# ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง

พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
ตุลาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

# ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง

พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ

วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต
ตุลาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

# EFFECTS OF AMBIENT PARTICULATE MATTER AND HOSPITAL ADMISSIONS FOR CARDIOVASCULAR AND RESPIRATORY DISEASES IN LAMPANG PROVINCE

PATSANUN LAWONGYER

A Thesis Submitted to University of Phayao

in Partial Fulfillment of Requirements

for the Master of Public Health

October 2021

Copyright 2021 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง

ของ พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร. ปฏิพัทธ์ วงค์เรือง)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ แหลมหลัก)

..... อาจารย์บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย พิมลศรี)

..... คณบดีคณะแพทยศาสตร์

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุกิจ พันธุ์พิมานมาศ)

**เรื่อง:** ผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง

**ผู้วิจัย:** พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ, วิทยานิพนธ์: ส.ม., มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** ดร. ปฏิพัทธ์ วงค์เรือง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ แหลมหลัก

**คำสำคัญ:** ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน, โรคหัวใจและหลอดเลือด, โรคระบบทางเดินหายใจ, การเข้ารับการรักษา, ลำปาง

## บทคัดย่อ

ระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เกินค่ามาตรฐานอยู่บ่อยครั้งในจังหวัดลำปาง และ PM10 มีความสัมพันธ์กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจจำนวนมาก การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์และความเสี่ยงสุขภาพเมื่อความเข้มข้นของ PM10 เปลี่ยนแปลงกับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจในจังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลคุณภาพอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา ศึกษาในปี พ.ศ. 2557–2560 ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของ PM10 มีความสัมพันธ์กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ โดยผลกระทบปรากฏชัดเจนในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจอย่างมีนัยสำคัญในช่วงระยะเวลา 1 ถึง 4 วัน โดยเฉพาะในวันเดียวกัน (lag 0) ที่พบความเสี่ยงสูง โดยทุก ๆ การเพิ่มขึ้นของ PM10 10 $\mu g/m^3$ จะทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นถึง 3.8% (95% CI: 3.0–4.6) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะให้ประชาชนลดการสัมผัสกับ PM10 ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ข้อมูลจากงานวิจัยนี้เป็นตัวชี้วัดพื้นฐานในการจัดการด้านสุขภาพ และใช้ในการวางนโยบายด้านสุขภาพในอนาคต

**Title:** EFFECTS OF AMBIENT PARTICULATE MATTER AND HOSPITAL ADMISSIONS FOR CARDIOVASCULAR AND RESPIRATORY DISEASES IN LAMPANG PROVINCE

**Author:** Patsanun Lawongyer, Thesis: M.P.H., University of Phayao, 2021

**Advisor:** Patipat Vongruang , Ph.D. Co-advisor Prachuab Lamluk , Dr.Ing.

**Keywords:** PM10, Cardiovascular disease, Respiratory disease, Hospital admissions, Lampang

## ABSTRACT

PM10 levels frequently exceeded the air quality standard in Lampang province. Corresponds found PM10 and the high number of hospital admissions for cardiovascular and respiratory diseases. This study aims to investigate the correlation health risks between PM10 concentration change and hospital admissions for cardiovascular and respiratory diseases. Used calculate of the air quality and meteorology with and a number of hospital admissions. Analyze use Poisson time-series regression model for the study period in 2014-2017. Results show that PM10 increases were associated with hospital admissions for cardiovascular and respiratory diseases. They demonstrated a significant positive impact for respiratory disease in a 1-4-day period, especially on the same days (lag 0) with high risk. Every 10 $\mu g/m^3$ increase in the daily mean of PM10 was associated with increases in respiratory disease at 3.8% (95% CI: 3.0-4.6). Therefore, we recommend to people limit PM10 exposure will be helping to reduce cardiovascular and respiratory diseases. These results were the basis for health management and health policy in the future.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี ด้วยได้รับความกรุณาชี้แนะ ให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ปฏิพัทธ์ วงค์เรือง ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ผู้วิจัย ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้จากใจจริง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ แหลมหลัก อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นแก่ผู้วิจัยเพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ หนูสอน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จาดศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกูล มะโนทน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย พิมลศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัณย์ภัค พิทักษ์พงษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ แก้ไข และข้อเสนอที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยและวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณครู อาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำกรมควบคุมมลพิษ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สำนักงานกระทรวงสาธารณสุขจังหวัดลำปาง และเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลต่าง ๆ ในจังหวัดลำปางทุกท่านที่ให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการทำงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่สนับสนุนและให้กำลังใจจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดา และบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ ความเมตตา และเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 2

สมมติฐานของการวิจัย ..... 3

ขอบเขตของการวิจัย ..... 3

นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 4

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย ..... 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 6

มลพิษอากาศ ..... 7

กรณีศึกษาผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศ ..... 15

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 23

กรอบแนวคิดของการวิจัย ..... 46

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 47

รูปแบบการวิจัย ..... 47

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 47

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....47
วิธีดำเนินการวิจัย....48
การเก็บรวบรวมข้อมูล....48
การวิเคราะห์ข้อมูล....54
บทที่ 4 ผลการวิจัย....56
สถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษา ในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ....57
ความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ....60
การศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในจังหวัดลำปาง....62
บทที่ 5 บทสรุป....67
สรุปผลการวิจัย....67
อภิปรายผลการวิจัย....68
ข้อเสนอแนะ....73
บรรณานุกรม....75
ประวัติผู้วิจัย....81

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตาราง 1 แสดงสรุปแหล่งที่มาและผลกระทบจากมลพิษอากาศต่อสุขภาพมนุษย์ ..... 11
ตาราง 2 แสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อการเจ็บป่วยและเสียชีวิต จากมลพิษอากาศทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ..... 36
ตาราง 3 แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ในจังหวัดลำปาง และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต แห่งประเทศไทยแม่เมาะ ..... 51
ตาราง 4 แสดงรหัสกลุ่มโรค ICD-10 ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศ ..... 53
ตาราง 5 แสดงสถิติข้อมูลมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยารายวันในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 ..... 57
ตาราง 6 แสดงสถิติจำนวนการเข้ารับการรักษารายวันในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 ..... 59
ตาราง 7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวน การเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่ม โรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557-2560 ..... 61
ตาราง 8 แสดงร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษารายวัน ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของมลพิษแต่ละชนิดที่ช่วงการสัมผัส ระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag time) ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557-2560 ..... 61
ตาราง 9 แสดงสถิติจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 ..... 63
ตาราง 10 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวน การเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังแยกตามกลุ่มอายุ และเพศ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557-2560 ..... 64

ตาราง 11 แสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก 10 μg/$m^3$ ที่ช่วงการสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag time) ที่แตกต่างกัน ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560.....65
ตาราง 12 แสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก 10 μg/$m^3$ ที่ช่วงของการสัมผัสระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในวันเดียวกัน (lag 0) แยกตามกลุ่มอายุและเพศ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560.....66

# สารบัญภาพ

**หน้า**

ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิด.....46
ภาพ 2 แสดงตำแหน่งที่ตั้ง และพิกัดทางภูมิศาสตร์สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
และโรงพยาบาลในจังหวัดลำปาง.....50
ภาพ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนรายวัน
ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560.....58
ภาพ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์รายวัน ในจังหวัดลำปาง
ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560.....58
ภาพ 5 แสดงจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน ในกลุ่มโรคหัวใจ
และหลอดเลือด ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557
ถึง 31 ธันวาคม 2560.....60
ภาพ 6 แสดงจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน ในกลุ่มโรคระบบ
ทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง
31 ธันวาคม 2560.....60

# บทที่ 1

# บทนำ

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

การศึกษาทางระบาดวิทยาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ จากการศึกษาจาก Institute for Health Metrics and Evaluation มหาวิทยาลัยวอชิงตันพบว่า มลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยร่วมที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เนื่องจากมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิดทั้งที่เป็นสารระคายเคืองไปจนถึงสารก่อมะเร็งจึงเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดในสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็งปอด และโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง เฉียบพลัน และก่อให้เกิดการตายก่อนวัยอันควรในประเทศไทยประมาณ 50,000 คนต่อปี (Bhalla, et al., 2014) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาในหลายประเทศทั่วโลกที่พบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ทำให้เกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังในผู้ใหญ่ รวมถึงโรคหอบหืดในเด็กและมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cheng, Chiu and Yang, 2015; Künzli, et al., 2000; Phung, et al., 2016)

โรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคระบบทางเดินหายใจ เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยที่พบมากที่สุด และเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตเนื่องจากการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ (Brunekreef, 2002) การศึกษาผลกระทบในพื้นที่เมืองใหญ่ ๆ ของประเทศไทยพบความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาด้านสุขภาพกับมลพิษทางอากาศกล่าวคือ มีความสัมพันธ์กันระหว่าง PM10, PM2.5, CO, $SO_2$, $O_3$ และ $NO_2$ กับอาการในระบบทางเดินหายใจ และพบว่าผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีผลต่อกลุ่มโรคคอหอยอักเสบเฉียบพลัน และอาการเจ็บคอมากที่สุด อีกทั้งผลกระทบของสภาพแวดล้อมจากมลพิษอากาศมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด (Phosri, et al., 2019; พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช; มุทิตา ตระกูลทิวากร; เฉลิม ลิ่วศรีสกุล และคณะ, 2555; สิทธิชัย พิมลศรี และภวัต อารินทร์, 2553) และหลายการศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่พบความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการตรวจฉุกเฉินด้วยโรคหอบหืด อาการกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และการเสียชีวิตรายวันโดยไม่ได้ตั้งใจ และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ยังเป็นสาเหตุการเสียชีวิต

ในกลุ่มโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดหัวใจ และภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (Pothirat, et al., 2019; Pothirat, et al., 2016) และการศึกษาในกรุงเทพมหานคร ยังพบว่าระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทำให้มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดบวม ปอดอุดกั้นเรื้อรัง และโรคหอบหืด (Phosri, et al., 2019) นอกจากนั้นยังพบว่า จังหวัดลำปางเป็นพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มาเป็นระยะเวลานานเนื่องจากมีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญจำนวนมาก เช่น การเผาในที่โล่ง โรงงานอุตสาหกรรม การจราจร และชุมชนพื้นที่อยู่อาศัยที่เติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจุบันได้มีการติดตามคุณภาพอากาศโดยกรมควบคุมมลพิษในจังหวัดลำปางด้วยสถานีถาวรพบว่า เคยมีปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนเกินระดับมาตรฐานสูงสุดในปี 2558 เท่ากับ 283 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และยังพบว่าประชากรของจังหวัดลำปางยังมีอัตราป่วยด้วยโรคหอบหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังสูงที่สุดในภาคเหนือ อัตราป่วย 144.29 ต่อประชากรแสนคน ในปี พ.ศ. 2560 โดยกลุ่มโรคที่มีรายงานจำนวนผู้ป่วยสูงสุดเนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในจังหวัดลำปาง ได้แก่ กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจทุกชนิดและกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดทุกชนิด (สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1, 2560)

เห็นได้ชัดเจนว่าสถานการณ์ปัญหาผู้ป่วยในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ มีสาเหตุมาจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดลำปาง ที่มักพบปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในระดับที่สูงเกินมาตรฐานเป็นประจำทุกปี และมีสถิติผู้ป่วยในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระดับความเสี่ยงการเข้ารับการรักษาในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจที่มีสาเหตุจากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในจังหวัดลำปาง เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนในการประเมินผลกระทบของปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก และการเตรียมการรับมือด้านการจัดการสาธารณสุขในอนาคต

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

**สมมติฐานของการวิจัย**

ระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

**ขอบเขตของการวิจัย**

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งขอบเขตการศึกษาออกเป็น 4 ด้าน คือ ขอบเขตด้านพื้นที่ ขอบเขตด้านประชากร ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านเวลา มีรายละเอียดดังนี้ คือ

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

การศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกพื้นที่ศึกษา คือ จังหวัดลำปาง

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ประชากรที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐในจังหวัดลำปางและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชากรที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐในจังหวัดลำปางในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

3.1 ข้อมูลคุณภาพอากาศ เนื่องจากการวิจัยนี้ต้องใช้ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่สัมพันธ์กับข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ดังนั้นจึงต้องทำการคัดเลือกพื้นที่ที่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศถาวรสำหรับเป็นตัวแทนความเข้มข้นตามพื้นที่ต่าง ๆ โดยได้ข้อมูลจากสถานีของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะ 11 สถานี และกรมควบคุมมลพิษ 4 สถานี รวมทั้งสิ้น 15 สถานี

3.2 ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล รวบรวมข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของประชาชน จากฐานข้อมูลเวชระเบียนโรงพยาบาลรัฐในจังหวัดลำปาง จำนวน 2 โรงพยาบาล โดยกลุ่มโรคที่ได้รับการให้สาเหตุมาจากมลพิษอากาศ ตามคำแนะนำของสำนักงานป้องกันและควบคุมโรคที่ 1 และจัดกลุ่มโรคการเจ็บป่วยทางการแพทย์ตามบัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องฉบับทบทวนครั้งที่ 10

(ICD-10) ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (I00-I99) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J99)

4. ขอบเขตด้านเวลา

การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลรายวันของข้อมูลคุณภาพอากาศและข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2560 รวมระยะเวลาศึกษา 4 ปี

**นิยามศัพท์เฉพาะ**

1. ผลกระทบ (Effect) หมายถึง ผลจากระดับมลพิษอากาศต่อจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล

2. ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) หมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน

3. โรคหัวใจและหลอดเลือด หมายถึง โรคเกี่ยวกับหัวใจหรือหลอดเลือด คือเป็นโรคที่มีผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งกลุ่มโรคหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ

4. โรคระบบทางเดินหายใจ หมายถึง โรคที่เกิดจากความผิดปกติของอวัยวะในระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วยส่วน รูจมูก (Nostril) โพรงจมูก (Nasal cavity) คอหอย (Pharynx) หลอดลม (trachea) ขั้วปอด (Bronchus) และปอด (alveoli)

5. โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หมายถึง โรคที่เกิดจากหลอดลม เนื้อปอด และหลอดเลือดปอดเกิดการอักเสบเสียหาย เนื่องจากได้รับแก๊สหรือสารที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองเป็นระยะเวลานานทำให้หลอดลมค่อย ๆ ตีบแคบหรือถูกอุดกั้น โดยไม่อาจฟื้นคืนเป็นปกติได้อีก

6. ผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors) หมายถึง ผู้รับผลกระทบจากมลพิษอากาศ และเจ็บป่วยในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

**ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย**

1. ทราบถึงผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในพื้นที่จังหวัดลำปาง

2. ได้รูปแบบความสัมพันธ์ที่สามารถใช้ประเมินระดับความเสี่ยงในการเกิดโรคที่มีสาเหตุมาจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ได้ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดกลวิธีการวางแผนการจัดการด้านสุขภาพในอนาคตได้

3. ต่อยอดพัฒนาการวิจัย และนำไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ที่มีบริบทและแหล่งกำเนิดคล้ายกันรวมถึงสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแบบจำลองความเสี่ยงด้านสุขภาพ

4. ผลการศึกษานี้จะมีประโยชน์ต่อหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านสุขภาพ ด้านเศรษฐกิจและด้านสิ่งแวดล้อม ใช้เป็นข้อมูลในการจัดการทางด้านการสาธารณสุข การพยากรณ์โรค การจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ การประเมินมูลค่าความเสียหายด้านสุขภาพและสามารถใช้ในการวิจัยขั้นสูง โดยเฉพาะในประเทศไทยและภูมิภาคนี้ที่ต้องการข้อมูลเฉพาะสำหรับการวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์และพื้นที่ได้มากยิ่งขึ้น

# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครอบคลุมรายละเอียด ดังนี้

**มลพิษอากาศ**

1. ประเภทของมลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ
2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของมลพิษอากาศ

**กรณีศึกษาผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศ**

1. ผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศในต่างประเทศ
2. ผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศในประเทศไทย
3. ผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
    3.1 กรณีศึกษามลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ
    3.2 กรณีศึกษาช่วงที่มีปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในฤดูร้อน

**แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

1. แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลกระทบต่อการเจ็บป่วย และการเสียชีวิตจากมลพิษอากาศ
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลกระทบต่อการเจ็บป่วย และการเสียชีวิตจากมลพิษอากาศ
        2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย
        2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ
    2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการป้องกันโรคจากมลพิษอากาศ

**กรอบแนวคิดของการวิจัย**

**มลพิษอากาศ**

**1. ประเภทของมลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ**

1.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide : CO) คุณสมบัติเป็นก๊าซที่ไม่มีสี รส และกลิ่นเบากว่าอากาศทั่วไปเล็กน้อยเมื่อหายใจเข้าไป ก๊าซนี้จะรวมตัวฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้มากกว่าออกซิเจนถึง 3,624–3,674 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin: CoHb) ซึ่งลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยทั่วไป องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิด CoHb ในเลือดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศที่สูดหายใจเข้าไป และระยะเวลาที่อยู่ในสภาวะนั้นสำหรับอาการตอบสนองของมนุษย์ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ CoHb และความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่ไวต่อก๊าซชนิดนี้ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

1.2 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogendioxide: $NO_2$) ออกไซด์ของไนโตรเจนประกอบด้วยไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์ ($N_2O_3$) ไนโตรเจนไดออกไซด์ ($NO_2$) ไดไนโตรเจนเตตราออกไซด์ ($N_2O_4$) และไดไนโตรเจนเพนตอกไซด์ไซด์ ($N_2O_5$) ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะ NO และ $NO_2$ เนื่องจากเป็นก๊าซที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติและมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าออกไซด์ของไนโตรเจนตัวอื่น ๆ ไนตริกออกไซด์ (NO) เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์ ($NO_2$) มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ ก๊าซทั้งสองเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิด ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดินหรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาผลาญเชื้อเพลิง การอุตสาหกรรม การทำกรดไนตริก กรดกำมะถัน การชุบโลหะและการทำวัตถุระเบิด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ก๊าซทั้งสองเกิดจากธรรมชาติมากกว่าการกระทำของมนุษย์ การเกิดก๊าซไนตริกออกไซด์มีอุณหภูมิเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุด ดังนั้นรถยนต์และอุตสาหกรรมจึงเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดก๊าซนี้ หากก๊าซไนตริกออกไซด์ทำปฏิกิริยากับโอโซนในบรรยากาศเกิดเป็นไนโตเจนไดออกไซด์และออกซิเจนในทางตรงกันข้ามแสงแดดทำให้ไนโตรเจนออกไซด์แตกตัวทำปฏิกิริยาย้อนกลับ

$$NO + O_3 ===> NO_2 + O$$

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างก๊าซไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ที่มีต่อการทำงานของปอดแล้วปรากฏว่า ก๊าซไนตริกออกไซด์มีอันตรายน้อยกว่า มนุษย์จะได้กลิ่นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ระดับ 3,654 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากมีความชื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดกลิ่นเร็วขึ้น ผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดอาจมีอาการเร็วขึ้นหากได้รับก๊าซนี้

ที่ระดับ 3,614 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ ระบบหายใจในคนทั่วไปเริ่มต้นเมื่อได้รับก๊าซนี้ 1,300–1,800 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

1.3 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfurdioxide: $SO_2$) เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่ไวไฟ ที่ระดับความเข้มข้นสูง จะมีกลิ่นฉุนแสบจมูกเมื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศจะเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และจะรวมตัวเป็นกรดกำมะถันเมื่อมีความชื้นเพียงพอ หากอยู่ร่วมกับอนุภาคมวลสารที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แมงกานีส เหล็ก และวานาเดียม จะเกิดมีปฏิกิริยาเคมี ออกซิเจนเกิดเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และเป็นกรดกำมะถันเช่นกัน

การสันดาปเชื้อเพลิงเพื่อใช้พลังงานในการดำรงชีพของมวลมนุษย์ ซึ่งรวมถึงอุตสาหกรรมทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และอนุภาคมลสาร กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็เป็นแหล่งกำเนิดของมลพิษทั้งสองเช่นกัน ก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์และละอองกรด กำมะถัน ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง นอกจากนี้ก๊าซนี้ยังทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งจะทำลายระบบนิเวศน์ ป่าไม้ แหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมถึงการกัดกร่อนอาคารและโบราณสถาน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

1.4 ฝุ่นละออง (Suspended Particulate Matter: SPM) เป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพ และองค์ประกอบอาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน (เป็นกลุ่มของโมเลกุลที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน) ไปจนถึงฝุ่นที่ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป) ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก [ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน หรือ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (PM10) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือ 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (PM2.5)] เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำและจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2–3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละอองซึ่งเกิดขึ้น โดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือปฏิกิริยาทางเคมีหรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีชื่อเรียกต่างกัน

ไปตามลักษณะการรวมตัวฝุ่นละออง เช่น ควัน (Smoke) ฟูม (fume) หมอกน้ำค้าง (mist) เป็นต้น ฝุ่นละอองอาจเกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ทราย หรือเกิดจากควันดำจากท่อไอเสียรถยนต์การจราจร และการอุตสาหกรรมฝุ่นที่ถูกสูดเข้าไปในระบบทางเดินหายใจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ รบกวนการมองเห็น และทำให้สิ่งต่าง ๆ สกปรกเสียหายได้ในบริเวณที่พักอาศัย ปริมาณฝุ่นละออง 30% เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนบริเวณที่อยู่อาศัยใกล้ถนนฝุ่นละออง 70–90% เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และพบว่าฝุ่นละอองมีสารตะกั่วและสารประกอบโบไมด์สูงกว่าบริเวณนอกเมือง อันเนื่องมาจากมลพิษที่เกิดจากยานพาหนะ ฝุ่นละอองเมื่อแยกตามขนาดพบว่า 60% โดยประมาณจะเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นประเภทนี้เกิดจากรถประจำทางและรถบรรทุกที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลบางส่วนมาจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะพบอยู่ทั่วไปในเขตเมืองเขตอุตสาหกรรม และเขตกึ่งชนบท หากพบในปริมาณที่สูงจะมีผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เนื่องจากมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอดของมนุษย์ได้ เป็นผลให้เกิดโรคทางเดินหายใจโรคปอดต่าง ๆ เกิดการระคายเคือง และทำลายเยื่อหุ้มปอด หากได้รับในปริมาณมากและเป็นเวลานานจะเกิดการสะสม ทำให้เกิดพังผืดและเป็นแผลได้ ทำให้การทำงานของปอดลดลง ความรุนแรงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของฝุ่นละอองนั้น ส่วนฝุ่นขนาดใหญ่อีกประมาณ 40% ที่เหลือเกิดจากการก่อสร้าง และการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากพื้นที่ว่างเปล่า ฝุ่นประเภทนี้ไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนัก เพียงแต่จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนต้นและอาจเป็นเพียงการรบกวนและก่อให้เกิดความรำคาญเท่านั้น (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

1.5 ก๊าซโอโซน ($O_3$) โอโซนเป็นสารโฟโตเคมีคอลออกซิแดนท์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี Photochemical Oxidation ระหว่างสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนโดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารโฟโตเคมีคอลตัวอื่น ๆ ได้แก่ สารประกอบพวกอัลดีไฮด์คีโตนและ Peroxyacetyl Nitrate (PAN) ก่อให้เกิดสภาพที่เรียกว่า Photochemical Smog ซึ่งมีลักษณะเหมือนหมอกสีขาวปกคลุมอยู่ทั่วไปในอากาศ โดยทั่วไปแล้วก๊าซโอโซนจะก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจลดความสามารถในการทำงานของปอด กระทรวงสาธารณสุข (2558) และจากเว็บไซต์ irrigation.rid.go.th ได้กล่าวถึงโอโซนว่า โอโซนจัดเป็นตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) ที่แรงที่สุดที่อนุญาตให้นำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันโดยมีฤทธิ์สูงกว่าก๊าซคลอรีนถึง 51% และมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้เร็วกว่า 3.125 เท่าตัว สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในเยื่อเมมเบรนของแบคทีเรียเมื่อทำปฏิกิริยากับโอโซนทำให้ผนังเซลล์

อ่อนแอและแตกออกทำให้เซลล์ตาย โอโซนสามารถเกิดปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ส่วนใหญ่ รวมทั้งสารอนินทรีย์ทำให้เกิดการแตกตัว และสลายตัวในกระบวนการสลายตัวทางชีวภาพได้ง่าย สารอินทรีย์บางชนิดทำปฏิกิริยากับโอโซนอย่างสมบูรณ์ได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ โอโซนจัดเป็นก๊าซพิษ การมีปริมาณโอโซนสูงมากผิดปกติในบางพื้นที่น่าจะเป็นผลเสียต่อสุขภาพมากกว่าที่จะเป็นผลดีมีการกำหนดเกณฑ์ปริมาณ ความเข้มข้นสูงสุดที่ได้รับโดยเฉลี่ยไม่เกิน 0.1 ppm ในช่วงระยะเวลาของการทำงานนาน 8 ชั่วโมง อันตรายจากการได้รับโอโซนเป็นประจำอาจจะเป็นอันตรายต่อปอด โดยเฉพาะในวัยเด็กที่ปอดกำลังพัฒนา อาจก่อให้เกิดความเสียหายกับระบบสืบพันธุ์และพันธุกรรม อาจจะเป็นอันตรายต่อเด็กในครรภ์ ทำให้เกิดโรคปอดกำเริบ เช่น กลีบปอดพองลมและโรคหลอดลมอักเสบทำให้ภูมิคุ้มกันในระบบหายใจลดลง อาการหอบหืด และโรคหัวใจกำเริบ ลดปริมาณลมหายใจ รวมทั้งทำให้ปริมาณของเหลวในปอดเพิ่มขึ้นทำให้หายใจขัด ก๊าซโอโซนทำให้เกิดอาการระคายเคืองในระบบหายใจทำให้ไอ ระคายคอ หรือแน่นหน้าอก ปวดศีรษะ ท้องเสีย แน่นท้อง มีอาการป่วยและอาเจียน การสัมผัสโอโซนที่อยู่ในสภาพของเหลวที่มีความเข้มข้นสูงที่ผิวหนังหรือดวงตา อาจจะทำให้เกิดอาการระคายเคือง อาการไหม้รุนแรง ปวดแสบปวดร้อน

จากบทความหนังสือของ Darçın (2017) ได้สรุปแหล่งที่มา และผลกระทบของมลพิษอากาศต่อความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ ตามตาราง 1 ดังนี้

**ตาราง 1 แสดงสรุปแหล่งที่มาและผลกระทบจากมลพิษอากาศต่อสุขภาพมนุษย์**

| มลพิษ | แหล่งที่มา | ผลกระทบต่อสุขภาพ |
|---|---|---|
| ไนโตรเจนไดออกไซด์ ($NO_2$) | – ยานพาหนะ<br>– โรงไฟฟ้า<br>– โรงงานอุตสาหกรรม | – ลดประสิทธิภาพการทำงานของปอด<br>– เพิ่มอาการโรคปอดเรื้อรัง<br>– ปอดอักเสบ/ทำลายปอด<br>– เกิดการติดเชื้อทางเดินหายใจ<br>– มีอาการของโรคหลอดลมอักเสบ และโรคหืดในเด็กเพิ่มขึ้นเมื่อมีการสัมผัสในระยะยาว<br>– หายใจมีเสียงฮืด ๆ และมีอาการกำเริบของโรคปอดบวม โรคหอบหืด<br>– ปัจจัยเสี่ยงสูงของโรคถุงลมโป่งพอง<br>– การตายก่อนวัยอันควร |
| ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particular matter; PM) | – การเผาไหม้ถ่านหิน และเชื้อเพลิงแข็งในโรงไฟฟ้า และโรงงานอุตสาหกรรม<br>– การเผาไหม้ รวมถึงการปล่อยควันเสียจากยานพาหนะ เรือ และการผลิตกระแสไฟฟ้า<br>– แหล่งธรรมชาติ เช่น ทะเล เกลือ ดินและ ทราย<br>– ฝุ่นจากถนน<br>– ละอองทะเล<br>– การก่อสร้าง | – หายใจดังเสียงฮืด ๆ และอาการกำเริบของโรคหอบหืด<br>– การติดเชื้อทางเดินหายใจ<br>– โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<br>– อาการกำเริบของการอุดตันเรื้อรังของปอด<br>– ตา จมูก และคอระคายเคือง<br>– หัวใจเต้นผิดปกติ<br>– ตายก่อนวัยอันควร<br>– ระบบสืบพันธุ์ผิดปกติ และก่อให้เกิดมะเร็ง |

**ตาราง 1 (ต่อ)**

| มลพิษ | แหล่งที่มา | ผลกระทบต่อสุขภาพ |
|---|---|---|
| ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) | – ภูเขาไฟ<br>– ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของกำมะถันที่มีเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน และปิโตรเลียม | – หายใจดังเสียงฮืด ๆ และอาการรุนแรงขึ้นของโรคหอบหืดและโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง/ หายใจลำบาก/ โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ไอ<br>– อาการกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<br>– โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>– ตา จมูก และคอระคายเคือง<br>– เพิ่มอาการของโรคปอดเรื้อรัง |
| แอมโมเนีย ($NH_3$) | – การสลายตัวของอินทรียวัตถุ<br>– การขับถ่ายของมนุษย์ และสัตว์<br>– การเกษตร เลี้ยงสัตว์ และปุ๋ย<br>– กระบวนการอุตสาหกรรม<br>– การปล่อยควันเสียจากยานพาหนะ | – ตา จมูก และคอ ระคายเคือง<br>– การไหม้บริเวณผิวหนัง ดวงตา หรือคอ<br>– การได้รับสารในระยะยาวอาจเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ<br>– ปอดบวมน้ำ |
| สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) | – การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล<br>– โรงงานอุตสาหกรรม<br>– แหล่งน้ำมัน และก๊าซ<br>– ยานพาหนะ<br>– เครื่องทำความร้อนในครัวเรือน<br>– การผลิตกระแสไฟฟ้า<br>– การปล่อยก๊าซธรรมชาติจากพืช และไฟ | – ตา จมูก และคอระคายเคือง<br>– ปวดหัว เวียนหัว เมื่อยล้า หงุดหงิด<br>– เลือดกำเดาไหล<br>– สูญเสียการทรงตัว<br>– ทำลายตับ ไต ระบบประสาทส่วนกลาง<br>– อาการแพ้ทางผิวหนัง, อาการหายใจลำบาก<br>– มะเร็ง |

**ตาราง 1 (ต่อ)**

| มลพิษ | แหล่งที่มา | ผลกระทบต่อสุขภาพ |
|---|---|---|
| โอโซน ($O_3$) | ไม่เกิดจากแหล่งที่มาโดยตรง แต่จะเกิดปฏิกิริยาเคมี จาก<br>– ยานพาหนะ<br>– โรงกลั่นน้ำมัน<br>– โรงงาน<br>– ปิโตรเคมี<br>– พืชพันธุ์<br>– หลุมฝังกลบ<br>– สถานีบริการน้ำมัน | – อาการไอ แน่นหน้าอก เจ็บหน้าอกและหายใจดังเสียงฮืด ๆ<br>– การระคายเคืองในลำคอ และหายใจลำบาก<br>– หลอดลมอักเสบ ถุงลมโป่งพองและโรคหอบหืด<br>– โรคหอบหืด<br>– ประสิทธิภาพการทำงานของปอดลดลง<br>– ปอดเสียหาย ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อปอด<br>– ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ<br>– ปวดหัว อ่อนเพลีย<br>– ตายก่อนวัยอันควร |

**2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของมลพิษอากาศ**

2.1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

จังหวัดลำปางอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 268.80 เมตร พื้นที่ของจังหวัดลำปางเป็นรูปยาวรี ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบสูงมีภูเขาสูงทอดตัวยาวตามแนวทิศเหนือไปทางใต้ของจังหวัดลำปาง และมีที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำเป็นบางส่วนในบริเวณตอนกลางของจังหวัดตามลักษณะทางกายภาพทางด้านธรณีสัณฐานวิทยา จังหวัดลำปางมีพื้นที่เป็นที่ราบล้อมรอบด้วยภูเขามีลักษณะเป็นแอ่งแผ่นดินหรืออ่างเรียกว่า “อ่างลำปาง” เป็นอ่างที่ยาวและกว้างที่สุดในภาคเหนือ ด้วยลักษณะพื้นที่ซึ่งเป็นแอ่งก้นกระทะดังกล่าว จึงทำให้มีอากาศอบอ้าวแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีอากาศแตกต่างกันมากตามฤดูกาล ฤดูหนาวค่อนข้างหนาวจัด ฤดูร้อนยาวนาน และการกระจายตัวของมลพิษอากาศเกิดน้อยทำให้มีการสะสมของมลพิษทางอากาศมากก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต

2.2 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา

2.2.1 อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อนหนาวของอากาศ สามารถวัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) ซึ่งติดตั้งอยู่ในที่ ๆ มีอากาศถ่ายเทตามธรรมชาติ และอยู่ในร่มเงา ไม่ถูกรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งอุณหภูมิของบรรยากาศจะควบคุมการกระจายตัวของสารมลพิษ ตามปกติอากาศจะเย็นลงเป็นลำดับตามความสูง ลักษณะเช่นนี้มักเกิดขึ้นในเวลากลางวัน เมื่อแสงแดดส่องถึงพื้นดิน และช่วยพาให้สารมลพิษลอยสูงขึ้น ส่วนในเวลากลางคืนจวบจนรุ่งสางก่อนพระอาทิตย์ขึ้น พื้นดินจะแผ่รังสีความร้อนที่สะสมไว้ บรรยากาศใกล้พื้นจึงเย็นลงกว่าอากาศข้างบนลักษณะความผกผันของอุณหภูมิ (inversion) นี้ นอกจากไม่ช่วยให้สารมลพิษกระจายตัวขึ้นสูงแล้ว ยังกลับเก็บกักไว้กับที่หรือกดให้ลอยต่ำลง ปัจจัยอุณหภูมิสูงสุดรายวันมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) อย่างมีนัยสำคัญ (ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่, 2561)

2.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศต่อ ปริมาณไอน้ำที่จะทำให้อากาศอิ่มตัว ณ อุณหภูมิเดียวกันหรืออัตราส่วนของความดันไอน้ำที่มีอยู่จริงต่อความดันไอน้ำอิ่มตัว (LESA) ปัจจัยความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) อย่างมีนัยสำคัญ (ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่, 2561)

2.2.3 ลม คือ อากาศที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในแนวราบ และความเร็วลม คือ อัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของอากาศที่ทำให้เกิดแรงหรือความกดที่ผ่านจุดที่กำหนดให้บนพื้นผิวโลก ซึ่งความเร็วลมก่อให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเจือจางลง ปัจจัยความเร็วลมมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) อย่างมีนัยสำคัญ (ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่, 2561)

2.2.4 ปริมาณน้ำฝน จากการศึกษาของนักอุตุเคมีจาก MIT (สถาบันเทคโนโลยีเมือง Massachusetts) ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า ฝนช่วยชะล้างฝุ่นละอองและอนุภาคต่าง ๆ ในบรรยากาศได้

**กรณีศึกษาผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศ**

**1. ผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศในต่างประเทศ**

การศึกษาของ Seaton, et al. (1995) ได้ทำการศึกษาเรื่อง อนุภาคฝุ่นในอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพเฉียบพลัน การศึกษาทางระบาดวิทยาได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะทางอากาศอย่างต่อเนื่อง และไม่เพียงแต่ทำให้ผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจมีอาการกำเริบมากขึ้น แต่ยังเพิ่มจำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจและระบบทางเดินหายใจในผู้สูงอายุ โดยใช้การวิเคราะห์เมตาเพื่อศึกษาสาเหตุและผลกระทบสุขภาพกับมลพิษอากาศ ผลการศึกษาพบว่า ในธรรมชาติของกลุ่มอนุภาคฝุ่นในเมืองซึ่งอาจมีอนุภาคขนาดใหญ่ถึง 100,000 นาโนเมตรต่อมิลลิลิตร และอาจจะมีความเข้มข้น 100–200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอนุภาคที่ละเอียดมากเหล่านี้สามารถกระตุ้นการอักเสบของถุงลมในปอด โดยจะส่งผลต่อบุคคลที่อ่อนแอทำให้เกิดอาการกำเริบของโรคปอดและเลือดมีลักษณะข้นมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือด

การศึกษาของ Künzli, et al. (2000) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลกระทบด้านสาธารณสุขจากมลพิษทางอากาศภายนอกและการจราจร จากการศึกษาในยุโรปถึงการตอบสนองของมลพิษอากาศต่อการเจ็บป่วย คือ ฝุ่น PM10 ที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 $\mu g / m^3$ จะทำให้เกิดการเสียชีวิต 6% หรือมากกว่า 40,000 รายต่อปี ประมาณครึ่งหนึ่งของการเสียชีวิตทั้งหมดที่เกิดจากมลพิษทางอากาศนั้น เกิดจากฝุ่นละอองจากการจราจร ซึ่งส่งผลให้เกิดผู้ป่วยใหม่ของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังในผู้ใหญ่มากกว่า 25,000 ราย และโรคหลอดลมอักเสบรวมถึงโรคหอบหืดในเด็ก

การศึกษาของ Salvi (2007) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศพบว่า เด็กจะมีความเสี่ยงมากที่สุดต่อผลกระทบที่เป็นอันตรายของมลพิษทางอากาศ เนื่องจากกลไกการป้องกันในเด็กยังคงพัฒนาไม่เต็มที่และมลพิษอากาศที่พวกเขาสูดมีปริมาณต่อน้ำหนักตัวสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับร่างกายของผู้ใหญ่ มลพิษทางอากาศอาจเป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์ได้เช่นกัน หากมารดามีระดับมลพิษทางอากาศสูงในระหว่างตั้งครรภ์ การเพิ่มขึ้นของอัตราการตายของทารกแรกเกิดในระบบทางเดินหายใจจะสัมพันธ์กับระดับมลพิษทางอากาศการสัมผัสกับอนุภาคละเอียดส่งผลให้มีการเพิ่มของอาการแพ้สารก่อภูมิแพ้ เพิ่มความเสี่ยงของโรคหอบหืด และการทำงานของปอดลดลง ผลกระทบต่อปอดซึ่งวัดจากการทำงานของปอดนั้นชี้ให้เห็นว่า จะได้รับผลกระทบในเด็กที่สัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศหลายชนิด ดังจะเห็นจากผลของความเครียดออกซิเดทีฟที่เป็นกลไกพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลต่อผลกระทบที่เป็นอันตรายของมลพิษทางอากาศ และจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันได้

**2. ผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศในประเทศไทย**

การศึกษาของ สุดา พะเนียงทอง; สุรทิน มาลีหวล และชาติวุฒิ จำจด (2555) ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศที่จังหวัดระยอง ผลการศึกษาพบว่าปัญหามลพิษจากสิ่งแวดล้อมในจังหวัดระยอง โดยเฉพาะในเขตควบคุมมลพิษ ยังคงก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ เนื่องจากพบว่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายบางตัวในบรรยากาศสูงเกินค่ามาตรฐาน คือ benzene, 1, 3 butadiene และ 1, 2 dichloroethane แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่ามาจากแหล่งใดบ้าง ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมีทั้งภาคอุตสาหกรรมและการคมนาคมขนส่ง ส่วนผลการศึกษาอัตราการป่วยของประชาชนในเขตควบคุมมลพิษพบว่า ประชาชนในตำบลมาบตาพุดและห้วยโป่งป่วยด้วยกลุ่มอาการทางระบบทางเดินหายใจ โรคเยื่อจมูกอักเสบจากการแพ้หรือเปลี่ยนอากาศและโรคหืดค่อนข้างสูงกว่าตำบลอื่น ๆ ในเขตควบคุมมลพิษ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะทางจากนิคมอุตสาหกรรมกับที่อยู่อาศัยค่อนข้างใกล้มากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับโครงการการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากอุตสาหกรรมแต่อัตราการป่วยในพื้นที่บ้านฉางค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องจากพื้นที่อยู่ติดจังหวัดชลบุรีหรือประชาชนในพื้นที่ส่วนหนึ่งอาจเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลในจังหวัดข้างเคียง จึงขาดข้อมูลการเจ็บป่วยในส่วนนี้เช่นเดียวกับอัตราป่วยในพื้นที่ตำบลมาบข่าอำเภอนิคมพัฒนาที่พบอัตราป่วยค่อนข้างต่ำอาจเนื่องจากโรงพยาบาลนิคมพัฒนาเพิ่งเปิดบริการในเดือนกันยายน 2552 ประชาชนในพื้นที่จึงอาจไปรับบริการที่โรงพยาบาลอื่น ๆ ในอำเภอข้างเคียง นอกจากนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องศักยภาพของบุคลากรสาธารณสุข

ในการวินิจฉัย รักษา การลงรหัสโรคการประมวลข้อมูลในโรคที่ทำการนำมาพัฒนาระบบเฝ้าระวังสุขภาพในครั้งนี้ด้วย

การศึกษาของ ชัชวาล สิงหกันต์ (2555) ได้ทำการศึกษา วิกฤตการณ์มลพิษหมอกควันในภาคเหนือของประเทศไทยพบว่า มลพิษหมอกควันทางภาคเหนือสาเหตุเกิดจากการเผาไหม้ที่สำคัญคือ การเกิดไฟป่าจำนวนหลายครั้งทั้งภายในประเทศและจากประเทศเพื่อนบ้าน การเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูกในช่วงฤดูฝน การเผาพื้นที่เพื่อประโยชน์ต่อการเก็บเห็ดเผาะและผักหวานการเผาขยะชุมชน และการก่อไฟให้ความอบอุ่น การเผาไหม้เหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กและก๊าซอันตรายต่าง ๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์สามารถแพร่กระจายไปยังบริเวณชุมชน ประกอบกับสภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะและสภาพภูมิอากาศในช่วงฤดูหนาวที่มีความกดอากาศสูง สภาพอากาศนิ่งและแห้งเป็นเวลานานทำให้มีการสะสมของสารมลพิษเหล่านี้ในบรรยากาศสูงเกินมาตรฐานอันตรายจากมลพิษหมอกควันนี้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยตรง โดยทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา แสบตา แสบจมูก แสบคันผิวหนัง น้ำมูกน้ำตาไหล ตาแดง ไอ คอแห้ง เจ็บคอ คออักเสบ หายใจลำบาก อึดอัด แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน โดยในผู้ป่วยที่เป็นโรคภูมิแพ้ โรคหอบหืด โรคหัวใจ จะกระตุ้นให้มีอาการรุนแรงมากขึ้น จากผลกระทบของสถานการณ์มลพิษหมอกควันทางเหนือในปี 2555 กระทรวงสาธารณสุขได้พบ 4 กลุ่มโรคที่มีโอกาสป่วยเพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ (1) โรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น โรคกล้ามเนื้อหัวใจเต้นผิดปกติ โรคหัวใจวาย (2) โรคทางเดินหายใจทุกชนิด เช่น โรคปอดบวม โรคภูมิแพ้ โรคหลอดลมอักเสบ (3) โรคหอบหืด โรคถุงลมปอดโป่งพอง และ (4) โรคตาอักเสบ แต่ยังไม่ได้สรุปว่าผู้ป่วยทั้งหมดเกิดจากสาเหตุมลพิษหมอกควันอย่างชัดเจน เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้องด้วย ทั้งนี้มลพิษหมอกควันยังส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัย กระทบต่อการเดินทางทั้งทางบกและทางอากาศทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มมากขึ้นและเกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจตามมาเป็นลำดับ

การศึกษาของ ภัคพงศ์ พจนารถ (2559) ได้ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศที่เมืองใหญ่ของประเทศไทย 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่และระยอง ผลการศึกษาพบว่า มลพิษทางอากาศหลักมีสาเหตุมาจากการจราจรและระบบคมนาคมขนส่ง โรงงานอุตสาหกรรมที่มาจากนโยบายการขยายอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องและการเผาไหม้ของชีวมวลจากไฟป่าและเกษตรกรรมในกรณีของกรุงเทพมหานครจะประสบปัญหาจากฝุ่นละอองอนุภาคขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน

และเขม่าควันเป็นหลักก่อให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยไม่ว่าจะเป็นด้านกลิ่นที่ทำให้เกิดความรำคาญตลอดจนผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวกับระบบหายใจ ระบบหัวใจและปอด ในขณะที่จังหวัดเชียงใหม่จะได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควันจากไฟป่าและการเผาไหม้ของชีวมวลที่ลอยตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศเป็นเวลานาน เนื่องจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะทำให้การถ่ายเทอากาศเป็นไปไม่ดีนักในช่วงปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อน สารในหมอกควันที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ฝุ่นขนาดเล็กและแก๊สพิษ โดยผลจากการตรวจวัดระดับฝุ่นในอากาศในหลายปีที่ผ่านมาพบว่า มีจำนวนมากขึ้นอย่างน่าเป็นห่วง ซึ่งสารที่ประกอบในหมอกควันทั้งสองนี้ก่อให้เกิดผลกระทบกับระบบต่าง ๆ ของร่างกาย คือ ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจ รวมไปถึงระบบสมอง ก่อให้เกิดโรคเฉียบพลัน อาทิ หลอดลมอักเสบ ไอ หายใจลำบาก อาจจะทำให้โรคที่เป็นอยู่เช่น หอบหืด หรือถุงลมโป่งพองกำเริบหนักกว่าเดิม สำหรับจังหวัดระยองต้องรับมือปัญหาสารอินทรีย์ระเหยง่ายและไอระเหยของสารเคมีอันตรายจากการดำเนินงานด้านอุตสาหกรรม ชาวบ้านมาบตาพุดเกิดอาการเจ็บป่วยด้วยโรคใหม่ ๆ ที่มากับโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นโรคผิวหนังภูมิแพ้ โรคทางเดินหายใจ สถิติผู้ป่วยโรคมะเร็งทุกชนิดในอำเภอเมืองจังหวัดระยองที่มีโรงงานอุตสาหกรรมกระจุกตัวอยู่อย่างหนาแน่นมากที่สุดสูงกว่าอำเภออื่น ๆ ถึง 5 เท่า ดังนั้นจะพิจารณาได้ว่า หากไม่มีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้องด้วยในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง ย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งมากกว่าพื้นที่ที่อากาศบริสุทธิ์กว่าในพื้นที่จังหวัดระยองและในพื้นที่เขตมาบตาพุดนั้น พบว่า ประชากรมีปัญหาสุขภาพด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคมะเร็งเป็นหลัก

การศึกษาของ ขนิษฐา กู้ศรีสกุล; ณัฐพัชร์ มรรคา และกนิษฐา บุญธรรมเจริญ (2559) ได้ทำการศึกษาสถานการณ์แนวโน้มการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของการศึกษาต่าง ๆ ทั่วโลก เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศไทย ซึ่งองค์การอนามัยโลกตั้งเป้าลดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ 4 กลุ่มโรค คือ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน และโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง ลดลงให้ได้ร้อยละ 25 ใน ค.ศ. 2025 ตัวชี้วัดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร นิยมศึกษาจำนวนปีของชีวิตที่มีศักยภาพต้องสูญเสียไปด้วยการตายจากโรคหรือการบาดเจ็บ จำนวนปีที่สูญเสียชีวิตก่อนอายุคาดเฉลี่ยด้วยการตายจากโรคหรือการบาดเจ็บและความน่าจะเป็นของการเสียชีวิต (probability of dying) การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเป็นที่ยอมรับว่าเป็นตัวชี้วัดที่ดีทางสุขภาพของประชากร เนื่องจากให้ความสำคัญกับการเสียชีวิตในช่วงต้นของชีวิต ความรู้ ความเข้าใจถึงสาเหตุของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถือเป็นสิ่งที่สำคัญมาก

ในการนำไปใช้จัดลำดับความสำคัญหรือวางแผนแก้ไขปัญหาทางสุขภาพ ผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเกือบทุกประเทศในโลก ปัจจุบันมีแนวโน้มลดลงจากในอดีตมาก โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งมีอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรต่ำกว่ากลุ่มประเทศอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดส่วนกลุ่มประเทศที่ยังด้อยการพัฒนา การเสียชีวิตก่อนวัยอันควร แม้จะมีแนวโน้มลดลง แต่ก็ยังถือว่ามีค่าสูงอยู่ โดยเฉพาะในกลุ่มช่วงอายุ 0–4 ปี ปัจจุบันหลาย ๆ ประเทศสนใจศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่อาจสัมพันธ์กับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร โดยเฉพาะการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในกลุ่มโรคไม่ติดต่อ ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มโรคที่เราสามารถหาทางป้องกันได้ สำหรับประเทศไทยเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจัดอยู่ในกลุ่มระดับปานกลาง หากพิจารณาจากสาเหตุของการเสียชีวิตเมื่อ 10 ปีที่แล้ว ส่วนใหญ่การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประเทศไทยจะเป็นกลุ่มโรคติดเชื้อ โดยเฉพาะการเสียชีวิตจากโรคเอดส์ทั้งเพศหญิงและเพศชาย แต่ใน พ.ศ. 2552 สาเหตุการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประเทศไทยอันดับแรก ๆ คือ อุบัติเหตุ และกลุ่มโรคไม่ติดต่อ

การศึกษาของ Aungkulanon, et al. (2016) ได้ทำการศึกษาแนวโน้มการคุ้มครองสุขภาพสากล และความไม่สมดุลทางภูมิศาสตร์ที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตในประเทศไทย พบว่า ข้อมูลการขึ้นทะเบียนที่จำเป็นระดับชาติ ตั้งแต่ปี 2544 ถึง 2557 ถูกนำมาใช้เพื่อคำนวณอัตราการเสียชีวิตที่ปรับตามอายุและเพศ และอัตราส่วนการเสียชีวิตมาตรฐาน (SMR) เพื่อลดอัตราการเสียชีวิตที่มีจำนวนมากข้ามเขตการปกครอง อำเภอที่อยู่ติดกันถูกจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบเป็นอำเภอใหญ่ โดยคำนึงถึงขนาดของประชากร และความใกล้เคียงกันของอำเภอ ความไม่สมดุลทางภูมิศาสตร์ที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตของประชากรในเขตอำเภอนั้น วัดจากค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลง แบบจำลองเอฟเฟกต์แบบผสมถูกใช้เพื่อทดสอบความแตกต่างของแนวโน้มระหว่างเขตการปกครองพิเศษ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเสียชีวิตโดยรวมในประเทศไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การประกันสุขภาพถ้วนหน้าสำเร็จในปี 2545 และความไม่สมดุลทางภูมิศาสตร์ในการเสียชีวิตลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงครึ่งแรกของระยะเวลาการศึกษา รวมถึงช่องว่างความไม่สมดุลที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตในผู้ใหญ่ แต่ก็ยังเกิดช่องว่างความไม่สมดุลในเด็กและคงที่ตลอดระยะเวลาการศึกษา ซึ่งมีอัตราการเสียชีวิตสูงของเด็กอายุต่ำกว่าห้าปีในพื้นที่ติดชายแดนไทย–พม่า (ที่ซึ่งมีชนเผ่าจำนวนมาก ชนกลุ่มน้อย คนไร้สัญชาติและคนพื้นที่ราบสูง) และพื้นที่ติดชายแดนไทย–มาเลเซีย (โดยเฉพาะในหมู่ชุมชนมุสลิม) ภูมิภาคส่วนใหญ่มีแนวโน้มการเสียชีวิตที่ลดลง ซึ่งในเขตกรุงเทพและปริมณฑลมีอัตราการเสียชีวิตต่ำแต่เกิดความไม่สมดุลในการตายอยู่ในระดับสูงและภาคเหนือเป็นภูมิภาคที่มีอัตราการเสียชีวิตสูง โดยความไม่สมดุล

ที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตของแต่ละภูมิภาคนั้น ทำให้แต่ละภูมิภาคมีสาเหตุการเสียชีวิตที่ต่างกัน เช่น อัตราการเสียชีวิตของมะเร็งตับและโรคเบาหวาน พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและมะเร็งปอด มีอัตราการเสียชีวิตสูงในภาคเหนือตอนบน อัตราการเสียชีวิตด้วยโรคเรื้อรังส่วนใหญ่พบกระจายทุกภูมิภาค และอัตราการเสียชีวิตด้วยโรคเบาหวานและ HIV/AID พบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกรุงเทพมหานคร โดยการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า อัตราการเสียชีวิตโดยรวมสูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ อาจเป็นเพราะคนในพื้นที่มีฐานะยากจน รวมถึงบุคลากรด้านสุขภาพมีจำนวนน้อย ซึ่งแตกต่างกับคนในกรุงเทพมหานครมีรายได้ที่ดีกว่าและบุคลากรด้านสุขภาพมีจำนวนมากกว่า โดยสรุปแล้วปัจจัยที่เป็นไปได้หลายประการของความไม่สมดุลของการเสียชีวิต ได้แก่ ประชากร เศรษฐกิจ-สังคม ภูมิศาสตร์ และสถานะทางสุขภาพ

การศึกษาของ กมลทิพย์ วิจิตรสุนทรกุล และสัญชัย ชาสมบัติ (2560) ได้รายงานการศึกษาสถานการณ์การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างการเสียชีวิตด้วยโรคไม่ติดต่อในประเทศไทย (Inequality Mortality) พบการเสียชีวิตสูง ด้วยโรคเบาหวานที่ภาคอีสาน โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหัวใจขาดเลือดพบตั้งแต่ภาคเหนือเรื่อยลงมาถึงภาคกลางและภาคตะวันออก ส่วนโรคทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรังพบสูงเฉพาะภาคเหนือ โรคไม่ติดต่อสำคัญทั้ง 5 โรค คือ โรคเบาหวาน (E10-E15) โรคหลอดเลือดสมอง (I60-I69) โรคหัวใจขาดเลือด (I20-I25) ภาวะความดันโลหิตสูง (I10-I15) และโรคทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง (J40-J44) มีการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้นจากปี 2555-2558 แต่มีสัดส่วนการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรที่มีระหว่างอายุ 30-69 ปี ลดลง พบว่าโรคเบาหวาน และโรคหลอดเลือดสมองมีสัดส่วนการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรลดลงอย่างมีระบบทุกเขตพื้นที่เครือข่ายบริการสุขภาพ

การศึกษาของ เกษวรางค์ ลีลาสิทธิกุล; กรอนงค์ ยืนยงคชับวัฒน์; ศศิภา บูรณะพันธฤกษ์ และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาผลจากหมอกควันและมลพิษทางอากาศต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด และโรคระบบทางเดินหายใจในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และน่าน การศึกษานี้เป็นการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (cross-sectional study) โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ ลักษณะทางประชากร (เพศและอายุ) และระยะเวลาการพักอาศัยในพื้นที่ผลการศึกษาพบว่า อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าคัดออก จำนวน 450 คน ประกอบด้วย กลุ่มเด็ก (อายุเฉลี่ย 12.27 ± 1.45) กลุ่มผู้ใหญ่ (อายุเฉลี่ย 42.59 ± 11.10) และกลุ่มผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 69.29 ± 8.02) พบว่าสมรรถภาพปอด และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบ

กับระดับของก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อควบคุมตัวแปร เช่น อายุ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่และเพศ พบว่าค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวยังคงพบในก๊าซ CO ในบรรยากาศ กับ FEV1/FVC ($\beta$ = –.158, SE = .290, p < .001) PEF ($\beta$ = –.161, SE = 3.515, p = .001) และระยะทางการเดินใน 6 นาที (6 MWD) ($\beta$ = –3.014, SE = –.099, p = .003) และสรุปผลได้ว่า สมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ CO ในบรรยากาศเมื่อควบคุมปัจจัยด้านอายุ ระยะเวลาการพักอาศัยในพื้นที่ และเพศ

**3. ผลกระทบสุขภาพจากมลพิษอากาศในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง**

3.1 กรณีศึกษามลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

โรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่ใช้ถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง โดยแปรสภาพพลังงานที่สะสมอยู่ในถ่านหินให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง การก่อมลภาวะที่ไม่พึงประสงค์นั้นเริ่มที่เหมืองลิกไนต์ ตั้งแต่นำถ่านลิกไนต์เข้าสู่โรงไฟฟ้า ในขั้นตอนนี้ทำให้เกิดฝุ่นละอองกระจายบริเวณกว้างเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่า ฝุ่นเหล่านี้มีผลต่อระบบหายใจของคนทำลายทัศนวิสัยและชะลอการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังเกิดการสันดาปในกองถ่านลิกไนต์ทำให้เกิดควันและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น ปัจจัยเสริม ได้แก่ สภาพอากาศปิดมีความกดของอากาศสูงและชื้น ความผกผันของอุณหภูมิ (temperature inversion) ที่ระดับ 200–450 เมตรเหนือดิน ปรากฏการณ์เช่นนี้ทำให้เกิดก๊าซและฝุ่นไม่สามารถกระจายผ่านสู่ชั้นบรรยากาศที่สูงและกระจายตัวออกจากแอ่งแม่เมาะได้ อีกทั้งสภาพที่เป็นแอ่ง มีลักษณะคล้ายเรือท้องแบนลำมหึมาบนพื้นที่ 150 ตารางกิโลเมตร มีภูเขาล้อมรอบทุกด้าน ยกเว้นด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ สภาพเช่นนี้ไม่เอื้ออำนวยต่อการหมุนเวียนถ่ายเทของอากาศ ปัจจัยเสริมที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ก็คือ การควบคุมฝุ่นละออง และก๊าซพิษต่าง ๆ ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2535 ที่ผ่านมาสื่อมวลชนทุกแขนงได้รายงานข่าวตรงกันว่า ชาวบ้านที่ตำบลบ้านสบป้าด อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จำนวนหลายร้อยคนมีอาการแสบจมูก แสบคอ บางรายวิงเวียนศีรษะ ไอ จาม หายใจไม่ค่อยออก แน่นหน้าอก เหตุการณ์ในครั้งนี้เกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 ตุลาคม จนถึงวันที่ 5 ตุลาคม อาการดังกล่าวจึงเบาบางลง และจนกระทั่งวันที่ 20 ตุลาคม ก็เกิดเหตุการณ์เช่นเดิมอีก

งานศึกษาวิจัยเรื่องมลพิษทางอากาศ และโรคระบบทางเดินหายใจในเด็กนักเรียนอายุ 10–15 ปี ของอำเภอแม่เมาะ และอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง พ.ศ.2534–2535

ศึกษาโดยนายแพทย์นภดล สมบูรณ์ และคณะ ได้ข้อสรุปว่า เด็กที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ มีโอกาสเสี่ยงต่อการมีอาการ หรืออาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจมากกว่าเด็กในอำเภอแจ้ห่มถึง 3 เท่า

นอกจากต้องเจ็บไข้ได้ป่วยนับพันคน วัวควายตาย 28 ตัว ป่วยอีกเกือบร้อยตัว ต้นไม้มีอาการเหี่ยวเฉา ใบไม้มีรอยไหม้ พืชผักสวนครัวเสียหาย ทั้งนี้ยังไม่นับรวมสุขภาพจิตที่ถูกกระทบกระเทือน ความขัดแย้งที่เกิดขึ้นในชุมชนระหว่างคนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตกับชาวบ้าน การถูกเสนอให้ย้ายออกจากถิ่นฐาน โดยไม่คำนึงถึงความรู้สึกผูกพันของชาวบ้านที่มีต่อท้องถิ่น การเสนอให้ย้ายออกจากถิ่นฐาน เป็นข้อเสนอที่ทำลายระบบคุณค่าและวิถีชีวิตของชุมชน จะโดยตั้งใจหรือไม่ก็ตาม (ชูชัย ศุภวงศ์, 2535)

3.2 กรณีศึกษาช่วงที่มีปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในฤดูร้อน

จังหวัดลำปางประสบกับสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินมาตรฐานที่เกิดจากการเผาไหม้จนทำให้เกิดหมอกควันไฟขึ้น แม้ว่าทางจังหวัดลำปาง จะออกประกาศระเบียบจังหวัด งดเว้นการเผาโดยเด็ดขาด และจะดำเนินคดีกับผู้ที่ฝ่าฝืนที่ทำการจุดไฟเผาจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชน แต่ก็ยังเกิดการเผาไหม้ขึ้นทั้งในเขตป่าสงวนแห่งชาติ และป่าอนุรักษ์ ป่าริมถนน และที่โล่งแจ้งทั่วไป จึงทำให้ค่าฝุ่นเฉลี่ยยังสะสมและสูงเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งสาเหตุหลักของการเผาป่า เนื่องมาจากการหาของป่าและล่าสัตว์ เพื่อเป็นอาชีพของคนในพื้นที่ สาเหตุรองมาจากการเกิดไฟป่าจำนวนหลายครั้งจากประเทศเพื่อนบ้าน การเผาเศษวัชพืชและวัสดุทางการเกษตร และการเผาขยะจากชุมชน

งานศึกษาวิจัยของ สิทธิชัย พิมลศรี และภวัต อารินทร์ (2553) พบว่าฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่สำคัญในจังหวัดลำปาง ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ค่าเฉลี่ยรายปีเกินมาตรฐานเกือบทุกปี การเกินมาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาวแสดงให้เห็นว่าประชาชนต้องเผชิญกับผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรังจากฝุ่นละอองในบรรยากาศ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้น PM10 เกินมาตรฐานค่าเฉลี่ยรายวันทุกปี โดยปัญหาฝุ่นละอองพบมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีจำนวนวันที่ความเข้มข้น PM10 ค่าเฉลี่ยรายวันเกินเกณฑ์มาตรฐานถึง 14–30% แสดงให้เห็นว่าประชาชนในจังหวัดลำปางต้องเผชิญกับผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันอีกด้วย สำหรับการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อสุขภาพในครั้งนี้ ทำการศึกษาผลกระทบแบบเฉียบพลันในช่วงฤดูร้อนที่พบปัญหามากที่สุดโดยทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น PM10 ค่าเฉลี่ยรายวันกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารักษาโรคที่เฝ้าระวังผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศ ผลการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองมีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ผลกระทบ

ของ PM10 ต่อชนิดโรคพบว่า ผลกระทบของฝุ่นละอองมีต่อกลุ่มโรคคอหอยอักเสบเฉียบพลันและเจ็บคอมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มไข้หวัด เยื่อจมูกอักเสบเฉียบพลัน คอหอยส่วนจมูกอักเสบ เยื่อจมูกอักเสบ และการติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเฉียบพลัน ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยเข้ารักษาในช่วงที่ระดับฝุ่นเกินมาตรฐานรายวันมีมากกว่าจำนวนผู้ป่วยในช่วงวันที่ระดับฝุ่นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานรายวันถึง 39% และยังพบอีกว่าช่วงอายุของผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือช่วงวัยแรกเกิดถึง 5 ขวบ

**แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**1. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลกระทบต่อการเจ็บป่วย และการเสียชีวิตจากมลพิษอากาศ**

ความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk; RR) คือค่าความเสี่ยงของการเกิดโรคหรือเหตุการณ์ สัมพัทธ์ต่อการสัมผัสปัจจัย โดยเป็นอัตราส่วนของความน่าจะเป็นที่จะเกิดโรคหรือเหตุการณ์ในกลุ่มที่สัมผัสปัจจัยและในกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสปัจจัย ยกตัวอย่างค่า RR ที่อาจอยู่ในรูปของระดับความเข้มข้น PM2.5 ($\mu g/m^3$) ต่ออัตราการตายก่อนวัยอันควร 100,000 คนต่อวัน หรือช่วยตอบคำถามได้ว่า การลด PM2.5 ลง 10 $\mu g/m^3$ จะช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพได้เท่าไหร่ เป็นต้น การศึกษาที่ผ่านมาโดยทั่วไปศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศกับโรคที่เกิดจากมลพิษอากาศ ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจากมลพิษอากาศ เช่น แหล่งกำเนิดมลพิษ ลักษณะทางประชากร (เพศ อายุ และระดับการศึกษา) สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

ค่า RR สำคัญต่อการศึกษาด้านระบาดวิทยาจะช่วยบ่งบอกได้ถึงระดับความสัมพันธ์ของระดับมลพิษอากาศกับข้อมูลทางด้านสุขภาพ ความสัมพันธ์ดังกล่าวมักอยู่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear regression) ระหว่างระดับความเข้มข้น PM กับ กรณีผลกระทบสุขภาพในแต่ละอาการที่พบในผู้ป่วย โดยทั่วไปแล้วจะพบได้ทั้งความสัมพันธ์แบบ Poisson regression ทั้งแบบ Log–linear regression และ Logistic regression

จากการทบทวนวรรณกรรมด้านระบาดวิทยาบ่อยครั้งจะพบความสัมพันธ์เชิงบวกและมีการกระจายแบบปัวซอง เทคนิคในการจำลองความสัมพันธ์จะนิยมใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้น แต่ในบางครั้งอาจจะไม่เสมอไปทั้งนี้อาจพบว่าเป็นเทคนิคอื่นที่มีความสัมพันธ์สูงกว่าหรืออาจใช่ค่า Odds Ratio (OR) มาใช้อธิบายแทนได้ แสดงความสัมพันธ์ของค่า RR และ OR ได้ดังสมการ

$$odds\ ratio = (Yo/Yc) \times [(1-Yc)/(1-Yo)] = RR \times [(1-Yc)/(1-Yo)]$$

โดยที่ $Yo$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดโรคกับกลุ่มสัมผัสปัจจัย และ $Yc$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดโรคกับกลุ่มไม่สัมผัสปัจจัย

การประเมินความเสี่ยงจากมลพิษอากาศจะมีลักษณะเฉพาะโดยจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงมลพิษน้อยมาก (ทั้งค่า $Yo$ และ $Yc$ แทบจะเป็น 0) เมื่อนำเข้าสู่สมการในพจน์ตัวคูณ $(1 - Yc)$ และ $(1 - Yo)$ จะมีค่าประมาณ 1 ทั้งจากการคำนวณโดยใช้ค่า RR และ OR ดังนั้นในการประเมินความเสี่ยงจึงสามารถใช้ได้ทั้งสองค่า

แบบจำลองลอการิทึมเชิงเส้น (Log-linear Model) ความสัมพันธ์ลอการิทึมเชิงเส้นกำหนดอัตราอุบัติการณ์ $(y)$ ดังสมการ:

$$lny = \alpha + (\beta \times PM)$$

โดยที่

$lny$ คือ ธรรมชาติของลอการิทึม $y$

$\alpha$ คือ ค่าคงที่

$\beta$ คือ ค่าความเสี่ยงของผลกระทบด้านสุขภาพที่เกี่ยวกับมลพิษอากาศ

$PM$ คือ ค่าความเข้มข้นมลพิษ

เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ $PM$ $(\beta)$ และข้อผิดพลาดมาตรฐาน $(\sigma)$ (Ostro and Rothschild, 1989) การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตล่างและบน อาจคำนวณได้ตามสมการ 2 และ 3

$$\beta_{\text{ขอบล่าง}} = \beta - (1.96 \times \sigma\beta) \quad \text{สมการ 2}$$

$$\beta_{\text{ขอบล่าง}} = \beta - (1.96 \times \sigma\beta) \quad \text{สมการ 3}$$

ในกรณีที่การปรับค่าเฉลี่ย ± 1.96 เท่าข้อผิดพลาดมาตรฐานจะทำให้เกิดการแจกแจงแบบปกติ ที่ 2.5 และ 97.5 เปอร์เซ็นไทล์ ของการแจกแจงปกติ ซึ่งใช้ประมาณช่วงความมั่นใจ 95% ค่าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพื่อบ่งบอกค่าขอบเขตล่างและขอบเขตบนบนที่แตกต่างกัน (Sacks, et al., 2018)

**2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลกระทบต่อการเจ็บป่วย และเสียชีวิตจากมลพิษอากาศ

2.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

การศึกษาของ Buadong, et al. (2009) ได้ทำการศึกษาที่กรุงเทพมหานคร โดยแหล่งมลพิษหลักมาจากยานพาหนะและการจราจร พบว่า ระดับ PM10

และ $O_3$ มีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในกรุงเทพมหานคร วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา มีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง วันในสัปดาห์ วันหยุด และฤดูกาล ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุ (≥ 65 ปี) ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ ของ PM10 ที่ lag 0 และ 2 วัน มีค่าเท่ากับ 0.10% (95% CI, 0.03–0.19) และ 0.09% (95% CI 0.00–0.20) ตามลำดับ และร้อยละค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในผู้สูงอายุ (≥ 65 ปี) ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ ของ $O_3$ ที่ lag 0 และ 1 วัน มีค่าเท่ากับ 0.50% (95% CI,0.19–0.81) และ 0.48%(95% CI, 0.13– 0.83) ตามลำดับ และผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า PM10 และ $O_3$ ส่งผลกระทบต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้สูงอายุ ที่อาศัยอยู่ในใจกลางกรุงเทพมหานคร

การศึกษาของ Guo, et al. (2009) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและการเสียชีวิตในประเทศไทย โดยศึกษา 18 จังหวัดในประเทศไทย คือ อยุธยา กรุงเทพ ฉะเชิงเทรา เชียงใหม่ ชลบุรี ขอนแก่น ลำปาง นครสวรรค์ นครราชสีมา นนทบุรี ปทุมธานี ราชบุรี ระยอง สมุทรปราการ สมุทรสาคร สระบุรี สงขลา และสุราษฎร์ธานี ใช้แบบจำลองทางสถิติเชิงลำดับชั้นแบบเบย์สองขั้นตอน เพื่อประเมินผลกระทบของมลพิษอากาศกับการเสียชีวิต ผลการศึกษาพบว่า การเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ใน 18 จังหวัดของประเทศไทย จำนวนเฉลี่ยต่อวันของการเสียชีวิตโดยไม่เกิดอุบัติเหตุ โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคระบบทางเดินหายใจ แตกต่างกันไปตามแต่ละจังหวัด ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงของการเสียชีวิตที่ไม่ใช่อุบัติเหตุ ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ ของ PM10, 10 ppb ของ $O_3$ และ 1 ppb ของ $SO_2$ มีค่าเท่ากับ 0.40% (95% CI, 0.22–0.59), 0.78% (95% CI 0.20–1.35) และ 0.34% (95% CI 0.17–1.50) ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า PM10 มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ และ $O_3$ มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าผลกระทบของมลพิษทั้งหมดต่อการเสียชีวิตทุกสาเหตุในฤดูร้อนและฤดูหนาว จะสูงกว่าในฤดูฝน

การศึกษาของ Phosri, et al. (2019) ได้ทำการศึกษาที่กรุงเทพมหานครโดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากการปล่อยจากยานพาหนะ พบว่า มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกรุงเทพมหานคร วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยแบบอนุกรมของปัวซอง โดยมี

การควบคุมตัวแปร คือ เวลา (time trend) อุณหภูมิ ความชื้น วันในสัปดาห์ วันหยุด และจำนวนประชากร เพื่อตรวจสอบผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่มีต่อการรับเข้ารักษาในโรงพยาบาล โดยใช้ข้อมูลมลพิษอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ และในกรุงเทพมหานครมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 17 สถานี (10 สถานีโดยรอบและ 7 สถานีริมถนน) แต่เลือกสถานีตรวจสอบโดยรอบเพื่อสะท้อนภาพทั่วไป ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมาจากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (NHSO) ข้อมูลถูกวิเคราะห์ในระยะเวลาระหว่างเดือนมกราคม 2549 ถึงเดือนธันวาคม 2557 ซึ่งรวมวันที่เข้าและออกโรงพยาบาล เพศ และอายุ รหัสการวินิจฉัยหลักจำแนกประเภทของโรคการแก้ไขครั้งที่ 10 (ICD–10) ซึ่งวิเคราะห์ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด (I00–I99) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจทั้งหมด (J00–J99) โดยวิเคราะห์ตามกลุ่มอายุต่าง ๆ (เช่น อายุ 0–14, 15–64, และ ≥ 65) และเพศ (เช่น ชายและหญิง) และมีข้อจำกัด คือ อายุ 0–14 ปีจะวิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่มีต่อโรคหลอดเลือดหัวใจเท่านั้น อายุ 15–64 ปี และอายุ ≥ 65ปี และจะมีการวิเคราะห์ในกลุ่มโรคย่อยเพิ่มเติม คือ โรคหัวใจขาดเลือด; IHD (I20–I25) โรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย (I21–I22) โรคหลอดเลือดสมอง (I60 – I69) โรคปอดบวม (J18–J19) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (J40–J47) และโรคหอบหืด (J45–J46) โดยมีตัวแปรที่ศึกษา คือ ลักษณะทางประชากร [เพศ และอายุ(0–14 ปี, 15–64 ปี, ≥ 65ปี)] ผลการศึกษา พบว่า ร้อยละของค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหลอดเลือดและหัวใจและโรคระบบทางเดินหายใจ ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 $\mu g/m^3$ ของ $O_3$ $NO_2$ $SO_2$ PM10 และ 1 $mg/m^3$ ใน CO ที่ lag 0–1 วัน มีค่าเท่ากับ 0.14% (95% CI: 30.34–0.63) 1.28% (0.87–1.69) 8.42% (6.16–10.74) 1.04% (0.68–1.41) และ 6.69% (4.33–9.11) ตามลำดับ และ 0.69% (95% CI: 0.18–1.21) 1.42% (0.98–1.85) 4.49% (2.22–6.80) 1.18% (0.79–1.57) และ 7.69% (5.20–10.23) ตามลำดับ และผลการศึกษาในโรคย่อย พบว่า ค่าความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาด้วยโรคโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ด้วยของการเพิ่มขึ้น 10 $\mu g / m^3$ ของ PM10 ที่ lag 01 วัน มีค่าเท่ากับ 2.13% (95% CI: 1.31–2.96) และผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า ผู้สูงอายุ (≥ 65ปี) เป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบของมลพิษทางอากาศมากที่สุด ในขณะที่การประเมินผลกระทบสำหรับเพศ (ชายและหญิง) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาของ Pothirat, et al. (2019) ได้ทำการศึกษาผลกระทบเฉียบพลันของมลพิษอากาศต่อการตายรายวันและการรักษาในโรงพยาบาลเนื่องจากโรคหัวใจและหลอดเลือดและระบบทางเดินหายใจ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งวิเคราะห์ในกลุ่มโรคย่อย วิธีการศึกษาใช้การวิเคราะห์การถดถอยตามอนุกรมเวลามีการควบคุม

ตัวแปร คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความดัน และปริมาณฝน โดยผลการศึกษาพบว่า ค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคระบบทางเดินหายใจย่อย คือ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ ของ PM10 และ PM2.5 lag 3 วัน มีค่าเท่ากับ 1.053 (95% CI: 1.023–1.085) และ 1.059 (95% CI: 1.015–1.104) ตามลำดับ ซึ่งการศึกษานี้พบว่า มลพิษอากาศตามฤดูกาลมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตที่สูงขึ้นกับผู้ป่วยและผู้อยู่อาศัยในชุมชนมีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันมากกว่าโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดสมอง

การศึกษาของ Mueller, et al. (2020) ได้ทำการศึกษาฝุ่นละอองในบรรยากาศจากการเผาไหม้ชีวมวล: การศึกษาอนุกรมเวลาทางนิเวศวิทยาของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคหัวใจและหลอดเลือดในภาคเหนือของประเทศไทย วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา โดยมีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฤดูกาล วันในสัปดาห์ และจังหวัด เพื่อหาปริมาณและเปรียบเทียบความเสี่ยงต่อสุขภาพของฝุ่นละอองจากแหล่งการเผาไหม้ชีวมวลและแหล่งการเผาไหม้ที่ไม่ใช่ชีวมวลในภาคเหนือของประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงระดับ PM10 ในแต่ละปีอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความเข้มข้นสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงเดือนมีนาคม ประจวบกับการเผาไหม้ชีวมวลสูงสุด และพบค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเรื้อรัง และโรคหลอดเลือดสมองด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ สำหรับ PM10 ที่ lag 0 วัน มีค่าเท่ากับ 1.020 (95% CI: 1.012–1.028) และ 1.020 (95% CI: 1.004–1.035) ตามลำดับ และไม่พบความสัมพันธ์กับโรคหัวใจขาดเลือด

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

การศึกษาของ Zmirou, et al. (1996) ได้ทำการศึกษาผลกระทบระยะสั้นของมลพิษทางอากาศต่อการเสียชีวิตในประเทศฝรั่งเศส พบว่า มลพิษทางอากาศโดยรอบมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิต วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา โดยมีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์กับมลพิษอากาศ ($NO_2$ $O_3$ $SO_2$ PM13) กับการเสียชีวิตในสาเหตุการเสียชีวิต 4 สาเหตุ ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศกับการเสียชีวิตจากโรคระบบการย่อยอาหารอย่างมีนัยสำคัญ แต่ $SO_2$ และ PM13 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเสียชีวิตจากโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด

ในทุกการเพิ่มขึ้น 50 μg/$m^3$ ของ $SO_2$ มีค่าเท่ากับ 1.22% (95% CI: 1.05–1.40) และ 1.54% (95% CI: 1.22, 1–96) และร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเสียชีวิตจากโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคหัวใจและหลอดเลือดในทุกการเพิ่มขึ้น 50 μg/$m^3$ ของ PM13 มีค่าเท่ากับ 1.04% (95% CI: 1.00–1.09) และ 1.04% (95% CI: 0.99–1.10)

การศึกษาของ Wong, et al. (1999) ได้ทำการศึกษาที่ฮ่องกง โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากยานพาหนะ พบว่า มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในฮ่องกง วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซองมีการควบคุมตัวแปรคือ เวลา (time trend) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ วันในสัปดาห์ และวันหยุด เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของมลพิษอากาศเฉลี่ยรายวันและการรับเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า ในวันที่มีอุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 20°C ทำให้เกิดความเสถียรของชั้นบรรยากาศเกิดการสะสมของมลพิษอากาศ จึงทำให้มลพิษอากาศในช่วงเวลานี้จะมีระดับความเข้มข้นที่สูง) โดยศึกษาพารามิเตอร์ดังนี้ $SO_2$ $NO_2$ PM10 และ$O_3$ จะส่งผลให้มีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากกว่าวันที่มีอุณหภูมิสูง (สูงกว่า 25°C) และค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (RR) สำหรับการเข้ารับการรักษาด้วยโรคระบบทางเดินหายใจสำหรับมลพิษทั้งสี่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1.013 (สำหรับ$SO_2$) ถึง 1.022 (สำหรับ $O_3$) และการเข้ารับการรักษาด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดจาก 1.006 (สำหรับPM10) ถึง 1.016 (สำหรับ $SO_2$) และผู้สูงอายุ (> 65 ปี) มีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือดสูงกว่ากลุ่มอายุอื่น

การศึกษาของ Chang, et al. (2005) ได้ทำการศึกษาที่เมืองไทเป ประเทศไต้หวัน โดยแหล่งมลพิษหลักมาจากการปล่อยไอเสียรถยนต์พบว่า มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในเมืองไทเป ประเทศไต้หวัน วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยอนุกรมปัวซองใช้เทคนิค case–crossover โดยมีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อศึกษาผลกระทบระยะสั้นของมลพิษทางอากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคหัวใจและหลอดเลือดด้วยการเพิ่มขึ้น 24.51 μg / $m^3$ ของ PM10 มีค่าเท่ากับ 1.142 (95% CI: 1.105–1.180) และผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า การเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับมลพิษทั้งหมดยกเว้น $SO_2$ ในวันที่อากาศอบอุ่น (อุณหภูมิเฉลี่ยที่หรือสูงกว่า 20°C) และผลกระทบที่สำคัญต่อการเข้ารับการรักษา

ในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในวันที่อากาศเย็น (วันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 20°C) คือ สังเกตได้จากมลพิษทั้งหมด ยกเว้น $SO_2$ และ $O_3$ และพบความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดกับ PM10 $NO_2$ และ CO ทั้งในวันที่อากาศอบอุ่นและเย็น

การศึกษาของ Cheng, Tsai and Yang (2009) ได้ทำการศึกษาที่เมืองเกาสง ประเทศไต้หวัน โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี พบว่ามลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย วิธีการศึกษาใช้อนุกรมเวลาปัวซองตามอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิค case–crossover โดยมีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อศึกษาผลกระทบระยะสั้นที่เกิดจากมลพิษทางอากาศผลการศึกษาพบว่า ค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย ด้วยการเพิ่มขึ้น 61.94 μg / $m^3$ ของ PM10 มีค่าเท่ากับ 1.40 (95% CI: 1.27–1.54) และผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่าในแบบจำลองมลพิษเดี่ยวในวันที่อากาศอบอุ่น (> 25°C) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติพบได้ในทุกมลพิษ PM10 และ $SO_2$ และในวันที่อากาศเย็น (< 25°C) มลพิษทั้งหมดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย ยกเว้น $O_3$ สำหรับแบบจำลองสองมลพิษ $O_3$ และ CO มีผลกระทบเมื่อรวมกับมลพิษอื่น ๆ ในวันที่อบอุ่นและในวันที่อากาศเย็น $NO_2$ ยังคงมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกรูปแบบของแบบจำลองสองมลพิษ สรุปได้ว่าระดับของ $O_3$ และ CO มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนรายวันของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายในวันที่อบอุ่น สำหรับวันที่อากาศเย็น พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $NO_2$ และเพิ่มขึ้นของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย

การศึกษาของ Guo, et al. (2009) ได้ทำการศึกษาที่เมืองปักกิ่ง ประเทศจีนพบว่า มลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองละเอียดมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาของห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดในกรุงปักกิ่ง ประเทศจีน วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยโลจิสติก โดยใช้เทคนิค case–crossover มีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อศึกษาการสัมผัสมลพิษอากาศระยะสั้นกับผลกระทบต่อสุขภาพเฉียบพลัน ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ สำหรับ PM2.5 $SO_2$ และ $NO_2$ ที่ lag 0–3 วัน มีค่าเท่ากับ 1.005 (95% CI: 1.001–1.009) 1.014 (95%CI: 1.004–1.024) และ 1.014 (95% CI: 1.001–1.028) ตามลำดับ และผลการวิจัยสรุป

ได้ว่า PM2.5 $SO_2$ และ $NO_2$ มีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาของห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด

การศึกษาของ Chen, et al. (2010) ได้ทำการศึกษาที่เมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากการจราจร และการเผาไหม้อุตสาหกรรม พบว่า มลพิษทางอากาศโดยรอบมีความสัมพันธ์กับการรับเข้ารักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจในเมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยแบบอนุกรมของปัวซองตามอนุกรมเวลา มีการควบคุมตัวแปร คือ เวลา (time trend) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และวันในสัปดาห์ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของมลพิษอากาศ (PM10 $SO_2$ และ $NO_2$) กับการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลทั้งสาเหตุทั่วไปและสาเหตุเฉพาะ ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยสาเหตุทั้งหมด ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 $\mu g/m^3$ สำหรับ PM10 $SO_2$ และ $NO_2$ ที่ lag 5 วัน มีค่าเท่ากับ 0.18% (95% CI: 0.15%–0.52%), 0.63% (95% CI: 0.03%–1.23%) และ 0.99% (95% CI: 0.10%–1.88%) ตามลำดับ และร้อยละค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด 0.23% (95% CI: 0.03%–0.48%) 0.65% (95% CI: 0.19%–1.12%) และ 0.80% (95% CI: 0.10%–1.49%) และมีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนมากขึ้นในฤดูหนาว (จากพฤศจิกายนถึงเมษายน) มากกว่าในฤดูที่ร้อน (จากพฤษภาคมถึงตุลาคม)

การศึกษาของ Rodopoulou, et al. (2014) ได้ทำการศึกษาที่ประเทศแมกซิโก โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากการก่อสร้างทำถนน พบว่า มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเข้าห้องฉุกเฉินและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด วิธีการศึกษาใช้การวิเคราะห์การถดถอยตามอนุกรมเวลามีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน วันในสัปดาห์และฤดูของไข้หวัดใหญ่ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระยะสั้นระหว่างมลพิษทางอากาศ (PM10 PM2.5 และ $O_3$) และการเข้ารักษาในห้องฉุกเฉิน (โรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด) ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในห้องฉุกเฉิน ด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจหลอดเลือดในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 $\mu g/m^3$ สำหรับ PM10 และ PM2.5 และการเพิ่มขึ้น 10 ppbv สำหรับ $O_3$ มีค่าเท่ากับ 1.7% (95% CI = –1.5–5.1) 1.2% (95% CI = –11.3–15.4) 9.8% (95% CI = –4.4, 26.0) 2.2% (95% CI = –0.3, 4.8) 8.3% (95% CI = –3.0, 20.9) และ 8.06% (95% CI = –2.8, 20.1) ตามลำดับ และพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงของการ

เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจหลอดเลือดในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ สำหรับ PM10 และ PM2.5 และการเพิ่มขึ้น 10 ppbv สำหรับ $O_3$ มีค่าเท่ากับ 0.8% (95% CI = –1.0,–2.6) 1.3% (95% CI = –5.0–8.0) 3.9% (95% CI = –3.1–11.4) 0.6% (95% CI = –1.2–2.4) –1.6% (95% CI = –7.7–4.8) และ 1.0% (95% CI = –4.8–7.2) ตามลำดับ และผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า ผลกระทบของ PM10 PM2.5 และ $O_3$ มีผลต่อการเข้ารับการรักษาห้องฉุกเฉินในช่วงเดือนเมษายน–กันยายน ในภูมิภาคที่ได้รับผลกระทบจากลมพัดแรงและไฟป่า

การศึกษาของ Cheng, Chiu and Yang (2015) ได้ทำการศึกษาที่เมืองเกาสง ประเทศไต้หวัน โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี พบว่ามลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองหยาบมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ วิธีการศึกษาใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา โดยใช้เทคนิค Case–Crossover โดยมีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และฤดูกาล เพื่อศึกษาผลกระทบระยะสั้นที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ ผลการศึกษาพบว่า ร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด และโรคปอดบวม ในทุกการเพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ ของ PM2.5 มีค่าเท่ากับ 11% (95% CI = 9.0–13.0) 10% (95% CI = 6.0–13.0) และ 12% (95% CI = 11.0–13.0) ตามลำดับ และร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด และโรคปอดบวมในทุกการเพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ ของ PM2.5–10 มีค่าเท่ากับ 3% (95% CI = 1.0–5.0) 4% (95% CI = 1.0–7.0) และ 3% (95% CI = 2.0–4.0) ตามลำดับ และร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด และโรคปอดบวม ในทุกการเพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ ของ PM10 มีค่าเท่ากับ 5% (95% CI = 3.0–6.0) 4% (95% CI = 3.0–6.0) และ 5% (95% CI = 4.0–5.0) ตามลำดับ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ระดับของความละเอียด และหยาบของฝุ่นละอองมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจรวมถึงโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด และโรคปอดบวม โดยเฉพาะในวันที่อากาศเย็นนอกจากนี้ PM2.5 ยังแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจมากกว่า PM2.5–10

การศึกษาของ Nakhlé, et al. (2015) ได้ทำการศึกษาที่ประเทศเลบานอน โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากยานพาหนะและการจราจร และแหล่งอุตสาหกรรม พบว่า มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษา

ในห้องฉุกเฉินด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจหลอดเลือด วิธีการศึกษาใช้การวิเคราะห์การถดถอยตามอนุกรมเวลามีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน วันในสัปดาห์ และฤดูของไข้หวัดใหญ่ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระยะสั้นระหว่างมลพิษทางอากาศ (PM10 และ PM2.5) และการเข้ารักษาตัวในห้องฉุกเฉิน (โรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด) ผลการศึกษาพบว่า PM10 และ PM2.5 มีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในห้องฉุกเฉินด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจหลอดเลือดอย่างมีนัยสำคัญ ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเข้ารับการรักษาสำหรับโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด เมื่อ PM10 เพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ มีค่าเท่ากับ 1.012 (95% CI = 1.004–1.02) และ 1.016 (95% CI = 1.000– 1.032) ตามลำดับ และค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเข้ารับการรักษาสำหรับโรคระบบทางเดินหายใจในเด็กเมื่อ PM2.5 และ PM10 เพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ ที่ lag 0 วัน มีค่าเท่ากับ 1.013 (95% CI = 0.985–1.042) และ 1.014 (95% CI =1 .000–1.029) ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองและระบบไหลเวียนโลหิตสำหรับผู้ใหญ่และผู้สูงอายุที่ lag 0 วัน

การศึกษาของ Phung, et al. (2016) ได้ทำการศึกษาที่เมืองโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม โดยแหล่งกำเนิดมลพิษหลักมาจากยานพาหนะและการจราจร พบว่า มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจหลอดเลือดในประเทศเวียดนาม วิธีการศึกษาใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา มีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และวันในสัปดาห์ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระยะสั้นระหว่างมลพิษทางอากาศ (PM10 $NO_2$ $SO_2$ และ $O_3$) และการเข้ารักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด ใช้แบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (GLM) และแบบจำลองกระจายแบบกระจาย (DLM) เพื่อหาปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า สำหรับการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ ของมลพิษทางอากาศแต่ละครั้ง ทำให้มีความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นจาก 0.7% เป็น 8% ในขณะที่ความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด เพิ่มขึ้นจาก 0.5% เป็น 4% และพบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงที่จะเข้ารับการรักษาด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากการการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศมากกว่าเพศชาย และค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเข้ารับการรักษาสำหรับโรคหัวใจและหลอดเลือดในเพศหญิงและเพศชาย มีค่าเท่ากับ 1.04 (95% CI =1.01–1.07) และ 1.03 (95% CI =1–1.06)

และคนอายุ 5–65 ปี มีความเสี่ยงสูงกว่าเล็กน้อยในการเข้ารับการรักษาด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ แต่มีความเสี่ยงน้อยกว่าในการเข้ารับการรักษาด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจจากมลพิษทางอากาศกว่าผู้สูงอายุ (> 65ปี)

การศึกษาของ Khaniabadi, et al. (2018) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของมลพิษอากาศ กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ประเทศอิหร่าน วิธีการศึกษาใช้สถิติ The attributable proportion (AP) ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ ของ PM10 ที่ lag 0–1 วัน มีค่าเท่ากับ 1.008 (95% CI: 1.0048–1.0112) ผลวิจัยนี้สรุปได้ว่า คุณภาพอากาศ และมลพิษทางอากาศที่มีระดับความเข้มข้นสูง มีผลต่อการเจ็บป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และมีความเกี่ยวข้องกับการเข้ารับการรักษาห้องฉุกเฉินและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ซึ่งหากมีกลยุทธ์การควบคุมที่เข้มงวดสำหรับการลดมลพิษทางอากาศ หรือสารตั้งต้นการปล่อยมลพิษ ก็จะทำให้ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ลดลงได้

การศึกษาของ Chen, et al. (2020) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อการรักษาในโรงพยาบาล ด้วยอาการกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดสมอง และโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายที่เส่นหยาง ประเทศจีน วิธีการศึกษาใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา มีการควบคุมตัวแปร คือ อุณหภูมิ ความชื้น ลม ความดันอากาศ วันในสัปดาห์ และวันหยุด ผลการศึกษาพบว่า ค่าความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยอาการกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเฉียบพลัน ด้วยการเพิ่มขึ้น 10 μg / $m^3$ ของ PM2.5 และ PM10 lag 3 วัน มีค่าเท่ากับ 1.008 (95% CI: 1.003–1.013, 95% CI: 1.004–1.012) ผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า มลพิษทางอากาศโดยรอบส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเพศหญิง และผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปี ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อมลพิษอากาศมาก และมลพิษทางอากาศเพิ่มการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง และผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงมีแนวโน้มเป็นโรคหลอดเลือดสมองมากขึ้น จากการสัมผัสกับ PM2.5, PM10 และ $NO_2$ ส่งผลให้เกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายในกลุ่มคนที่เป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ในขณะที่ $SO_2$ และ $O_3$ ส่งผลกับผู้ที่เป็นโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารีได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการป้องกันโรคจากมลพิษอากาศ

การศึกษาของ อาคม เครือใหม่ (2542) ได้ทำการศึกษา การรับรู้และพฤติกรรมการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานกะโรงไฟฟ้าแม่เมาะ 1–13 อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ผลการศึกษาพบว่า ผู้ปฏิบัติงานกะ

ฝ่ายการผลิตโรงไฟฟ้าแม่เมาะ 1-13 มีการรับรู้และพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในระดับปานกลาง และความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้กับพฤติกรรมการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานพบว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความเข้มข้นของความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และผู้ปฏิบัติงานกะที่มีลักษณะงานและแหล่งข้อมูลแตกต่างกัน ส่งผลให้มีการรับรู้อันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้ปฏิบัติงานกะที่มีสถานที่ทำงาน ลักษณะงาน และแหล่งข้อมูลแตกต่างกัน ส่งผลให้มีพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้ปฏิบัติงานกะที่มีสถานที่ทำงานแตกต่างกัน มีการรับรู้อันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานไม่แตกต่างกัน และผู้ปฏิบัติงานกะที่มีอายุงานที่แตกต่างกัน มีการรับรู้และมีพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานไม่แตกต่างกัน

การศึกษาของ นันทวดี ปินปันคง; ปัทมา สุพรรณกุล; ธนัช กนกเทศ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบการป้องกันภัยสุขภาพจากมลพิษหมอกควันโดยใช้ชุมชนเป็นฐาน: กรณีศึกษาชนเผ่าไทใหญ่ ชุมชนหมอกจำแป่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการป้องกันภัยสุขภาพจากมลพิษหมอกควันเป็นรูปแบบการป้องกันภัยที่ครอบคลุมทั้งมิติด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนและชุมชนในการป้องกันภัยสุขภาพ ประกอบไปด้วย 12 กิจกรรม จำแนกเป็นระดับบุคคล 6 กิจกรรม ได้แก่ ปิดประตูหน้าต่างบ้านเรือน งดออกนอกบ้าน ฉีดพ่นน้ำรอบ ๆ บ้าน ใส่หน้ากากอนามัย สวมแว่นตา ใส่เสื้อแขนยาว งดใช้รถมีควันดำ และงดการเผาทุกชนิด และระดับชุมชน ประกอบด้วย 6 กิจกรรม ได้แก่ แจ้งเตือน ขอความช่วยเหลือร่วมทำแนวกันไฟ จัดเวรยามออกตรวจพื้นที่ กำหนดมาตรการทางสังคม และสำรวจสุขภาพ สำหรับเงื่อนไขแห่งความสำเร็จในการนำรูปแบบการป้องกันภัยสุขภาพจากมลพิษหมอกควันไปปฏิบัติในระดับบุคคล ได้แก่ ความเชื่อ ความรู้ ความตระหนัก และความตั้งใจในระดับชุมชน ได้แก่ การมีส่วนร่วม ภาวะผู้นำ การจัดการ และการทำงานเป็นทีม

การศึกษาของ ณภัทร พงษ์เทิดศักดิ์ (2558) ได้ทำการศึกษา ความรู้ความเข้าใจและพฤติกรรมในการป้องกันตนเองในภาวะหมอกควันของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลจันจว้า อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันอยู่ในระดับสูงทุกด้าน แต่มีพฤติกรรมในการป้องกันตัวเองในภาวะหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอยู่ในระดับพอใช้ ส่วนผลจากการเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีเพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา อาชีพ

และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่แตกต่างกันมีระดับความรู้ความเข้าใจในปัญหาหมอกควันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผู้ที่มีระดับการศึกษาและอาชีพแตกต่างกันจะมีพฤติกรรมการเผาในที่โล่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพแตกต่างกันจะมีพฤติกรรมการป้องกันตนเองในภาวะหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ก็ยังพบว่าระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันและพฤติกรรมการเผาในที่โล่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหมอกควันและพฤติกรรมในการป้องกันตนเองในภาวะหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ระดับ 0.05)

การศึกษาของ พงศธร กันยะมูล (2563) ได้ทำการศึกษา การประเมินความรู้และพฤติกรรมการป้องกนตนเองจากฝุ่นละออง PM 2.5 ของประชากรที่อาศัยอยู่ในตำบลเกาะช้าง อำเภอแม่สาย จังหวดเชียงราย ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 52.2) อายุ 41–60 ปี (ร้อยละ 66.09) จบชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 62.1) และเป็นเกษตรกร (ร้อยละ 52.7) การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าหลังจากเข้าร่วมการให้การอบรมและติดตามผลอีก 1 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับการป้องกันตนเองจาก PM 2.5 สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p$-value < 0.05) ซึ่งอาจเป็นเพราะในระหว่างและหลังการให้การอบรม มีการใช้ช่องทางการแจ้งเตือนที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความรู้ สร้างความตระหนัก และเสริมความคงอยู่ของความรู้และพฤติกรรมที่เหมาะสมที่เกี่ยวกับการป้องกันตนเองจาก PM 2.5 ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อการเจ็บป่วย และเสียชีวิตจากมลพิษอากาศทั้งในประเทศและต่างประเทศข้างต้น สามารถสรุปดังตาราง 2 ได้ดังนี้

**ตาราง 2 แสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อการเจ็บป่วย และเสียชีวิตจากมลพิษอากาศทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| นิตยา วัจนะภูมิ (2550)/ ไทย | PM10, $SO_2$, $NO_2$, $O_3$ | การเสียชีวิต | การตายตามธรรมชาติทุกสาเหตุยกเว้นการตายจากอุบัติเหตุและการฆ่าตัวตาย | -อุณหภูมิ<br>-จุดน้ำค้าง<br>-วันในสัปดาห์<br>-ฤดูกาล | Poisson time-series regression model | 1996-2001<br>5 ปี | การตายตามธรรมชาติทุกสาเหตุ<br>lag 0 วัน<br>-PM10 (36 µg / $m^3$) = %RR, 1.4% (95% CI, 0.6-2.1)<br>-$SO_2$ (8 ppb) = %RR, 0.3% (95% CI, 0.2-0.9)<br>-1 hr-max $NO_2$ (ppb) = %RR, 0.7% (95% CI, 0.0-1.4)<br>-1 hr-max $O_3$ (ppb) = %RR, 0.3% (95% CI, -0.5-1.2) |
| Buadong, et al. (2009)/ ไทย | PM10, $O_3$ | การเข้ารับการรักษา | โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-จุดน้ำค้าง<br>-วันในสัปดาห์<br>-วันหยุด<br>-ฤดูกาล | Poisson time-series regression model | 2002-2006<br>5 ปี | โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>กลุ่มผู้สูงอายุ (≥ 65 ปี)<br>- PM10 = %RR, 0.10% (95% CI, 0.03-0.19)<br>- $O_3$ = %RR, 0.50% (95% CI, 0.19-0.81)<br>(increase of 10 µg/$m^3$) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Guo, et al. (2009)/ ไทย | PM10, $SO_2$, $O_3$ | การเสียชีวิต | -การเสียชีวิตที่ไม่ใช่อุบัติเหตุ<br>-โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>- ระบบย่อยอาหาร | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์ | Poisson time-series regression model | 1999-2008<br>10 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ<br>- PM10 = %RR, 0.40% (95% CI: 0.07-0.73)<br>- $SO_2$ = %RR, 0.49% (95% CI: 20.01-0.98)<br>- $O_3$ = %RR, 0.93% (95% CI: 20.65-2.51)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>- PM10 = %RR, 0.13% (95% CI: 20.16-0.41)<br>- $SO_2$ = %RR, 0.33% (95% CI: 20.04-0.70)<br>- $O_3$ = %RR, 1.25% (95% CI: 0.15-2.36)<br>(increase of 10 $\mu g/m^3$ in PM10, 10 ppb in $O_3$, 1 ppb in $SO_2$) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phosri, et al. (2019)/ ไทย | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PM10, CO | การเข้ารับการรักษา | -โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>-โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้น<br>-วันในสัปดาห์<br>-วันหยุด<br>-จำนวนประชากร | Poisson time-series regression model | 2006-2014<br>9 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ lag 0 วัน<br>- $NO_2$ = %RR, 0.83% (95% CI: 0.30-1.36)<br>- PM10 = %RR, 0.58% (95% CI: 0.09-1.07)<br>- CO = %RR, 3.62% (95% CI: 1.08-6.22)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด lag 0 วัน<br>- $SO_2$ = %RR, 5.36% (95% CI: 3.04-7.73)<br>- PM10 = %RR, 0.57% (95% CI: 0.10-1.05)<br>- CO = %RR, 3.18% (95% CI: 0.71-5.71)<br>โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง lag 01 วัน<br>- PM10 = %RR, 2.13% (95% CI: 1.31-2.96)<br>(increase of 10 $\mu g/m^3$ in $O_3$, $NO_2$, SO2, PM10 and 1 $\mu g/m^3$ in CO) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pothirat, et al. (2019/ ไทย | $O_3$, $NO_2$, $SO_2$, PM10, PM2.5, CO | การเข้ารับการรักษา | -โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | -อุณหภูมิ -ความชื้นสัมพัทธ์ -ความเร็วลม -ความดัน -ปริมาณฝน | Poisson time-series regression model | 2016-2017 1 ปี | โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง lag 3 วัน - PM10 = %RR, 5.3% (95% CI: 2.3-8.5) - PM2.5 = %RR, 5.9% (95% CI: 1.5-10.4) (increase of 10 μg/$m^3$ in PM10 and PM2.5) |
| Mueller, et al. (2020)/ ไทย | $O_3$, $NO_2$, PM10, CO | การเข้ารับการรักษา | -โรคระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเรื้อรัง -โรคหัวใจขาดเลือด -โรคหลอดเลือดสมอง | -อุณหภูมิ -ความชื้นสัมพัทธ์ -ฤดูกาล -วันในสัปดาห์ -จังหวัด | Poisson time-series regression model | 2014-2017 4 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเรื้อรัง -ชาย = %IRR, 1.2% (95% CI: 0.1-2.4) -หญิง = %IRR, 2.8% (95% CI: 1.7-3.9) -<65 ปี = %IRR, 2.1% (95% CI: 1.1-3.2) -≥65 ปี = %IRR, 1.8% (95% CI: 0.5-3.1) โรคหลอดเลือดสมอง -ชาย = %IRR, 2.5% (95% CI: 0.4-3.7) (increase of 10 μg/$m^3$ in PM10) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zmirou, et al. (1996)/ ฝรั่งเศษ | $NO_2$, $O_3$, $SO_2$, PM13 | การเสียชีวิต | -การเสียชีวิตทั้งหมดลบด้วยสาเหตุภายนอก<br>-โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์ | Poisson time-series regression model | 1985-1990<br>6 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ<br>- $SO_2$ = %RR, 1.22% (95% CI: 1.05-1.40)<br>- PM13 = %RR, 1.04% (95% CI: 1.00-1.09)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>- $SO_2$ = %RR, 1.54% (95% CI: 1.22-1.96)<br>- PM13 = %RR, 1.04% (95% CI: 0.99-1.10)<br>(increase of 50 $\mu g/m^3$) |
| Wong, et al. (1999)/ ฮ่องกง | $SO_2$, $NO_2$, PM10, $O_3$ | การเข้ารับการรักษา | -โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์<br>-วันในสัปดาห์<br>-วันหยุด | Poisson time-series regression model | 1994-1995<br>2 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ<br>- $SO_2$ = RR, 1.013 (95% CI: 1.004-1.021)<br>- $O_3$ = RR, 1.022 (95% CI: 1.015-1.029)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>- PM10 = RR, 1.006 (95% CI: 1.002-1.011)<br>- $SO_2$ = RR, 1.016 (95% CI: 1.006-1.026)<br>(increase of 10 $\mu g/m^3$) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chang, et al. (2005)/ ไต้หวัน | CO, $NO_2$, $O_3$, PM10 | การเข้ารับการรักษา | โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ -ความชื้นสัมพัทธ์ | Poisson time-series regression model | 1997-2001 5 ปี | โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>≥ 20˚C<br>- $O_3$ = ORs, 1.189 (95% CI: 1.154–1.225)<br>- $NO_2$ = ORs, 1.177 (95% CI: 1.150–1.205)<br>< 20 ˚C<br>- PM10 = ORs, 1.142 (95% CI: 1.105–1.180)<br>- $NO_2$ = ORs, 1.112 (95% CI: 1.058–1.168)<br>[increase of PM10 (24.51 $\mu g/m^3$),$SO_2$ (2.75ppb), $NO_2$ (9.95ppb), CO (0.49ppm), and $O_3$ (9.95ppb)]. |
| Cheng, Tsai, and Yang (2009)/ ไต้หวัน | $SO_2$, $NO_2$, CO, $O_3$, PM10 | การเข้ารับการรักษา | โรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย | -อุณหภูมิ -ความชื้นสัมพัทธ์ | Poisson time-series regression model | 1996-2006 11 ปี | โรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย<br>≥ 25˚C<br>- $NO_2$ = ORs, 1.19 (95% CI: 1.05–1.35)<br>- $O_3$ = ORs, 1.18 (95% CI: 1.10–1.26)<br>< 25˚C<br>- PM10 = ORs, 1.40 (95% CI: 1.27–1.54)<br>- $NO_2$ = ORs, 1.60 (95% CI: 1.44–1.79)<br>- $SO_2$ = ORs, 1.09 (95% CI: 1.01–1.19)<br>[increases of PM10 (61.94 $\mu g/m^3$), $SO_2$ (5.16 ppb), $NO_2$ (16.55 ppb), CO (0.32 ppm), and $O_3$ (19.78 ppb)]. |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Guo, et al. (2009)/ จีน | PM2.5, $SO_2$, $NO_2$ | การเข้ารับการรักษา | โรคหัวใจและหลอดเลือด | | Poisson time-series regression model | 2004-2006 3 ปี | โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>- PM2.5 = ORs, 1.005 (95% CI: 1.001–1.009)<br>- $SO_2$ = ORs, 1.014 (95% CI: 1.004–1.024)<br>- $NO_2$ = ORs, 1.016 (95% CI: 1.003–1.029)<br>(increase of 10 $\mu g/m^3$) |
| Chen, et al. (2010)/ จีน | PM10, $SO_2$, $NO_2$ | การเข้ารับการรักษา | -โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์<br>-วันในสัปดาห์ | Poisson time-series regression model | 2005-2007 3 ปี | โรคหัวใจและหลอดเลือด<br>- PM10 = %RR, 0.23% (95% CI: -0.03–0.48)<br>- $SO_2$ = %RR, 0.65% (95% CI: 0.19–1.12)<br>- $NO_2$ = %RR, 0.80% (95% CI: 0.10–1.49)<br>(increase of 10 $\mu g/m^3$) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rodopoulou, et al. / แม็กซิโก | PM10, PM2.5, $O_3$ | - การเข้ารับการรักษา<br>- ห้องฉุกเฉิน | - โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์<br>-วันในสัปดาห์<br>-ฤดูของไข้หวัดใหญ่ | Poisson time-series regression model | 2007-2010<br>4 ปี | การเข้ารับการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจ (≥ 65 ปี)<br>- PM2.5 = %RR, 1.3% (95% CI: -5.0-8.0)<br>- $O_3$ = %RR, 3.9% (95% CI: -3.1-4.8)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด (≥ 65 ปี)<br>- PM10 = %RR, 0.6% (95% CI: -1.2-2.4)<br>ห้องฉุกเฉิน<br>โรคระบบทางเดินหายใจ (≥ 65 ปี)<br>- PM10 = %RR, 1.7% (95% CI: -1.5-5.1)<br>- $O_3$ = %RR, 9.8% (95% CI: -4.4-26.0)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด (≥ 65 ปี)<br>- PM2.5 = %RR, 8.3% (95% CI: -3.0,-20.9)<br>(PM10, PM2.5 increase of 10 $\mu g/m^3$, $O_3$ increase of 10 ppbv) |

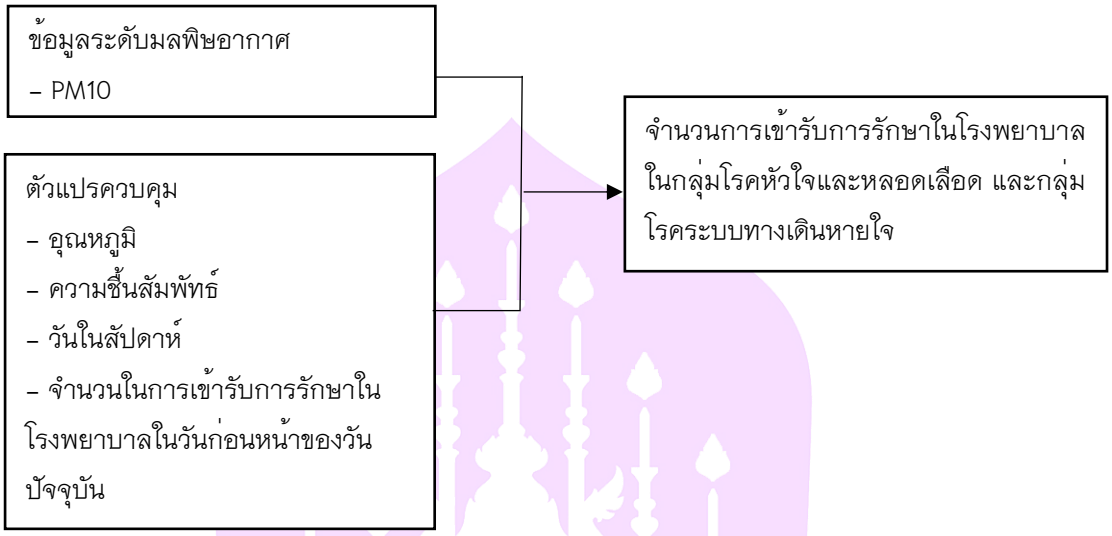
**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cheng, Tsai, and Yang (2015)/ ไต้หวัน | PM10, PM2.5 | การเข้ารับการรักษา | โรคระบบทางเดินหายใจ | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์ | Poisson time-series regression model | 2006-2010<br>5 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ < 25˚C, PM2.5–10<br>-โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง = %RR, 3%<br>(95% CI: 1–5)<br>-โรคหอบหืด = %RR, 4%<br>(95% CI: 1–7)<br>-โรคปอดอักเสบ = %RR, 3%<br>(95% CI: 2–4)<br>(increase of 10 μg/$m^3$) |
| Nakhlé, et al. (2015)/ เลบานอน | PM10, PM2.5 | การเข้ารับการรักษาในห้องฉุกเฉิน | - โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์<br>-วันในสัปดาห์<br>-ฤดูของไข้หวัดใหญ่ | Poisson time-series regression model | 2012<br>1 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ (≤ 16 ปี)<br>- PM10: RR = 1.014<br>(95% CI: 1.000–1.029)<br>- PM2.5: RR = 1.013<br>(95% CI: 0.985–1.042)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด (ทุกกลุ่มอายุ)<br>- PM10: RR = 1.016<br>(95% CI: 1.000–1.032)<br>(increase of 10 μg/$m^3$) |

**ตาราง 2 (ต่อ)**

| งานวิจัย | มลพิษที่ศึกษา | ผลกระทบต่อสุขภาพ | โรคที่เกี่ยวข้อง | ตัวแปรควบคุม | วิธีการศึกษา | ระยะเวลาทำการศึกษา | ผลการศึกษา |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phung, et al. (2016)/ เวียดนาม | PM10, $NO_2$, $SO_2$, $O_3$ | การเข้ารับการรักษา | -โรคระบบทางเดินหายใจ<br>-โรคหัวใจและหลอดเลือด | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้นสัมพัทธ์<br>-วันในสัปดาห์ | Poisson time-series regression model | 2004-2007<br>4 ปี | โรคระบบทางเดินหายใจ, $NO_2$<br>หญิง = RR, 1.04 (95% CI: 1.01–1.07)<br>ชาย = RR, 1.03, (95% CI: 1–1.06)<br>โรคหัวใจและหลอดเลือด, PM10<br>หญิง = RR, 1.004, (95% CI: 1.001–1.007)<br>ชาย = RR, 1.007, (95% CI: 1–1.01)<br>(increase of 10 μg/$m^3$) |
| Khaniabadi, et al. (2018)/ อิหร่าน | PM10, $NO_2$, $SO_2$, $O_3$ | การเข้ารับการรักษา | - โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | - | The attributable proportion (AP) | 2011,2012<br>2 ปี | โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<br>lag 0–1 วัน<br>RR= 1.008, (95% CI: 1.0048–1.0112)<br>(increase of 10 μg/$m^3$) |
| Chen, et al. (2020)/ จีน | PM10, PM2.5, $NO_2$, $SO_2$, $O_3$ | การเข้ารับการรักษา | - โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | -อุณหภูมิ<br>-ความชื้น<br>-ลม<br>-ความดันอากาศ<br>-วันในสัปดาห์ | Poisson time-series regression model | 2014-2017<br>4 ปี | โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง<br>lag 0,3 วัน<br>- PM10: RR = 1.004 (95% CI: 1.001–1.008)<br>- PM2.5: RR = 1.008 (95% CI: 1.004–1.012)<br>- PM2.5: RR = 1.008 (95% CI: 1.003–1.013)<br>(increase of 10 μg/$m^3$) |

**กรอบแนวคิดของการวิจัย**




**ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิด**

# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

## รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบรรยากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจในจังหวัดลำปาง เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytic Study) ศึกษาแบบอนุกรมเวลา (Time series analysis) โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศและข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Cheng, Chiu and Yang (2015); Phosri, et al. (2019); Phung, et al. (2016) โดยช่วงเวลาในการวิจัยตั้งแต่วันที่ 1 เดือน มกราคม พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 31 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลา 4 ปี

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ประชากรที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐในจังหวัดลำปาง

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ประชากรที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐในจังหวัดลำปาง โดยมีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 เป็นผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าป่วยตามกลุ่มรหัสโรค ICD-10 ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

2.2 เป็นผู้ที่มีข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในฐานข้อมูลเวชระเบียนโรงพยาบาล และมีความครบถ้วน สมบูรณ์ ในปี พ.ศ.2557-2560

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ประกอบด้วยข้อมูลคุณภาพอากาศและข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศ และเครื่องมือในการเก็บข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล มีดังนี้

1. ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler)

2. ข้อมูลอุณหภูมิใช้เครื่องมือ Bimetallic Meter

3. ข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ใช้เครื่องมือ Capacitive Plate

4. ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ใช้โปรแกรม HOSxP

และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ IBM SPSS Statistics 26 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

**วิธีดำเนินการวิจัย**

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดลำปาง โรงพยาบาลรัฐในจังหวัดลำปาง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะและกรมควบคุมมลพิษ

2. เก็บรวบรวมข้อมูลสถิติการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันตามกลุ่มโรคที่มีสาเหตุมาจากมลพิษอากาศ ตามที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 นิยาม และจัดกลุ่มตามรหัส International Classification of Diseases 10th Revision (ICD-10) ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (I00-I99) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J99.8) ข้อมูลจากฐานข้อมูลเวชระเบียนโรงพยาบาลรัฐ 2 แห่งในจังหวัดลำปาง

3. รวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศจากการตรวจวัดในช่วงระยะเวลาการศึกษาจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะและกรมควบคุมมลพิษ

4. วิเคราะห์คัดกรองข้อมูลคุณภาพอากาศและข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคต่าง ๆ โดยการตัดข้อมูลที่มีตัวแปรรบกวน หรือสาเหตุของผลกระทบสุขภาพจากสาเหตุอื่นที่ไม่ได้เกิดจากมลพิษอากาศออก

5. จัดรูปแบบการวิเคราะห์คุณภาพอากาศและข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในรูปแบบฐานข้อมูลอนุกรมเวลา

6. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ

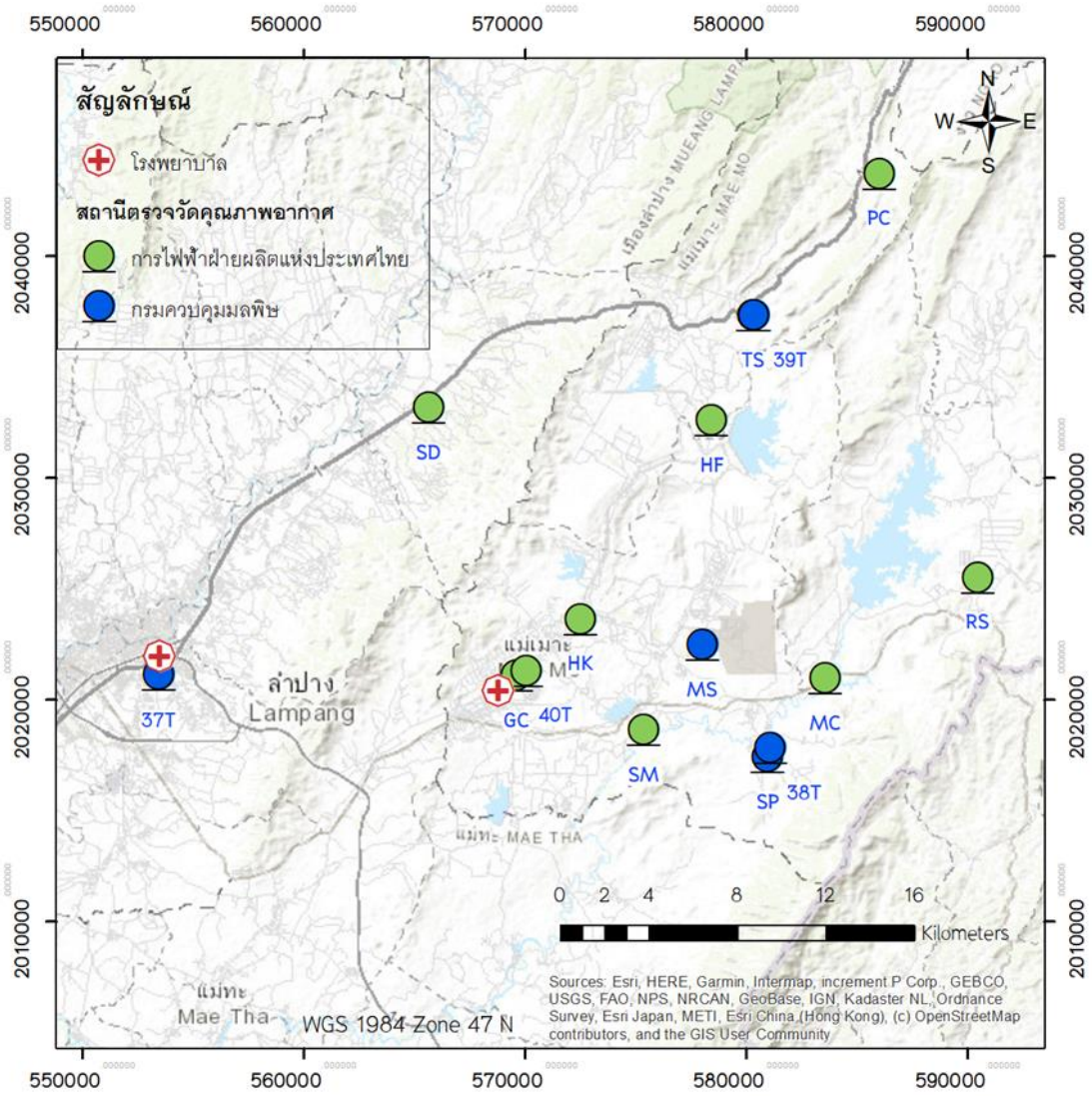
**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเป็นรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2560 มีรายละเอียดดังนี้

**1. ข้อมูลคุณภาพอากาศ**

รวบรวมข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวันจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศตามพื้นที่ต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะและกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 11 สถานี คือ สถานีค่ายประตูผา (PHATUPHA ARMY CAMP: PC) สถานีบ้านท่าสี (BAN THASI: TS) สถานีบ้านเสด็จ (BAN SADET: SD) สถานีบ้านหัวฝาย (BAN HUA FAI: HF) สถานีตรวจอากาศหลัก (METEOROLOGICAL MAIN STATION: MS) สถานีบ้านพักห้วยคิง (EGAT HOUSING BAN HUAI KING: HK) สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการแม่เมาะ (MAE MOH GOVERNMENT CENTER: GC) สถานีบ้านสบเมาะ (BAN SOP MOH: SM) สถานีบ้านสบป้าด (BAN SOP PAD: SP) สถานีบ้านแม่จาง (BAN MAE CHANG: MC) และสถานีบ้านใหม่รัตนโกสินทร์ (BAN MAI RATANAKOSIN: RS) และมีสถานีของกรมควบคุมมลพิษ 4 สถานี คือ สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง (37T) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านสบป้าด (38T) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าสี (39T) และสถานีการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ (40T)

แสดงตำแหน่งที่ตั้งและพิกัดทางภูมิศาสตร์สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและโรงพยาบาลในจังหวัดลำปาง ตามภาพ 2 และตาราง 3




**ภาพ 2 แสดงตำแหน่งที่ตั้ง และพิกัดทางภูมิศาสตร์สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและโรงพยาบาลในจังหวัดลำปาง**

**ตาราง 3 แสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษในจังหวัดลำปาง และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะ**

| กรมควบคุมมลพิษ | การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะ |
|---|---|
| สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง (37T) | สถานีค่ายประตูผา (PHATUPHA ARMY CAMP: PC) |
| โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านสบป้าด (38T) | สถานีบ้านท่าสี (BAN THASI: TS) |
| โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าสี (39T) | สถานีบ้านเสด็จ (BAN SADET: SD) |
| สถานีการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ (40T) | สถานีบ้านหัวฝาย (BAN HUA FAI: HF) |
| | สถานีตรวจอากาศหลัก (METEOROLOGICAL MAIN STATION: MS) |
| | สถานีบ้านพักห้วยคิง (EGAT HOUSING BAN HUAI KING: HK) |
| | สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการแม่เมาะ (MAE MOH GOVERNMENT CENTER: GC) |
| | สถานีบ้านสบเมาะ (BAN SOP MOH: SM) |
| | สถานีบ้านสบป้าด (BAN SOP PAD: SP) |
| | สถานีบ้านแม่จาง (BAN MAE CHANG: MC) |
| | สถานีบ้านใหม่รัตนโกสินทร์ (BAN MAI RATANAKOSIN: RS) |

**2. ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล**

รวบรวมข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557–วันที่ 31 ธันวาคม 2560 จากสถานบริการด้านการแพทย์และสาธารณสุขในจังหวัดลำปาง โดยใช้วิธีการคัดเลือกเก็บข้อมูลจากโรงพยาบาลที่อยู่ในพื้นที่เดียวกับสถานีตรวจวัด (Nakhlé, et al., 2015) โดยมีการวินิจฉัยและให้รหัสโรคโดยแพทย์เฉพาะทาง และระบบบริการด้านการรักษาตามสิทธิหลักประกันสุขภาพและประกันสังคมของไทย ประชาชนส่วนมากจะรักษากับโรงพยาบาลในพื้นที่ที่มีสิทธิ์ยกเว้นกรณีส่งต่อผู้ป่วยกรณีฉุกเฉิน และกรณีไม่ใช้สิทธิ์ดังกล่าว (Buadong, et al., 2009)ดังนั้นจึงเลือกใช้ข้อมูล จากโรงพยาบาลลำปาง และโรงพยาบาลแม่เมาะ จำนวนทั้งสิ้น 2 โรงพยาบาล และเก็บรวบรวมข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล จากโปรแกรมฐานข้อมูลเวชระเบียนโรงพยาบาลรัฐในจังหวัดลำปาง

ตามกลุ่มโรคที่ได้รับการให้สาเหตุมาจากมลพิษอากาศตามที่สำนักงานป้องกันและควบคุมโรคที่ 1 นิยาม และจัดกลุ่มโรคการเจ็บป่วยทางการแพทย์ตามบัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องฉบับทบทวนครั้งที่ 10 (ICD-10) เป็นรายวันในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (I00-I99) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J99)

ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของประชาชน ตามรายชื่อโรคตามรหัส ICD-10 ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (I00-I99) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J99) ที่จะนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ตามตาราง 4 ดังต่อไปนี้

**ตาราง 4 แสดงรหัสกลุ่มโรค ICD-10 ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศ**

| รหัสกลุ่มโรค/ชื่อโรค | รหัสย่อยกลุ่มโรคย่อย/ชื่อโรค |
|---|---|
| 1. (I00-I99) กลุ่มโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด | 1.1 (I20-I25) โรคหัวใจขาดเลือด |
| | 1.2 (I26-I28) โรคหัวใจเกี่ยวเนื่องกับปอดและโรคการไหลเวียนโลหิตของปอด |
| | 1.3 (I30-I52) รูปแบบอื่นของโรคหัวใจ<br>- กล้ามเนื้อหัวใจ / โรคกล้ามเนื้อหัวใจ<br>- การนำไฟฟ้าหัวใจ และจังหวะการเต้นของหัวใจ<br>- อื่น ๆ |
| 2. (J00-J99) กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ | 2.1 (J00-J06) การติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเฉียบพลัน |
| | 2.2 (J09-J18) ไข้หวัดใหญ่และปอดบวม |
| | 2.3 (J20-J22) การติดเชื้อเฉียบพลันแบบอื่นที่ทางเดินหายใจส่วนล่าง |
| | 2.4 (J30-J39) โรคแบบอื่นของทางเดินหายใจส่วนบน |
| | 2.5 (J40-J47) โรคเรื้อรังของทางเดินหายใจส่วนล่าง |

**ที่มา:** สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1, 2561

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**1. วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ**

วิเคราะห์ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในจังหวัดลำปาง ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแม่เมาะและกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งข้อมูลจากทั้งสองแห่งใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยข้อมูลที่ตรวจวัดมีความถี่เป็นรายชั่วโมง ทำการจัดรูปแบบอนุกรมเชิงเวลาแล้ว จากนั้นจึงคัดกรองคุณภาพข้อมูลโดยนำเฉพาะข้อมูลที่มีค่าอย่างน้อย 18 ชั่วโมงใน 1 วัน หรือ 75% ของวัน จึงนำวันนั้นมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายวัน (Buadong, et al., 2009; Chen, et al., 2010; Phung, et al., 2016) และวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวัน (Buadong, et al., 2009; Chen, et al., 2010)

**2. วิเคราะห์ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล**

วิเคราะห์ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันทำการจัดรูปแบบอนุกรมเชิงเวลา เรียงตามวันที่ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล เพื่อเทียบกับข้อมูลคุณภาพอากาศ รหัสการวินิจฉัยตามกลุ่มรหัสโรค ICD-10 ซึ่งจะวิเคราะห์ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (I00-I99) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ (J00-J99) และคัดกรองข้อมูลที่มีตัวแปรรบกวนหรือสาเหตุของผลกระทบสุขภาพจากสาเหตุอื่นที่ไม่ได้เกิดจากมลพิษอากาศออก

**3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล**

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจเป็นการวิเคราะห์การถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา (Poisson time-series regression model) ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยที่ตัวแปรตามมีค่าเป็นจำนวนนับและมีการแจกแจงแบบปัวซอง คือ การกระจายของค่าโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่เราสนใจต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่นจากงานวิจัย Phosri, et al. (2019); Pothirat, et al. (2019); Pothirat, et al. (2016) โดยตัวแปรต้นในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ คือ ระดับ PM10 ตัวแปรตามในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ คือ จำนวนคนที่เข้าการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ โดยมีการควบคุมตัวแปร ได้แก่ เวลา (time trend) อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ วันในสัปดาห์ (day of week) และจำนวนคนในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในวันก่อนหน้า

ในการวิเคราะห์นี้ จะวิเคราะห์การสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (Lag Time) กล่าวคือ วิเคราะห์ค่าของการสัมผัสระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในวันเดียวกัน (lag 0), ผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อสัมผัสกับระดับ PM10 1–4 วันก่อน (lag 1–4), และผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อสัมผัสกับระดับ PM10 เฉลี่ยสะสม 1–4 วันก่อน (moving average) 1–4 วันก่อน (lag 01–04) ซึ่งมีการศึกษาที่ระบุว่า ช่วงเวลาของการสัมผัสระดับมลพิษอากาศเหล่านี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุด (Cheng, Chiu and Yang, 2015; Guo, et al., 2009; Phosri, et al., 2019; Phung, et al., 2016) และผลของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ จะถูกนำเสนอเป็นร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของจำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ด้วยการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก ๆ 10 μg/m$^3$ ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 95% (CI) การวิเคราะห์มีรูปแบบสมการ Poisson time–series regression model ดังสมการความสัมพันธ์นี้

$$lnY = \alpha + (\beta_1)PM10 + (\beta_2)Temperature + (\beta_3)Relative\ humidity + DOW + (\beta_4)(Y-1) \quad (1)$$

โดยที่ $Y$ คือ จำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด หรือจำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ $\alpha$ คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย $\beta_x$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ หรือค่าผลกระทบ $(effect)$ $DOW$ คือ วันในสัปดาห์ (Day of week) $Y-1$ คือ จำนวนคนในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในวันก่อนหน้า ซึ่งในการวิจัยนี้จะทำการหาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือค่า $\beta$ ของตัวแปร PM10 ซึ่งแปลได้ว่าหาค่าผลกระทบหรือค่าความเสี่ยงของ $PM10$ ที่มีผลต่อจำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ $(Y)$

ซึ่งในการศึกษาทางระบาดวิทยามักรายงานผลเป็นค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk: RR) ของผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อค่ามลพิษทางอากาศเปลี่ยนแปลง $(\Delta PM)$ แทนการรายงานค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย $(\beta)$ ซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$RR = e^{\beta \cdot \Delta PM} \quad (2)$$

# บทที่ 4

# ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ และศึกษาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง โดยใช้ข้อมูลคุณภาพอากาศ ได้แก่ ข้อมูลของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ข้อมูลอุณหภูมิ และข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ และใช้ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ตามรหัสโรค ICD-10 ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (รหัส I ทั้งหมด) และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ (รหัส J ทั้งหมด) ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557-31 ธันวาคม 2560 เป็นระยะเวลารวม 4 ปี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์การถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา (Poisson time-series regression model) โดยตัวแปรต้น คือ ระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ตัวแปรตาม คือ จำนวนคนที่เข้าการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจและทำการควบคุมตัวแปรอื่น ได้แก่ เวลา (time trend) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ วันในสัปดาห์ (day of week) และจำนวนคนในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในวันก่อนหน้า เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนในการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และทำการวิเคราะห์กรณีศึกษา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเดียวกัน และผลการวิจัยจะนำเสนอเป็นร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของจำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจและร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของจำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ด้วยการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก ๆ 10 $\mu g/m^3$ ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 95% (CI) ที่ช่วงการสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag time) ซึ่งแสดงผลการวิจัยดังหัวข้อต่อไปนี้

**สถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ**

**1. สถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา**

ตาราง 5 แสดงข้อมูลสถิติมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยารายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557-31 ธันวาคม 2560 พบว่า ค่าเฉลี่ยรายวันของ PM10 มีค่าเท่ากับ 43.02 μg/$m^3$ และค่าสูงสุดรายวัน มีค่าเท่ากับ 223 μg/$m^3$ ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานรายวันถึง 68 วัน ในระยะเวลาทั้งหมดที่ทำการศึกษา ค่าเฉลี่ยรายวันของอุณหภูมิ มีค่าเท่ากับ 25.74˚C และค่าเฉลี่ยรายวันของความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าเท่ากับ 72.44%

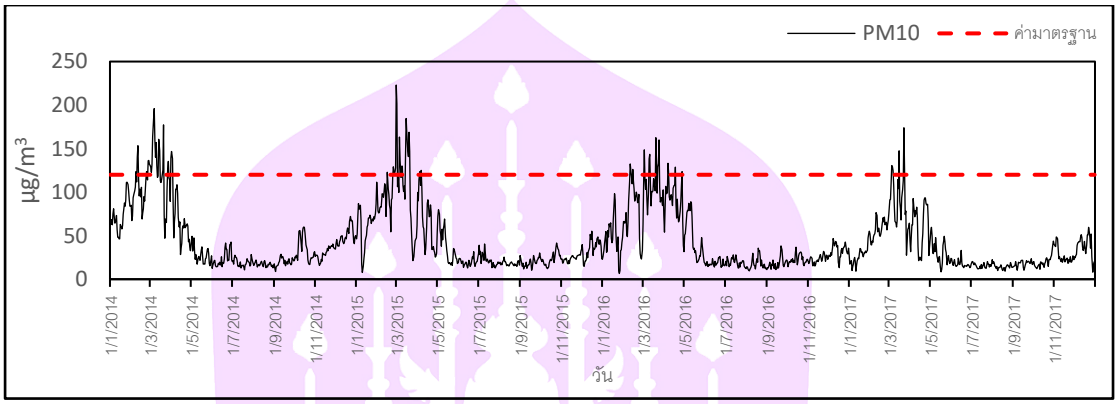
**ตาราง 5 แสดงสถิติข้อมูลมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยารายวัน ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**

| ข้อมูลมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยา | ความเข้มข้น / วัน | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด |
| ข้อมูลมลพิษอากาศ | | | | |
| - PM10 (μg/$m^3$) (เกินมาตรฐาน 68 วันใน 4 ปี) | 43.02 | 34.97 | 6.58 | 223 |
| ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา | | | | |
| - อุณหภูมิ (Temperature: ˚C) | 25.74 | 3.15 | 9.29 | 34.18 |
| - ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity: %) | 72.44 | 12.14 | 35.14 | 96.81 |

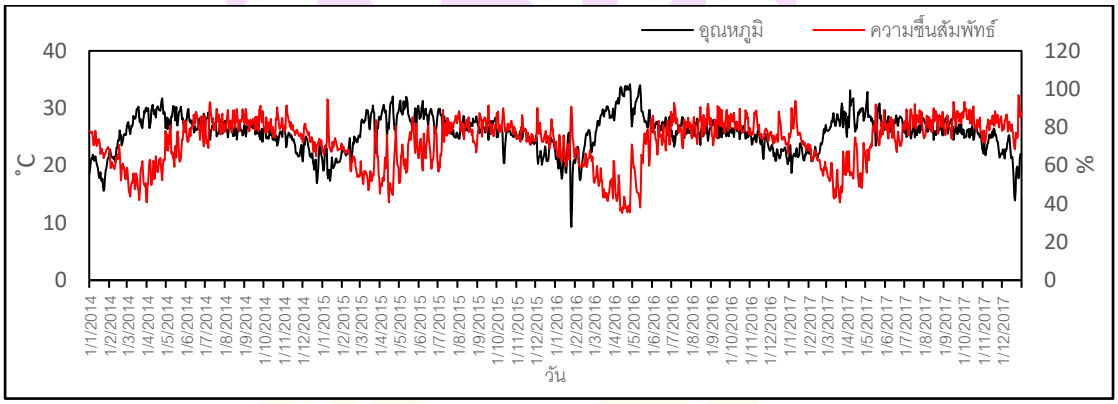
กราฟค่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน รายวัน ในช่วงระยะเวลาศึกษา 4 ปี ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกันทุกปี โดยระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีแนวโน้มสูงเกินค่ามาตรฐานในช่วงเดือนมีนาคมของทุกปี เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการเผา (สิทธิชัย พิมลศรี และภวัต อารินทร์, 2553) ทำให้มีค่าเกินมาตรฐานรายวันทั้งหมดจำนวน 68 วัน และกราฟมีแนวโน้มที่ต่ำในช่วงเดือนมิถุนายน-ตุลาคม หรือช่วงฤดูฝนในทุกปีแสดงดังภาพ 3

กราฟค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์รายวัน ในช่วงระยะเวลาศึกษา 4 ปี ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาล โดยอุณหภูมิจะมีแนวโน้มสูงในช่วงฤดูร้อน หรือประมาณ

ช่วงเดือนกุมภาพันธ์–เมษายน และจะมีค่าต่ำในช่วงฤดูหนาว หรือประมาณช่วงเดือนธันวาคม ในทุกปี และความชื้นสัมพัทธ์จะมีแนวโน้มสูงในช่วงฤดูฝน หรือประมาณช่วงเดือนกรกฎาคม–กันยายนของทุกปี ซึ่งกราฟอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างมีการแปรผกผันกันเป็นไปตามทฤษฎีอุตุนิยมวิทยา แสดงดังภาพ 4




**ภาพ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน รายวัน ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**




**ภาพ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์รายวัน ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**

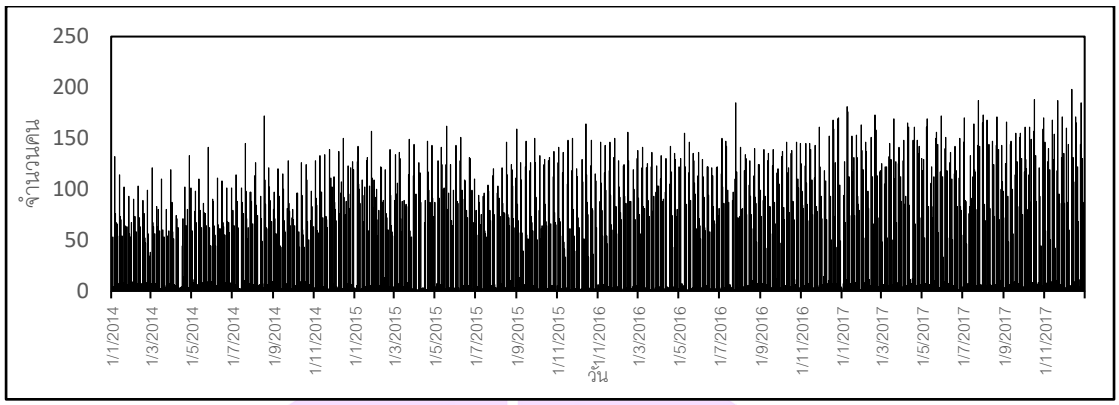
**2. สถานการณ์จำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ**

ตาราง 6 แสดงข้อมูลสถิติจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด ทั้งหมด 94,750 คน และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจทั้งหมด 218,189 คน ซึ่งถูกบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557-31 ธันวาคม 2560 โดยค่าเฉลี่ยของการเข้ารับการรักษาในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด ประมาณ 66 คนต่อวัน และค่าเฉลี่ยของการเข้ารับการรักษาในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ประมาณ 149 คนต่อวัน

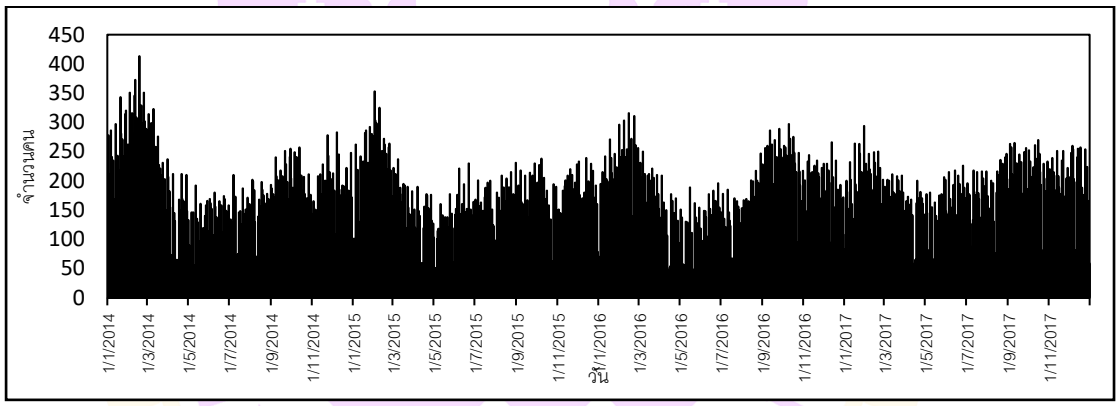
**ตาราง 6 แสดงสถิติจำนวนการเข้ารับการรักษารายวัน ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**

| การเข้ารับการรักษา | รหัสโรค ICD-10 | จำนวนการเข้ารับการรักษา(คน)/ วัน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าเฉลี่ย | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด | รวม |
| กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด | I00-I99 | 66.12 | 50.87 | 1 | 198 | 94,750 |
| กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ | J00-J99 | 149.34 | 68.38 | 28 | 413 | 218,189 |

กราฟแสดงจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกราฟแสดงจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 จะเห็นค่าแนวโน้มที่ค่อนข้างชัดเจนในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ กล่าวคือ กราฟจะมีแนวโน้มที่สูงในช่วงฤดูร้อน หรือประมาณช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม และมีแนวโน้มต่ำในช่วงฤดูฝน หรือประมาณช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม แสดงดังภาพ 5 และ ภาพ 6




**ภาพ 5 แสดงจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**




**ภาพ 6 แสดงจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน ในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**

**ความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ**

ตาราง 7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560 โดยพบว่า ฝุ่นละอองขนาด

เล็กกว่า 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตาราง 7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับ จำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560**

| | กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด | กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ |
|---|---|---|
| **PM10** | –0.02 | 0.20 |

**หมายเหตุ:** P–value < 0.05

ตาราง 8 แสดงร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน (Lag Time) ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเฉพาะสาเหตุ ระหว่างปี 2557–2560 พบความสัมพันธ์ระหว่าง PM10 กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ซึ่งพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ โดยพบความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 คือ การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/$m^3$ ที่ lag 0 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เพิ่มขึ้น 3.8% (95% CI: 3.0–4.6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตาราง 8 แสดงร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษารายวันที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของมลพิษแต่ละชนิดที่ช่วงการสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag time) ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560**

| การเข้ารับการรักษา / Lag time | ร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ เมื่อ PM10 เพิ่มขึ้น 10 μg/$m^3$ |
|---|---|
| กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด | |
| L0 | – |
| L1 | – |
| L2 | – |
| L3 | –1.3* (–2.5 – (–0.2)) |
| L4 | – |

**ตาราง 8 (ต่อ)**

| การเข้ารับการรักษา / Lag time | ร้อยละค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ เมื่อ PM10 เพิ่มขึ้น 10 μg/m$^3$ |
|---|---|
| L01 | - |
| L02 | - |
| L03 | - |
| L04 | - |
| กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ | |
| L0 | 3.8* (3.0–4.6) |
| L1 | 3.2* (2.4–4.0) |
| L2 | 2.7* (1.9–3.5) |
| L3 | 2.8* (2.0–3.6) |
| L4 | 2.7* (1.9–3.5) |
| L01 | 3.3* (2.4–4.2) |
| L02 | 3.4* (2.5–4.3) |
| L03 | 3.2* (2.4–4.1) |
| L04 | 3.0* (2.1–3.9) |

**หมายเหตุ:** *P-value < 0.05

**การศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในจังหวัดลำปาง**

จากผลการวิจัยเบื้องต้น เห็นค่าความสัมพันธ์ที่ชัดเจนของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาในโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease; COPD) ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากเป็นโรคที่เป็นปัญหาที่สำคัญในพื้นที่ โดยจากรายงานของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 พบว่าประชากรของจังหวัดลำปางมีอัตราป่วยสูงด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ประกอบกับจากหลายงานวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นชัดเจนว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ในการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาในกรณีศึกษาเพิ่มเติม โดยใช้ข้อมูลมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยารายวัน และข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังรายวัน (รหัส J44) ในช่วงเวลาเดียวกัน คือ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560 เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยใช้วิธีวิเคราะห์

ทางสถิติเดียวกันข้างต้น และทำการวิเคราะห์ตามกลุ่มอายุ (เช่น อายุ 0–14 ปี, 15–64 ปี, และ ≥ 65 ปี) และเพศ (เช่น ชายและหญิง) ผลการวิจัยจะนำเสนอเป็นร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของจำนวนคนที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ด้วยการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก ๆ 10 μg/$m^3$ ด้วยช่วงความเชื่อมั่น 95% (CI) ที่ช่วงการสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag time) แสดงผลการวิจัยดังหัวข้อต่อไปนี้

**1. สถานการณ์จำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง**

ตาราง 9 แสดงข้อมูลสถิติจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ของประชากรในจังหวัดลำปาง ทั้งหมด 31,204 คน ซึ่งถูกบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557–31 ธันวาคม 2560 โดยค่าเฉลี่ยของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในภาพรวม ประมาณ 21 คนต่อวัน และค่าสูงสุดของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ประมาณ 77 คนต่อวัน เมื่อแยกกลุ่มอายุและเพศ พบว่า กลุ่มผู้สูงอายุ (65 ปีขึ้นไป) มีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากกว่ากลุ่มอายุอื่น โดยค่าสูงสุดของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ประมาณ 66 คนต่อวัน และเพศชายมีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากกว่าเพศหญิง โดยมีค่าสูงสุดของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ประมาณ 43 คนต่อวัน

**ตาราง 9 แสดงสถิติจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในจังหวัดลำปาง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 ถึง 31 ธันวาคม 2560**

| การเข้ารับการรักษา / กลุ่มอายุและเพศ | รหัสโรค ICD–10 | จำนวนการเข้ารับการรักษา (คน)/ วัน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด | รวม |
| โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | J44 | | | | | |
| รวม | | 21.36 | 14.25 | 0 | 77 | 31,204 |
| อายุ | | | | | | |
| – เด็ก (0–14 ปี) | | 0.19 | 0.47 | 0 | 5 | 274 |
| – วัยกลางคน (15–64 ปี) | | 5.03 | 3.93 | 0 | 23 | 7,344 |
| – ผู้สูงอายุ (65 ปีขึ้นไป) | | 16.14 | 11.53 | 0 | 66 | 23,586 |
| เพศ | | | | | | |
| – ชาย | | 12.14 | 8.69 | 0 | 43 | 17,732 |
| – หญิง | | 9.22 | 6.46 | 0 | 37 | 13,472 |

**2. ความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง**

ตาราง 10 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แยกตามกลุ่มอายุและเพศ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557-2560 โดยพบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์เชิงบวกทั้งในภาพรวม กลุ่มอายุและเพศและพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนในกลุ่มวัยกลางคน (15-64 ปี) และในเพศหญิง

**ตาราง 10 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แยกตามกลุ่มอายุและเพศ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557-2560**

| | เด็ก (0-14 ปี) | วัยกลางคน (15-64 ปี) | ผู้สูงอายุ (65 ปีขึ้นไป) | ชาย | หญิง | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PM10 | 0.02* | 0.15* | 0.07* | 0.06* | 0.13* | 0.10* |

**หมายเหตุ:** *P-value < 0.05

ตาราง 11 แสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ต่อการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน (Lag Time) ระหว่างปี 2557-2560 ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ lag 0-4 และ lag 01-03 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 คือมีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 $\mu g/m^3$ ที่ lag 0 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในภาพรวม เพิ่มขึ้น 3.6% (95% CI: 2.3-4.8) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตาราง 11 แสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก 10 μg/m$^3$ ที่ช่วงการสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag time) ที่แตกต่างกัน ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560**

| การเข้ารับการรักษา | PM10 |
|---|---|
| โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | |
| รวม | |
| L0 | 3.6* (2.3–4.8) |
| L1 | 2.5* (1.2–3.8) |
| L2 | 1.2* (0.4–1.9) |
| L3 | 1.1* (0.4–1.9) |
| L4 | 1.0* (0.3–1.8) |
| L01 | 1.3* (0.5–2.1) |
| L02 | 1.2* (0.5–2.0) |
| L03 | 1.2* (0.4–2.0) |
| L04 | – |

**หมายเหตุ:** *P–value < 0.05

ตาราง 12 แสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ที่ lag 0 แยกตามกลุ่มอายุและเพศ ระหว่างปี 2557–2560 ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบความสัมพันธ์สูงสุดในวัยกลางคนและรองลงมา คือ ผู้สูงอายุ โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/m$^3$ ที่ lag 0 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในกลุ่มวัยกลางคน เพิ่มขึ้น 4% (95% CI: 2.4–5.6) และไม่พบความสัมพันธ์ในเด็ก และพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเพศชายสูงกว่าเพศหญิง โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/m$^3$ ที่ lag 0 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในเพศชาย เพิ่มขึ้น 3% (95% CI: 1.5–4.5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตาราง 12 แสดงร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (95% CI) ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 ทุก 10 μg/m$^3$ ที่ช่วงของการสัมผัสระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในวันเดียวกัน (lag 0) แยกตามกลุ่มอายุและเพศ ในจังหวัดลำปาง ระหว่างปี 2557–2560**

| การเข้ารับการรักษา /กลุ่มเพศและกลุ่มอายุ | เด็ก (0–14 ปี) | วัยกลางคน (15–64 ปี) | ผู้สูงอายุ (65 ปีขึ้นไป) | ชาย | หญิง |
|---|---|---|---|---|---|
| โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | - | 4.0* (2.4–5.6) | 2.3* (0.8–3.7) | 3.0* (1.5–4.5) | 2.2* (1.3–3.0) |

**หมายเหตุ:** *P–value < 0.05

# บทที่ 5

# บทสรุป

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ และศึกษาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจในจังหวัดลำปาง เก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศ คือ ข้อมูลของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ และเก็บรวบรวมข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดและกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจในช่วงวันที่ 1 มกราคม 2557–31 ธันวาคม 2560 เป็นระยะเวลา 4 ปี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์การถดถอยปัวซองตามอนุกรมเวลา (Poisson time–series regression model) และในการศึกษากรณีศึกษาได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยใช้ข้อมูลคุณภาพอากาศ และข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในช่วงเวลาเดียวกันและใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเดียวกัน ผลการวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลดังนี้

## สรุปผลการวิจัย

สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในจังหวัดลำปาง มีค่าความเข้มข้นเกินมาตรฐานในช่วงเดือนมีนาคมของทุกปี โดยมีจำนวนวันที่เกินมาตรฐานทั้งหมด 68 วัน ตลอดระยะเวลาศึกษา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ ทั้งในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ โดยพบจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด 94,750 คน และพบจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล กลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจทั้งหมด 218,189 คน ซึ่งกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เป็นกลุ่มโรคที่เป็นผลกระทบต่อสุขภาพที่เห็นได้ชัด อีกทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยพบจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังทั้งหมด 31,204 คน ซึ่งจะเห็นได้ว่ากลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ซึ่งรวมถึง

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เป็นโรคที่สำคัญ และมีการรายงานสถิติป่วยที่สูงในพื้นที่

จากสถานการณ์ข้างต้น พบความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจของประชาชนในพื้นที่จังหวัดลำปาง ซึ่งพบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบความสัมพันธ์สูงสุดที่ช่วงของการสัมผัสระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในวันเดียวกัน หรือที่ lag 0 โดยเมื่อความเข้มข้นของ PM10 เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 $\mu g/m^3$ ทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เพิ่มขึ้น 3.8% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในกรณีศึกษา พบความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังของประชาชนในพื้นที่จังหวัดลำปาง ซึ่งพบความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 เช่นกัน โดยเมื่อความเข้มข้นของ PM10 เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 $\mu g/m^3$ ทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เพิ่มขึ้น 3.6% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการศึกษาข้างต้น คือ พบความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 จึงทำการวิเคราะห์แยกกลุ่มอายุและเพศที่ lag 0 ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ในกลุ่มวัยกลางคนสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มผู้สูงอายุ และพบความสัมพันธ์ทั้งในเพศชายและเพศหญิง โดยพบในเพศชายสูงกว่าเพศหญิง

**อภิปรายผลการวิจัย**

การศึกษาในปัจจุบันได้ศึกษาสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ โดยพบว่า งานนี้มีจุดเด่นในด้านของสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีความแตกต่างกับการศึกษาอื่นที่ผ่านมา ทั้งในด้านของแหล่งกำเนิดมลพิษหลักที่ส่วนใหญ่มาจากการเผาในที่โล่งแจ้ง และระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีค่าสูงเกินมาตรฐานเป็นอย่างมาก โดยการศึกษานี้พบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงสุดอยู่ที่ 223 $\mu g/m^3$ ตลอดจนสถิติการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจที่พบว่ามีจำนวนมากเช่นกัน โดยมีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด 94,750 คน และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ 218,189 คน ซึ่งการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วย 2 กลุ่มโรคนี้รวมทั้งหมด 312,939 คน และในการศึกษาอื่น เช่น การศึกษา

ของ Phosri, et al. (2019) ทำการศึกษาที่กรุงเทพมหานคร พบว่าสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แหล่งกำเนิดหลักส่วนใหญ่มาจากยานพาหนะ และการจราจร โดยมีค่าของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 161 μg/$m^3$ และสถิติของจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวัน มีค่าเฉลี่ยของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด ประมาณ 77 คนต่อวัน และค่าเฉลี่ยของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ประมาณ 75 คนต่อวัน การศึกษาของ Phung, et al. (2016) ทำการศึกษาที่เมืองโฮจิมินท์ ซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศเวียดนาม พบว่าสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แหล่งกำเนิดหลักส่วนใหญ่มาจากยานพาหนะ และการจราจร โดยมีค่าของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 209.9 μg/$m^3$ และสถิติการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด 43,595 คน และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจทั้งหมด 33,045 คน ซึ่งความแตกต่างของการศึกษานี้ และการศึกษาอื่นทั้งในด้านของสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และสถานการณ์จำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ มีสาเหตุเนื่องจากความแตกต่างด้านแหล่งกำเนิดมลพิษ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และลักษณะทางประชากร ซึ่งรวมไปถึงลักษณะทางร่างกาย การรับสัมผัสมลพิษ การรับรู้ และการป้องกันดูแลสุขภาพของแต่ละบุคคล

การศึกษานี้ยังได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ผลการศึกษาพบว่า ระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจอย่างมีนัยสำคัญ ของประชากรในจังหวัดลำปาง ซึ่งมีความแตกต่างกันในแง่ของร้อยละของค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ และช่วงการสัมผัสระดับความเข้มข้นของมลพิษอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน (Lag Time) โดยผลการศึกษา พบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/$m^3$ ที่ lag 3 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดลดลง 1% (95% CI: 0.95–1.05) ซึ่งพบว่าผลการศึกษามีความแตกต่างกับการศึกษาอื่น ดังเช่น การศึกษาของ Nakhlé, et al. (2015); Phung, et al. (2016) และ Phosri, et al. (2019)

ที่พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/$m^3$ ที่ lag 0 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น 1.0% (95% CI: ((−0.2)–1.8), 0.5% (95% CI: 0.9–1.0) และ 0.57% (95% CI: 0.10–1.05) ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษานี้ที่พบความสัมพันธ์เชิงลบของระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด แปลได้ว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไม่ใช่ปัจจัยทางตรงที่ทำให้เกิดความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด แต่อาจเป็นปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่กระตุ้นระบบฮอร์โมนบางชนิดในร่างกาย ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง หรือเกิดลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดง่ายขึ้น หรืออาจเนื่องจากมีสาเหตุหรือปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดนอกจากมลพิษอากาศ หรือพบจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดค่อนข้างต่ำ ในวันที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีค่าความเข้มข้นสูง หรือพบจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดค่อนข้างสูงในวันที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าความเข้มข้นต่ำ หรือมีการเข้ารับการรักษาในสถานบริการสุขภาพอื่น เช่น คลินิก โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่ใกล้บ้าน และสะดวกต่อการเดินทางมากที่สุด หรือโรงพยาบาลเอกชน เนื่องจากปัจจัยทางด้านการบริการ (นิยม กริ่มใจ, 2560) ซึ่งจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาภาพรวม ทำให้เห็นความสัมพันธ์ที่ไม่ชัดเจน หรือผิดแปลกไปจากความเป็นจริง ดังนั้นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม และมีความเจาะจงมากขึ้น

อีกทั้งผลการศึกษานี้ พบความสัมพันธ์เชิงบวกที่ชัดเจนของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/$m^3$ ที่ lag 0 และ lag 1 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เพิ่มขึ้น 3.8% (95% CI: 3.0–4.6) และ 3.2% (95% CI: 2.4–4.0) ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผลการศึกษามีความแตกต่างกับการศึกษาอื่น ดังเช่น การศึกษาของ Rodopoulou, et al. (2014); Wong, et al. (1999) และ Nakhlé, et al. (2015) โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 μg/$m^3$ ที่ lag 1, lag 0–3 และ lag 0 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น 0.8% (95% CI: (−1.0)–2.6), 1.6% (95% CI: 1.0–2.2) และ 1.2% (95% CI: 0.4–2.0)

ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างนี้ เนื่องจากระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และความแตกต่างในด้านลักษณะทางประชากรที่ศึกษาในแต่ละพื้นที่

ในกรณีศึกษา ได้ทำการศึกษาสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยพบว่าสถิติการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีจำนวนทั้งหมด 31,204 คน และในการศึกษาอื่น เช่น การศึกษาของ Khaniabadi, et al. (2018) ทำการศึกษาที่ประเทศอิหร่าน พบสถิติของจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจำนวนทั้งหมด 182 คน การศึกษาของ Chen, et al. (2020) ทำการศึกษาที่ประเทศจีน พบสถิติของจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจำนวนทั้งหมด 2,569 คน และการศึกษาของ Mueller, et al. (2020) ทำการศึกษาที่ประเทศไทย พบสถิติของจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจำนวนทั้งหมด 14,228 คน ซึ่งความแตกต่างนี้ เนื่องมาจากสถานะเศรษฐกิจและสังคม และระดับการศึกษา ที่ส่งผลต่อการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในแต่ละพื้นที่ (Prescott, Lange and Vestbo, 1999)

ในการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในจังหวัดลำปาง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 $\mu g/m^3$ ที่ lag 0, lag 3 และ lag 01 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในภาพรวม เพิ่มขึ้น 3.6% (95% CI: 1.3–3.3), 2.3% (95% CI: 1.3–3.3) และ 1.3% (95% CI: 0.5–2.1) ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างจากการศึกษาอื่น เช่น การศึกษาของ Chen, et al. (2020) ทำการศึกษาที่ประเทศจีน ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 $\mu g/m^3$ ที่ lag 0,3 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในภาพรวม เพิ่มขึ้น 0.4% (95% CI: 0.1–0.8) การศึกษาของ Pothirat, et al. (2019) ทำการศึกษาที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 $\mu g/m^3$ ที่ lag 3 มีผลทำให้มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในภาพรวม เพิ่มขึ้น 5.3% (95% CI: 2.3–8.5) และการศึกษาของ Phosri, et al. (2019) ทำการศึกษาที่กรุงเทพมหานคร โดยผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของ PM10 10 $\mu g/m^3$ ที่ lag 01 มีผลทำให้มีความเสี่ยง

ในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในภาพรวม เพิ่มขึ้น 2.13% (95% CI: 1.31–2.96) ซึ่งความแตกต่างนี้ เนื่องจากปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ และพฤติกรรม ซึ่งพบความแตกต่างของผลกระทบต่อสุขภาพ โดยพบว่ากลุ่มวัยกลางคน (15–64 ปี) และกลุ่มผู้สูงอายุ (มากกว่า 65 ปี) มีความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มีสาเหตุมาจากมลพิษอากาศ มากกว่ากลุ่มอายุอื่น เนื่องด้วยกลุ่มวัยนี้ มีภูมิต้านทานร่างกายลดลง (Wong, et al., 1999) และมีกิจกรรมสัมผัสกับมลพิษมากกว่ากลุ่มอื่น เช่น การใช้เวลาในการสัมผัสกับมลพิษกลางแจ้งมากขึ้น หรือมีการประกอบอาชีพที่มีความเสี่ยงในการสัมผัสกับมลพิษอากาศมากกว่ากลุ่มอายุอื่น (Chen, et al., 2020) รวมถึงพฤติกรรมการดำเนินชีวิต และความสามารถในการเข้าถึงระบบบริการสุขภาพ และพบว่าเพศชายมีความเสี่ยงต่อมลพิษทางอากาศภายนอกมากขึ้น เนื่องจากเพศชายมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ และมีการสัมผัสกับมลพิศอากาศภายนอกไม่ว่าจะเป็นการประกอบอาชีพ หรือการใช้เวลากลางแจ้งมากกว่าเพศหญิง (Granados-Canal, et al., 2005)

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้และการศึกษาที่ผ่านมา มีผลการศึกษาสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ และผลการศึกษาระดับความเสี่ยงของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกับการศึกษาอื่น เนื่องจากมีความแตกต่างในด้านของลักษณะของพื้นที่ที่ศึกษา สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษ ความเข้มข้นของมลพิษ จำนวนของผู้ป่วยในแต่ละพื้นที่ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความแตกต่างในด้านการรับรู้การป้องกันดูแลรักษาสุขภาพ พฤติกรรมและสถานะทางสุขภาพของประชากร เช่น การสัมผัสกับมลพิษอากาศทั้งการใช้เวลากลางแจ้ง หรือการสัมผัสมลพิษอากาศในร่ม เช่น การประกอบอาหาร และการประกอบอาชีพที่แตกต่างกัน (Phosri, et al., 2019) ความแตกต่างข้างต้นจึงทำให้สถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับจำนวนการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ และค่าความเสี่ยงของผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศมีความแตกต่างกัน

การศึกษานี้มีจุดแข็งหลายประการ ประการแรกคือ เป็นการศึกษาที่ทำการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นการศึกษาที่มีน้อยในประเทศไทย ผลของการศึกษานี้เป็นประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ที่จะเห็นความสำคัญ มีการจัดการปัญหาด้านสาธารณสุข และด้านสิ่งแวดล้อม และประการที่สองคือ การใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีทั้งหมดในพื้นที่ และการใช้ข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจาก 2 โรงพยาบาลใหญ่ ซึ่งมีความครอบคลุม และเป็นตัวแทนที่ดีที่มีความเหมาะสมในพื้นที่

การศึกษานี้มีข้อจำกัด คือ ประการแรก การศึกษานี้ไม่ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษตัวอื่น เช่น PM2.5 เนื่องจากในพื้นที่พึ่งมีการตรวจวัด PM2.5 ทำให้ข้อมูลไม่สมบูรณ์ และประการที่สอง ข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในด้านคุณลักษณะบางประการของผู้ป่วยที่อาจมีความเกี่ยวข้องในการเข้ารับการรักษาในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด และกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น ข้อมูลด้านการประกอบอาชีพ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ โรคประจำตัวอื่น ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

**ข้อเสนอแนะ**

**1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้**

1.1 ผลจากการวิจัยนี้สามารถใช้ประเมินระดับความเสี่ยง ประเมินสถานการณ์และจัดการความเสี่ยงด้านสาธารณสุข การพยากรณ์โรค การจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและการจัดการด้านเศรษฐศาสตร์สุขภาพ

1.2 ในการใช้ผลการศึกษานี้ ควรพิจารณาในด้านความแตกต่างของพื้นที่ ชนิดของมลพิษ ระดับของมลพิษ หรือลักษณะของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากแหล่งกำเนิดที่แตกต่าง ซึ่งส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่มีความแตกต่างกัน

1.3 ควรพิจารณาด้านความแตกต่างของลักษณะทางประชากร เนื่องจากการมีลักษณะทางร่างกายที่แตกต่าง และกิจกรรมในการรับสัมผัสมลพิษที่แตกต่างกัน ก็ทำให้ผลกระทบต่อสุขภาพมีความแตกต่างไปด้วย

1.4 ความคลาดเคลื่อนจากการใช้สถิติ การนำไปใช้จึงควรพิจารณา

**2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

2.1 การพัฒนาต่อยอดในการวิจัยในอนาคต สามารถวิจัยผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มโรคอื่นที่มีสาเหตุมาจากมลพิษอากาศ

2.2 สามารถศึกษาถึงปัจจัยควบคุมอื่น เช่น การสัมผัสกับมลพิษอากาศในลักษณะของการทำงานที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการทำงานในสถานประกอบการที่มีฝุ่นละอองสูง

2.3 การวิจัยเชิงลึกในด้านผลกระทบต่อสุขภาพที่มีสาเหตุจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เช่น PM2.5, PM1 เป็นต้น

# บรรณานุกรม


Aungkulanon, S., Tangcharoensathien, V., Shibuya, K., Bundhamcharoen, K. and Chongsuvivatwong, V. (2016). Post universal health coverage trend and geographical inequalities of mortality in Thailand. **International journal for equity in health**, 15(1), 1–12.

Bhalla, K., Shotten, M., Cohen, A., Brauer, M., Shahraz, S., Burnett, R., et al. (2014). **Transport for health: the global burden of disease from motorized road transport.** Washington, DC: The World Bank.

Brunekreef, B., and Holgate, S, T,. (2002). Air pollution and health. **The lancet**, 360(9341), 1233–1242.

Buadong, D., Jinsart, W., Funatagawa, I., Karita, K. and Yano, E. (2009). Association between PM10 and O3 levels and hospital visits for cardiovascular diseases in Bangkok, Thailand. **Journal of epidemiology**, 19(4), 182–188.

Chang, C.–C., Tsai, S.–S., Ho, S.–C. and Yang, C.–Y. (2005). Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Taipei, Taiwan. **Environmental Research**, 98(1), 114–119.

Chen, C., Liu, X., Wang, X., Qu, W., Li, W. and Dong, L. (2020). Effect of air pollution on hospitalization for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, stroke, and myocardial infarction. **Environmental Science and Pollution Research**, 27(3), 3384–3400.

Chen, R., Chu, C., Tan, J., Cao, J., Song, W., Xu, X., et al. (2010). Ambient air pollution and hospital admission in Shanghai, China. **Journal of hazardous materials**, 181(1–3), 234–240.

Cheng, M.–F., Tsai, S.–S. and Yang, C.–Y. (2009). Air pollution and hospital admissions for myocardial infarction in a tropical city: Kaohsiung, Taiwan. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, Part A, 72(19), 1135–1140.

Cheng, M.-H., Chiu, H.-F. and Yang, C.-Y. (2015). Coarse particulate air pollution associated with increased risk of hospital admissions for respiratory diseases in a tropical city, Kaohsiung, Taiwan. **International journal of environmental research and public health**, 12(10), 13053-13068.

Darçın, M. (2017). How air pollution affects subjective well-being. **Well-being and Quality of Life: Medical Perspective**, 211.

Granados-Canal, D., Chardon, B., Lefranc, A. and Gremy, I. (2005). Air pollution and respiratory hospital admissions in greater Paris: exploring sex differences. **Archives of Environmental and Occupational Health**, 60(6), 307-313.

Guo, Y., Jia, Y., Pan, X., Liu, L. and Wichmann, H.-E. (2009). The association between fine particulate air pollution and hospital emergency room visits for cardiovascular diseases in Beijing, China. **Science of the total environment**, 407(17), 4826-4830.

Khaniabadi, Y. O., Daryanoosh, M., Sicard, P., Takdastan, A., Hopke, P. K., Esmaeili, S., et al. (2018). Chronic obstructive pulmonary diseases related to outdoor PM 10, O 3, SO 2, and NO 2 in a heavily polluted megacity of Iran. **Environmental Science and Pollution Research**, 25(18), 17726-17734.

Künzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., et al. (2000). Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. **The lancet**, 356(9232), 795-801.

Mueller, W., Loh, M., Vardoulakis, S., Johnston, H., Steinle, S., Precha, N., et al. (2020). Ambient particulate matter and biomass burning: an ecological time series study of respiratory and cardiovascular hospital visits in northern Thailand. **Environmental Health**, 19(1), 1-12.

Nakhlé, M. M., Farah, W., Ziade, N., Abboud, M., Salameh, D. and Annesi-Maesano, I. (2015). Short-term relationships between emergency hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases and fine particulate air pollution in Beirut, Lebanon. **Environmental monitoring and assessment**, 187(4), 1-10.

Ostro, B. D. and Rothschild, S. (1989). Air pollution and acute respiratory morbidity: an observational study of multiple pollutants. **Environmental Research**, 50(2), 238–247.

Phosri, A., Ueda, K., Phung, V. L. H., Tawatsupa, B., Honda, A. and Takano, H. (2019). Effects of ambient air pollution on daily hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Bangkok, Thailand. **Science of the total environment**, 651, 1144–1153.

Phung, D., Hien, T. T., Linh, H. N., Luong, L. M., Morawska, L., Chu, C., et al. (2016). Air pollution and risk of respiratory and cardiovascular hospitalizations in the most populous city in Vietnam. **Science of the total environment**, 557, 322–330.

Pothirat, C., Chaiwong, W., Liwsrisakun, C., Bumroongkit, C., Deesomchok, A., Theerakittikul, T., et al. (2019). Acute effects of air pollutants on daily mortality and hospitalizations due to cardiovascular and respiratory diseases. **Journal of thoracic disease**, 11(7), 3070.

Pothirat, C., Tosukhowong, A., Chaiwong, W., Liwsrisakun, C. and Inchai, J. (2016). Effects of seasonal smog on asthma and COPD exacerbations requiring emergency visits in Chiang Mai, Thailand. **Asian Pacific journal of allergy and immunology**, 34(4).

Prescott, E., Lange, P. and Vestbo, J. (1999). Socioeconomic status, lung function and admission to hospital for COPD: results from the Copenhagen City Heart Study. **European Respiratory Journal**, 13(5), 1109–1114.

Rodopoulou, S., Chalbot, M.–C., Samoli, E., DuBois, D. W., San Filippo, B. D. and Kavouras, I. G. (2014). Air pollution and hospital emergency room and admissions for cardiovascular and respiratory diseases in Doña Ana County, New Mexico. **Environmental Research**, 129, 39–46.

Sacks, J. D., Lloyd, J. M., Zhu, Y., Anderton, J., Jang, C. J., Hubbell, B., et al. (2018). The Environmental Benefits Mapping and Analysis Program–Community Edition (BenMAP–CE): A tool to estimate the health and economic benefits of reducing air pollution. **Environmental Modelling and Software**, 104, 118–129.

Salvi, S. (2007). Health effects of ambient air pollution in children. **Paediatric respiratory reviews**, 8(4), 275–280.

Seaton, A., Godden, D., MacNee, W. and Donaldson, K. (1995). Particulate air pollution and acute health effects. **The lancet**, 345(8943), 176–178.

Wong, T. W., Lau, T. S., Yu, T. S., Neller, A., Wong, S. L., Tam, W., et al. (1999). Air pollution and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Hong Kong. **Occupational and environmental medicine**, 56(10), 679–683.

Zmirou, D., Barumandzadeh, T., Balducci, F., Ritter, P., Laham, G. and Ghilardi, J. (1996). Short term effects of air pollution on mortality in the city of Lyon, France, 1985–90. **Journal of Epidemiology and Community Health**, 50, 30–35.

กมลทิพย์ วิจิตรสุนทรกุล และสัญชัย ชาสมบัติ. (2560). การศึกษาสถานการณ์การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2562, จาก http://www.thaincd.com.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2558). มลพิษอากาศ. สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2562, จาก https://datacenter.deqp.go.th/knowledge/.

กระทรวงสาธารณสุข. (2558). แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษอากาศกรณีหมอกควัน. สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2562, จาก http://www.oic.go.th/.

เกษวรางค์ ลีลาสิทธิกุล, กรอนงค์ ยืนยงคชัยวัฒน์, ศศิภา บูรณะพันธุกษ์ และคณะ. (2561). ผลจากหมอกควันและมลพิษทางอากาศต่อระบบหัวใจและทางเดินหายใจในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. **ธรรมศาสตร์เวชสาร**, 18(3), 339–348.

ขนิษฐา กู้ศรีสกุล; ณัฐพัชร์ มรรคา และกนิษฐา บุญธรรมเจริญ. (2559). การเสียชีวิตก่อนวัยอันควร. **วารสารวิชาการสาธารณสุข**, 25(4), 770–778.

ชัชวาล สิงหกันต์. (2555). วิกฤตการณ์มลพิษหมอกควันในภาคเหนือของประเทศไทย. **วารสารสาธารณสุขศาสตร์**, 42(1), 1–3.

ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และดวงนภา ลาภใหญ่. (2561). ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่สัมพันธ์ต่อการเกิดปัญหามลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่. **หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้**, 9(2), 237–249.

ชูชัย ศุภวงศ์. (2535). เหตุเกิดที่แม่เมาะ. สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2562, จาก https://www.doctor.or.th/article/detail/3212.

ณภัทร พงษ์เทิดศักดิ์. (2558). ความรู้ความเข้าใจและพฤติกรรมในการป้องกันตนเองในภาวะหมอกควันของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลจันจว้า อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย. **บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย**, 8(17), 140–147.

นันทวดี ปินปันคง, ปัทมา สุพรรณกุล, ธนัช กนกเทศ และคณะ. (2557). การพัฒนารูปแบบการป้องกันภัยสุขภาพจากมลพิษหมอกควันโดยใช้ชุมชนเป็นฐาน: กรณีศึกษาชนเผ่าไทใหญ่ ชุมชนหมอกจำแป่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน. **วารสารการพยาบาลและสุขภาพ**, 8(3), 145–162.

นิยม กริ่มใจ. (2560). การเปรียบเทียบปัจจัยการเลือกรับบริการโรงพยาบาลของรัฐและโรงพยาบาลเอกชนของผู้ป่วยในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ. **สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย 36 ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมาร**, 23(2), 34–45.

พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, มุทิตา ตระกูลทิวากร, เฉลิม ลิ่วศรีสกุล และคณะ. (2555). **โครงการระดับรายวันของฝุ่นในอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพในผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืด จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พงศธร กันยะมูล. (2563). การประเมินความรู้และพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากฝุ่นละออง PM2.5 ของประชากรที่อาศัยอยู่ในตำบลเกาะช้าง อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย. ใน **การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15** (หน้า 2903), ปทุมธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต.

ภัคพงศ์ พจนารถ. (2559). สถานการณ์ของปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดในเมืองใหญ่ของประเทศไทย: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ และ ระยอง. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม**, 12(1), 114–133.

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1. (2560). รายงานสถานการณ์และการดำเนินงานแก้ไขปัญหาหมอกควันด้านการแพทย์และสาธารณสุข ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 1 ปีงบประมาณ พ.ศ.2560 (สัปดาห์ที่ 17 : 23 – 29 เมษายน 2560). สืบค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2562, จาก http://odpc1.ddc.moph.go.th.

สิทธิชัย พิมลศรี และภวัต อารินทร์. (2553). สถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในจังหวัดลำปาง. ใน **การประชุมทางวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 6** (หน้า 670), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุดา พะเนียงทอง, สุรทิน มาลีหวล และชาติวุฒิ จำจด. (2555). การพัฒนาระบบเฝ้าระวังสุขภาพจากปัญหาสิ่งแวดล้อมในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง. **วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ**, 19(2), 46–54.

อาคม เครือใหม่. (2542). **การรับรู้และพฤติกรรมการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานกะโรงไฟฟ้าแม่เมาะ 1–13 อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

# ประวัติผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 16 มิถุนายน 2538 |
| **สถานที่เกิด** | เชียงใหม่ |
| **วุฒิการศึกษา** | พ.ศ. 2559 วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์), มหาวิทยาลัยพะเยา. พะเยา |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 46 ม.1 ต.ศรีดงเย็น อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ |
| **ผลงานตีพิมพ์** | ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์<br>พัสน์นันท์ ละวงค์เยอ. (2564). ผลกระทบเฉียบพลันของการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ในจังหวัดลำปาง ประเทศไทย. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น (หน้า 916-927). เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. |