 100 ไมโครเมตรและฝุ่นละอองอย่างหยาบจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 100 ไมโครเมตร

โรเบิร์ตและเออร์วิง (Robert and Irving. 1974) ได้ทำการศึกษาฝุ่นละอองในอากาศและทำการแบ่งประเภทได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 0.1 ไมโครเมตร เรียกว่า "Aitken Particles" ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.1 ถึง 1.0 ไมโครเมตร เรียกว่า "Large Particles" ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 1.0 ไมโครเมตร เรียกว่า "Giant Particle"

2.1.3 องค์ประกอบของฝุ่นละออง

จากการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างฝุ่นสัปดาห์ละสองครั้ง จากหลายสถานีทั่วสหรัฐอเมริกาทั้งในและนอกเมืองของ Robert and Irving (1974) พบว่าฝุ่นละออง ฝุ่นละอองมีองค์ประกอบแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของฝุ่น

สถานี	จำนวนสถานี	ปริมาณความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
สถานีในชุมชน			
Particles Fraction :	291	105(90)	1254
Benzene-soluble organic	218	6.8	-
Nitrates	96	2.6	39.7
Sulfates	96	10.5	101.2
Ammonium	56	1.3	75.5
Antimony	35	0.001	0.160
Arsenic	133	0.02	-
Molybenum	35	0.005	0.78
Nickel	103	0.084	0.460
Tin	85	0.02	0.50
Titanium	104	0.04	1.10
Vanadim	99	0.050	2.20
Zinc	99	0.67	58.00
Nonurban stations			
Particle Fraction:	32	37	312
Benzene-soluble organic	28	1.2	-
Arsenic	24	0.005	0.02

2.1.4 การวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ

การที่จะประเมินอันตรายจากฝุ่นละอองนั้น จะต้องศึกษาองค์ประกอบของฝุ่นว่ามีอะไรบ้าง รวมถึงการเก็บวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นละออง ซึ่งนิยมใช้ Cyclone และ Filter cassette และกระดาษกรอง โดยมีการดูดอากาศผ่านกระดาษกรองด้วยปั๊มที่ใช้แบตเตอรี่ อนุภาคของฝุ่นละอองจะติดอยู่บนกระดาษกรอง ซึ่งกระดาษกรองที่ใช้มีหลายชนิด การเลือกกระดาษกรองขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่นที่ต้องการเก็บอีกด้วย

2.1.5 สมการและสูตรที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณปริมาณฝุ่นละออง

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1) \times 10^3}{V_{STP}}$$

โดยที่

C	คือ	ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นรวมทุกขนาด mg/m ³
V _{STP}	คือ	ปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่าง L (@STP condition)
W ₁	คือ	น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่างอากาศ mg
W ₂	คือ	น้ำหนักกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่างอากาศ mg
B ₁	คือ	น้ำหนักแบลงค์ (Blank) ก่อนการเก็บตัวอย่างอากาศ mg
B ₂	คือ	น้ำหนักแบลงค์ (Blank) หลังการเก็บตัวอย่างอากาศ mg

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฝุ่นในสถานประกอบการ

2.2.1 ความหมาย

ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man - made Particle) ได้แก่

- 1) ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนน ขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร
- 2) ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน/อาคาร การปรับปรุงผิวการจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค
- 3) ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่ง การโม่บดหรือย่อยหิน การร่อนหรือการคัดกรวดหรือทราย
- 4) ฝุ่นจากการประกอบกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การทำความสะอาด การทำอาหาร การทาสี เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.2.2 ผลกระทบของฝุ่นละอองในสถานประกอบการ

- 1) ต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็ง และของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

2) ต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ความสกปรก/เลอะเทอะของวัตถุ เป็นต้น

3) ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหาหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ๆ เช่นเนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นผังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

2.2.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1) การควบคุมฝุ่นละอองที่แหล่งกำเนิด โดยอาศัยเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การควบคุมฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรมการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงให้ดีขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2) การป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุกวัสดุก่อสร้าง หิน ดินทราย หรือฝุ่นละอองจากกิจกรรม การก่อสร้างอาคารและถนน โดยใช้ผ้าใบหรือวัสดุคลุมรถให้มิดชิด และทำความสะอาดล้อรถบรรทุก จำกัดเขตก่อสร้างให้ชัดเจนพร้อมทั้งมีวัสดุคลุมหรือกั้นบริเวณก่อสร้างให้เรียบร้อย

3) การปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ มาตรฐานอากาศเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรม มาตรฐานอากาศเสียจากยานพาหนะ เป็นต้น

4) เข้มงวดกับการใช้กฎหมาย เช่น การกวดขันตรวจจับยานพาหนะที่มีการระบายควันดำเกินมาตรฐาน

5) ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนผู้เป็นเจ้าของและขับขี่ยานพาหนะ ให้มีการเอาใจใส่ดูแลรักษาและปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพดี

2.3 ข้อกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับฝุ่นละอองของประเทศไทย

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป สรุปลงได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

สารมลพิษ	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ค่าเฉลี่ยเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 34.200 มก./ลบ.ม.
	8 ชม.	ไม่เกิน 10.260 มก./ลบ.ม.
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.320 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.057 มก./ลบ.ม.
3. ก๊าซโอโซน (O ₃)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.200 มก./ลบ.ม.
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.140 มก./ลบ.ม.
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	1 ปี	ไม่เกิน 0.100 มก./ลบ.ม.
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.300 มก./ลบ.ม.
5. ตะกั่ว (Pb)	1 ชม.	ไม่เกิน 780 มคก./ลบ.ม.
	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม.
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 330 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 100 มก./ลบ.ม.
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 120 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 5 มก./ลบ.ม.
8. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 5 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 25 มก./ลบ.ม.

หมายเหตุ: มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1, 8 และ 24 ชม.) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (Acute Effect)

มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1 ปี) กำหนดขึ้นเองเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรัง ที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (Chronic Effect)

ที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_airsndo1.html

2.4 ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อมนุษย์

2.4.1 ผลกระทบต่อสุขภาพ

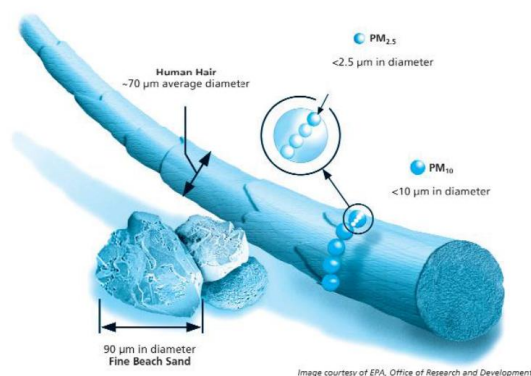
ฝุ่นละอองเป็นสารมลพิษในอากาศที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ทั้งนี้อันตรายของฝุ่นละอองต่อมนุษย์ขึ้นอยู่กับ

- ตำแหน่งของการสะสมตัวของฝุ่นละอองในปอดซึ่งสัมพันธ์กับขนาด รูปร่าง และความหนาแน่นของฝุ่นนั้น
- ผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อเนื้อเยื่อซึ่งจะสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

อันตรายจากฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์โดยผ่านทางระบบทางเดินหายใจและอาจเกิดการสะสมตัวภายในถุงลมปอดทำให้เกิดการอักเสบประมาณว่า ร้อยละ 50 ของฝุ่นละอองขนาดระหว่าง 0.01 และ 0.1 ไมครอน ได้ตกค้างอยู่ในส่วนปอด ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งฝุ่นเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้ เนื่องจาก

- 1) อนุภาคฝุ่นเป็นพิษเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณสมบัติทางกายภาพ
- 2) อนุภาคฝุ่นส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ
- 3) อนุภาคฝุ่นอาจดูดสารพิษเข้าไปในตัว

ภาพที่ 1 ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจ



ที่มา: www.epa.go

จากภาพพบว่า ฝุ่นที่มีขนาด 5-10 ไมครอน จะตกค้างอยู่บริเวณจมูกและคอหอย ส่วนจมูก ฝุ่นที่ขนาด 1-10 ไมครอน หรือ PM₁₀ จะตกค้างบริเวณคอหอยและหลอดลม จึงถือว่าเป็น respirable dust (กรมควบคุมมลพิษ. 2557)

1. ผลกระทบต่อปอดและระบบทางเดินหายใจ

1) สาเหตุ

1.1 การติดเชื้อ จากการสัมผัสฝุ่น หรือที่เรียกว่า โรคติดเชื้อทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นสาเหตุที่พบได้บ่อยที่สุดของโรคทางเดินหายใจ โดยการติดเชื้อที่พบบ่อยคือ การติดเชื้อไวรัส ทั้งของทางเดินหายใจตอนต้น (ที่พบบ่อยคือ โรคหวัดและไข้หวัดใหญ่) และของทางเดินหายใจตอนล่าง (ที่พบบ่อย คือ โรคหลอดลมอักเสบ) ส่วนโรคที่พบบ่อยจากการติดเชื้อแบคทีเรียคือ โรคไซนัสอักเสบ โรคปอดอักเสบ/โรคปอดบวม

1.2 การสูบบุหรี่ โรคที่เกิดจากการสูบบุหรี่มักเป็นโรคเรื้อรังที่พบบ่อยที่สุด และเป็นสาเหตุให้เสียคุณภาพชีวิตและเสียชีวิตได้สูงคือ โรคถุงลมโป่งพอง (pulmonary emphysema) และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หรือที่เรียกว่า โรคซีโอพีดี (COPD, Chronic Obstructive Pulmonary Disease) และมะเร็งปอด

1.3 โรคภูมิแพ้ ก็เป็นอีกโรคที่พบบ่อย

2) ลักษณะอาการ

มีอาการไอ ที่มีได้ทั้งไอมีเสมหะ หรือไอโดยไม่มีเสมหะ ส่วนอาการอื่นๆเป็นอาการไม่เฉพาะ พบได้ในโรคอื่น ๆ ซึ่งที่พบบ่อย คือ หายใจลำบาก หอบ เหนื่อยง่าย เสมหะ/ไอเป็นเลือด นอนราบแล้วหายใจไม่ได้ มีไข้ ซึ่งมีได้ทั้งไข้สูงหรือไข้ต่ำ

นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อระบบอื่น เนื่องจากปอดและระบบทางเดินหายใจ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อหัวใจ เพราะ ปอดมีสมรรถภาพในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนน้อยลงทำให้ร่างกายต้องเพิ่มอัตราการหายใจ ผลต่อการแข็งตัวของเลือดทำให้เพิ่มความเสี่ยงของอาการหัวใจวาย และมีผลต่อปริมาณเซลล์ในเลือด

2. ผลกระทบต่อหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต

เมื่อฝุ่นเข้าไปในระบบไหลเวียนโลหิต จะส่งผลกระทบต่อระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต

2.1 ผลกระทบระยะสั้น

เพิ่มอัตราการเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาล ด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด

2.2 ผลกระทบระยะยาว

เพิ่มอัตราการตายจากทุกสาเหตุ เพิ่มอัตราการตายด้วยโรคหัวใจและปอด และเพิ่มอัตราการตายด้วยโรคมะเร็ง (พวงทอง ไกรพิบูลย์. 2557)

2.4.2 การรับสัมผัสฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกาย มี 3 วิธี คือ

1) ทางจมูก โดยการหายใจเข้าไป ซึ่งฝุ่นละอองจะเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีนี้มากที่สุดตามปกติในรูดมูกจะมีขนจมูกคอยกรองฝุ่นละอองออกชั้นหนึ่งอยู่แล้ว ถ้าปริมาณฝุ่นมีไม่มากนักหรือเป็นชั้นใหญ่ก็จะทำการกรองได้เองตามธรรมชาติ แต่ถ้าปริมาณฝุ่นมีมากเกินไป ก็ควรจะมีการป้องกันโดยสร้างระบบขจัดฝุ่นละออง หรือใช้หน้ากากกรองฝุ่นละออง

2) ทางปาก วิธีการนี้จะมีฝุ่นละอองติดเข้าไปไม่มากนัก นอกจากจะปลิวตกลงไปในอากาศแล้วกินเข้าไป ซึ่งส่วนมากจะไม่เป็นอันตราย ยกเว้น ฝุ่นละอองที่เป็นพิษต่อร่างกาย

3) ทางผิวหนัง ฝุ่นละอองจะปลิวมาติดอยู่ตามผิวหนัง จะดูดซับน้ำ และน้ำมันออกจากผิวหนัง ทำให้ระคาย ผิวแห้ง ก่อให้เกิดความรำคาญ ฝุ่นบางชนิดจะทำให้บางคนแพ้เป็นผื่นคันได้ส่วนปริมาณสารพิษที่จะซึมเข้าสู่ร่างกาย ตามปกติแล้วจะมีไม่มากนัก ยกเว้นพวกยาฆ่าแมลง

กลไกการเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของฝุ่นละออง ฝุ่นละอองเข้าสู่อนุภาคในอากาศสามารถกระจายเข้าไปอยู่ในระบบทางเดินหายใจได้ 4 วิธี คือ

1) Interception คือ การสัมผัสกับผิวเยื่อบุทางเดินหายใจโดยตรง ได้แก่ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

2) Impaction คือ การเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของลมหายใจ ได้แก่ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

3) Sedimentation คือ การตกลงตามแรงโน้มถ่วง ได้แก่ อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.5 ไมครอน

4) Diffusion คือ การแพร่กระจาย สำหรับอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน

2.4.3 ฝุ่นที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจ

1) มีผลต่อท่อทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract) ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเหนือกล่องเสียง (larynx) ขึ้นไป เช่น จมูก คอหอย (pharynx) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อท่อส่วนบน (upper air-way irritattion) ฝุ่นเมื่อเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อผิวของทางเดินหายใจ เกิดอาการระคายคอ คันจมูก ไอ จาม เยื่อโพรงจมูกอักเสบเรื้อรัง ฝุ่นเข้ามาที่หลอดลมการระคายเคืองต่อเยื่อ ต่อมเมือก เกิดจากช่วงการขยายตัวใหญ่มีการผลิตสารเมือกในหลอดลม ฝุ่นที่มี

ความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐานทำให้หลอดลมอักเสบเรื้อรัง เช่น อาการระคายเคือง จมูก มีอาการไอเรื้อรัง และมีเสมหะ

2) ผลต่อทางเดินหายใจส่วนล่าง (lower respiratory tract) ได้แก่ส่วนของท่อนำอากาศ (conducting airways) ทำให้เกิดภาวะภูมิแพ้ และอาการหอบหืด (asthma) ผู้คนจากเมดิตีพีชมีองค์ประกอบสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ ซึ่งส่วนของฝุ่นไร ไร จากเมดิตีพีช การสัมผัสต่อเนื่องระยะยาวนาน 3-5 ปี อย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิดอาการภาวะภูมิแพ้ได้ (สมเกียรติ ขวษัทธิ และชัยเวช นุชประยูร. 2542) ร่างกายได้รับเข้าไปในหลอดลมจะถูกเซลล์แมโครฟาจของเซลล์ถุงลม (alveolar macrophage) ส่งสารที่ก่อให้เกิดภูมิแพ้ทำให้มีการหลั่งสารจำพวกโปรตีน ในเมดิตีพีชออกมาก และจะไปกระตุ้นลิโพโซต์ชนิดบีให้สร้างอิมมูโกลลินอีออกมาซึ่งไปเกาะบนผิวของเซลล์ต้นแบบ (mather cell) ที่อยู่ในหลอดลม

3) ผลต่อส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ (gas exchange region) ผู้คนมีส่วนประกอบสารหลายชนิด และยังมีการปนเปื้อนของมูลสัตว์ เช่น มูลนกพิราบ ฝุ่นของแมลง และละอองเกสรทำให้มีการอักเสบของเนื้อปอดอักเสบ หรือโรคถุงลมปอดอักเสบ

4) ความผิดปกติแบบหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง ลักษณะการอุดกั้นของทางเดินหายใจ ส่วนใหญ่เกิดจากการสูบบุหรี่ การเปลี่ยนแปลงในหลอดลมหรือในเนื้อปอด ทำให้หลอดลมตีบแคบลงการดำเนินการของโรคจะค่อย ๆ เบลลง

2.4.4 โรคปอดที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละออง

1) โรคปอดจากการทำงาน

1.1) สาเหตุ

เกิดจากการหายใจเอาฝุ่น ละออง คิวิน ไอร์เรเฮย สารพิษ หรือเชื้อโรคผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจขณะทำงานในอาชีพบางอย่าง ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย มีการสะสมหรือเป็นพิษ เกิดการแพ้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และเป็นโรคปอดชนิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งพบได้บ่อยและมักมีความรุนแรงในกลุ่มผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละออง

1.2) อาการ

- ไอ อาจไอมีเสมหะ หรือไม่มีเสมหะก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับสาเหตุ
- ไอเป็นเลือด มีเสมหะปนเลือด เช่น ในโรคมะเร็งปอด หรือวัณโรค
- หอบเหนื่อย หายใจลำบาก อาจหายใจเสียงผิดปกติ
- อาจมีเจ็บหน้าอก ซึ่งมักเจ็บตรงตำแหน่งปอดที่เกิดโรค และไม่มีอาการเจ็บ/ปวด ราวไปแขน ใบหน้า หลอดเลือดหัวใจ หรือโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย
- อาจมีไข้ มีได้ทั้งไข้สูง เช่น ปอดบวมจากติดเชื้อไวรัส หรือไข้ต่ำ

- อาจมีน้ำในเนื้อเยื่อปอด ที่เรียกว่า ปอดบวมน้ำ เช่น ในโรคจากชั้นที่สูง หรือในโรคปอดบวม ส่งผลให้หายใจหอบเหนื่อย/หายใจลำบาก และไอ
- อาจมีน้ำในโพรงเยื่อหุ้มปอด เช่น ในโรคมะเร็งปอด ส่งผลให้หายใจลำบาก
- เมื่อเป็นมาก ร่างกายจะขาดออกซิเจน ส่งผลให้เกิดอาการเขียวคล้ำ มักเห็นได้ชัดที่ เล็บ นิ้ว มือ เท้า และริมฝีปาก
- เมื่อเป็นมากจะส่งผลไปยังการทำงานของหัวใจ ก่อให้เกิดโรคหัวใจ และภาวะหัวใจวาย และเสียชีวิตได้ (พวงทอง ไกรพิบูลย์. 2558)

2) ซิลิโคซิส

2.1) สาเหตุ

มีสาเหตุมาจาก ฝุ่นผงซิลิกาในธรรมชาติ เป็นสารที่ทนต่อการแปรสภาพของกรด ต่าง และสารเคมี พบมาก ในเม็ดทรายผงฝุ่นจากโรงงานบดหิน และบดแร่ผงฝุ่นชนิดนี้ ที่มีขนาดเล็กเพียง 2 ไมครอน จะกระจายตัวในอากาศ แล้วผ่านเข้ารูจมูกและหลอดลมไปติดอยู่ในเนื้อเยื่อของปอดได้ ฝุ่นผง ซิลิกา ขนาดเล็กนี้ เมื่อถูกกับเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์จะทำให้เซลล์แตกออก เนื้อเยื่อของปอด จะถูกทำลายจนปอดพรุนสูญเสียพื้นที่ของระบบการหายใจ หายใจไม่สะดวกปริมาตรของลมหายใจเข้าออกลดลงหัวใจ ถูกกดปอดจะติดเชื้อง่าย เพราะบางส่วนของปอดจะหยุดนิ่งไม่มีการถ่ายเทอากาศระหว่างข้างในกับข้างนอกผู้ป่วยอาจมีโรคปอดบวมวัณโรค ถูกลมโป่งพองแทรกซ้อนได้

2.2) อาการ

- ชนิดเฉียบพลัน ผู้ป่วยในกรณีนี้ จะได้รับซิลิกาบริสุทธิ์ในปริมาณมากๆ และในเวลาสั้น อาการจะปรากฏหลังการสัมผัส 1-2 เดือน ต่อมาจะมีอาการแน่นหน้าอก และหอบ ลักษณะเช่นนี้จะพบได้ในคนงานฟันทราย
- ชนิดเรื้อรัง ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะได้รับผลึกซิลิกาบริสุทธิ์ เป็นระยะเวลา 6 เดือน ถึง 20 ปี ระยะแรกผู้ป่วยจะไม่มีอาการอะไรเลย แต่เมื่อเริ่มเป็นมากขึ้นจะเกิดอาการหายใจขัดอย่างชัดเจน มีอาการหอบ และช่วงของการหายใจจะสั้น เมื่อมีการออกกำลังกาย หรือในการออกกำลังกาย ซึ่งอาการเหล่านี้ ก็จะพบเป็นปกติในผู้สูงอายุทั่ว ๆ ไป ส่วนการตรวจร่างกายจะไม่พบความผิดปกติเช่นกัน ดังนั้น การวินิจฉัยโรค จึงจำเป็นต้องอาศัยการตรวจทางห้องปฏิบัติการมาช่วย (ไมตรี สุทธิจิต. 2540)

3. แอสเบสโตซิส

3.1) สาเหตุ

มีสาเหตุมาจาก ผงฝุ่นแอสเบสตอสแอสเบสตอส เป็นสารจำพวกแมกนีเซียมซิลิเกต มีลักษณะเป็นเส้นใยไม่ละลายน้ำ มีประโยชน์ คือ ใช้ทำวัสดุทนไฟและกันความร้อนทำผ้าเบรกรถยนต์ ใช้ผสมในวัสดุต่างๆ เช่น ผสมซีเมนต์ได้เป็นแผ่นเซลโลกรีต ซึ่งใช้ทำฝ้าบ้านและเพดาน

3.2) อาการของโรค

อาการของโรค ซึ่งคล้ายๆกับโรคซิลิโคซิส คือ หายใจไม่สะดวกหายใจสั้นหอบ ไอบ่อย และอาจเป็นมะเร็งหลอดลม และมะเร็งปอดได้ง่าย ในสัตว์ทดลอง พบว่า ถ้าฉีดเส้นใยเล็กๆ ของแอสเบสตอสเข้า ใต้ผิวหนังเส้นใย สามารถจะกระจายไปทั่วร่างกายของสัตว์ทดลองได้ (ไมตรี สุทธิจิต. 2540)

4. โรคหืด

4.1) สาเหตุ

เป็นโรคของทางเดินหายใจ ซึ่งมีความไวเกินของหลอดลม ในการสนองตอบต่อสารภูมิแพ้สิ่งระคาย เช่น ฝุ่นละอองเกสรดอกไม้ทำให้หลอดลมตีบตัวลงแสดงออกให้เห็นทางคลินิก

4.2) อาการ

โดยการหายใจลำบากหายใจมีเสียงดัง wheeze หรือทราบได้จากการตรวจการทำงานของปอดอาการหอบที่เกิดขึ้นนี้อาจจะเกิดขึ้นอย่างฉับพลันทันทีหรือค่อย ๆ เกิดขึ้นตามลำดับมากขึ้นหรือยาวแล้วแต่ความรุนแรงอาการอื่นๆที่อาจพบได้อีก คือ ไอ น้ำมูกไหล โรคนี้พบได้ตั้งแต่อายุ 3 สัปดาห์ในรายที่มีอาการแล้วไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีผู้ป่วยอาจเสียชีวิตได้ (ไพบูลย์ พานิชยการ, 2546)

5. ภูมิแพ้

5.1) สาเหตุ

โรคจมูกอักเสบจากการสูดหายใจสารก่อภูมิแพ้หรือสารระคายเคืองเข้าไป ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เยื่อเมือกของจมูก โดยสารภูมิแพ้ที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากได้แก่ โปรตีนจากสัตว์ (หนูทดลอง แมลงสาบ แมว สุนัข นก ไก่ ปลา ปู กุ้ง ฯลฯ) โปรตีนจากพืช (เมล็ดกาแฟ เมล็ดธัญพืช ฝุ่นไม้ แป้งทำอาหาร ยาสูบ เอนไซม์ที่ใช้ในการผลิตยาและผงซักฟอก) เชื้อรา ยางพารา และสารก่อภูมิแพ้ที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยได้แก่ สารตัวทำละลายแลคเกอร์และทินเนอร์ สารอีพอกซีในกาวหรือวัสดุยึดงาน พุ่มโลหะ สารในเครื่องสำอาง ฯลฯ

ส่วนสารระคายเคืองได้แก่ ก๊าซ คาร์บอนจากการเผาไหม้ คาร์บอนบูห์รี คาร์บอนเครื่องยนต์ ไอร์ระเหยจากสารทำละลาย ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด ไอร์ระเหยจากเครื่องใช้สำนักงาน เครื่องจักร วัสดุก่อสร้างบ้าน หรือเฟอร์นิเจอร์ ไอร์จากการเคลือบโลหะด้วยไฟฟ้า

5.2) อาการ

คันจมูก คัดจมูก แน่นจมูก การรู้กลิ่นลดลง แสบจมูก น้ำมูกไหล

2.4.4 อันตรายของฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพ

1) โรคหอบหืด โรคหอบหืด หรือเรียกสั้นๆ ว่า โรคหืด เป็นโรคที่เกิดกับหลอดลม มักจะหายยาก อาจเป็น ๆ หาย ๆ อยู่หลายปี จนตลอดชีวิตเพราะโรคหอบหืดเป็นโรคเรื้อรังเวลานานอาจกลายเป็นโรคถุงลมโป่งพองสาเหตุของโรคหอบหืดโรคหอบหืดเกิดได้จากหลายสาเหตุสาเหตุที่สำคัญมีดังนี้

2) โรคปอดแข็ง (pneumoconiosis) ฝุ่นที่หายใจเข้าไปถึงส่วนปอด

3) การระคายเคือง (irritant effects) ในที่นี้รวมถึงผลที่มีการระคายเคืองที่ตาและเยื่อระบบทางเดินหายใจอาการเป็นพิษต่อระบบร่างกาย (systemic toxic effects) เมื่อรับฝุ่นเข้าสู่ภายในปอดสามารถเข้าสู่ระบบกระแสเลือดได้ และสามารถเดินทางเข้าสู่ระบบทางเดินอาหาร

4) โรคหลอดลมอักเสบเป็นโรคที่เกิดจากการอักเสบเยื่อของหลอดลม ทำให้เยื่อหลอดลมบวม และมีเสมหะอุดหลอดลมบวมมาก และมีเสมหะมาก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ดร.สวิต เลอวงค์รัตน์ (2552) ได้ประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามสุขภาพของตำรวจจราจรที่ทำงานในพื้นที่การจราจรหนาแน่น ของกรุงเทพมหานคร โดยผลการตรวจวัดเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าถึงและตกค้างบริเวณทางเดินหายใจส่วนปลาย (respirable dust) และความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นรวมทุกขนาด (total dust) ที่ตำรวจจราจรสัมผัสระหว่างการปฏิบัติงานในบริเวณพื้นที่การจราจรหนาแน่น ของสถานีตำรวจนครบาลบางพลัด สถานีตำรวจนครบาลบางยี่ขัน สถานีตำรวจนครบาลบุปผาราม สถานีตำรวจนครบาลบุคคโล เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดกับค่ามาตรฐานประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) และค่าเสนอแนะโดยหน่วยงาน American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) พบว่า ความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าถึงและตกค้างบริเวณทางเดินหายใจส่วนปลาย (respirable dust) ทั้งสองประเภทมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

สิทธิชัย พิมลสร และคณะ (2553) ได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน ในจังหวัดลำปาง โดยวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายปี ในช่วง 10 ปี ระหว่างปี 2542 ถึง ปี 2551 ของสถานีตรวจวัดทั้งสี่สถานี ในจังหวัดลำปาง พบว่า ระดับ PM_{10} มีค่าเกินมาตรฐานเกือบทุกปี ยกเว้นปี 2549 ที่มีค่าความเข้มข้น PM_{10} เฉลี่ยรายปีสูงสุด ที่สถานีตรวจวัดศาลหลักเมืองมีค่าเท่ากับ $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งยังมีระดับที่น่าเป็นห่วง เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2535 กำหนดไว้ว่า ระดับ PM_{10} ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ณททัย เลิศการคำสุข และคณะ (2554) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธิตกับกลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยจากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น อนุภาคเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ปริมาณเชื้อแบคทีเรียเชื้อราและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นมีค่าเท่ากับ $90.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษ (ประเทศไทย) กำหนดคือ ไม่เกิน $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

รัชนิกร กระจงกลาง และคณะ (2555) ได้ศึกษาสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอ กุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี โดยการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในช่วงเวลาระหว่างเดือน ธันวาคม 2554 ถึง กุมภาพันธ์ 2555 พบว่า ในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $136.57 \pm 9.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ คือ ไม่เกิน $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

พิชัย ศิริสุขโขดม (2557) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและผลกระทบต่อที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน ในโรงงานอาหารสัตว์ พบว่า มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในสำนักงานและในกระบวนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ $0.16 \pm 0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ $0.032 \pm 0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสถานประกอบการ ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2535 กำหนดไว้ว่า ระดับ PM_{10} ไม่เกิน 5 มก./ลบ.ม

2.5.2 ปัญหาสุขภาพกับการได้รับสัมผัสฝุ่น

รัชนิกร กระจงกลาง และคณะ (2555) ได้ศึกษาสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอ กุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามไม่เคยเจ็บปวดด้วยโรคต่างๆ ร้อยละ 75 มีเพียง ร้อยละ 25 ที่เคยป่วยด้วยโรคภูมิแพ้ ร้อยละ 27 โรคหอบหืด ร้อยละ 6.1 และโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ร้อยละ 4.6 ในระยะ 3 เดือน ที่ผ่านมาผู้ที่อาศัยในพื้นที่ศึกษา ไม่เคยมีอาการใด ๆ เลยที่เกิดจากฝุ่นละออง มีเพียงร้อยละ 9.5 ส่วนใหญ่เคยมีอาการป่วยด้วยอาการใดอาการหนึ่ง ร้อยละ 90.5 ได้แก่ เป็นหวัด/ภูมิแพ้ฝุ่นละออง ร้อยละ 80.5 ส่วนใหญ่ป่วยเดือนละ 1 ครั้ง ร้อยละ 30.5 มีอาการไอ เจ็บคอจากการแพ้ฝุ่น ร้อยละ 76.2 มีผื่นคันตามร่างกายหรือเป็นลมพิษ ร้อยละ 71.4 มีอาการน้อย

กว่าเดือนละ 1 ครั้ง ร้อยละ 32.1 มีอาการระคายเคืองตา ตาแดงหรือคันตา ร้อยละ 77.2 มีอาการเดือนละ 1 ครั้ง ร้อยละ 23.8

สุจิตรา ประสานพันธ์ (2545) ได้ศึกษาฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมและฝุ่นละอองที่คนงานได้รับในโรงสีข้าว จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ที่อาศัยอยู่ในชุมชนใกล้เคียงโรงงานอุตสาหกรรมมีโอกาสที่จะเกิดอาการเกี่ยวกับโรคในระบบทางเดินหายใจ ประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเจ็บป่วยด้วยโรคภูมิแพ้ ร้อยละ 27 โรคหอบหืด ร้อยละ 6.1 และโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ร้อยละ 4.6 ตามลำดับ

พิชัย ศิริสุขโขดม (2557) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอาหารสัตว์ พบว่า อาการภูมิแพ้ ร้อยละ 57.9 ไม่เคยเป็น ที่เหลือร้อยละ 23.7 และ 18.4 ยังคงเป็นอยู่

กัลยา หาญพิชาญชัย (2548) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีกระทบต่อการเสื่อมสมรรถภาพปอดของคนงานในโรงสีข้าว พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นทุกขนาด มีความสัมพันธ์ต่อการเสื่อมสมรรถภาพปอดของคนงานในโรงสีข้าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.5.3 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) กับอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

รัชนิกร กระจงกลาง และคณะ (2555) ได้ศึกษาสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี พบว่า ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา ร้อยละ 90.5 มีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ อาการใดอาการหนึ่ง มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สุจิตรา ประสานพันธ์ (2545) ได้ศึกษาฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมและฝุ่นละอองที่คนงานได้รับในโรงสีข้าว จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ประชาชนในหมู่บ้านมีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ อาการใดอาการหนึ่ง มีความสัมพันธ์กับการได้รับฝุ่นละอองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

พิชัย ศิริสุขโขดม (2557) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอาหารสัตว์ พบว่า ประชาชนในหมู่บ้านมีอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ มีความสัมพันธ์กับการได้รับฝุ่นละออง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.5.4 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) กับอาการระคายคอ/ แสบคอ

ณัททัย เลิศการคำสุข และคณะ (2554) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธารถะ กับกลุ่มอาการอาการป่วยในพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร พบว่า อาการระคายคอ/ แสบคอมี ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.5.5 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) กับอาการคันระคายเคืองจมูก/ แสบจมูก

ณททัย เลิศการคำสุข และคณะ (2554) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธารถะกับกลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร พบว่า อาการคัดจมูก ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.5.6 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) กับอาการหายใจมีเสียงวี๊ด

นันทวรรณ วิจิตรวาทการ และคณะ (2547) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลในเขตกรุงเทพมหานครในช่วงปี พ.ศ.2539 – พ.ศ.2544 พบว่า PM_{10} มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการหายใจมีเสียงวี๊ดในเด็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.5.7 ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) กับอาการน้ำมูกไหล

สุพรรณณี เจริญวงศ์เพ็ช (2553) ได้ศึกษาประสิทธิผลการประยุกต์ใช้การตลาดเชิงสังคมในการส่งเสริมการรับบริการอดบุหรี่ พบว่า อาการน้ำมูกไหล ($p=0.021$) มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดำรวจจรรยาจรทุกคน

2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย (conceptual framework)

การวิจัยในครั้งนี้เป็นศึกษาตรวจวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นที่มีสั่นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในโรงพักสินค้าการท่าเรือแห่งประเทศไทย โดยมีกรอบแนวคิด ตามแผนภูมิที่ 1

แผนภูมิ 1 กรอบความคิดในการวิจัย

