# ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

วิชุดา สิงห์คำ

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2565

# ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

วิชุดา สิงห์คำ

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

**ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพ**
**ที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน**

วิชุดา สิงห์คำ

ดุษฎีนิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์

**พิจารณาเห็นชอบโดย** **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิโรจน์ สินณรงค์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกศสุดา สิทธิสันติกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิโรจน์ สินณรงค์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว** .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

**ชื่อเรื่อง** ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน
**ชื่อผู้เขียน** นางสาววิชุดา สิงห์คำ
**ชื่อปริญญา** ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์
**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิโรจน์ สินณรงค์

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ วิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โดยใช้ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ แบบพาเนลจำนวน 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบน ข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557-2563 การศึกษานี้วิเคราะห์ความนิ่งของข้อมูล ทดสอบรูปแบบสมการแบบ fixed และ random effects และตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ และแก้ไขปัญหาด้วยการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ ผลการศึกษาพบว่า

ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ดังนี้ หากอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด, อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด, จุดความร้อน, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่ ร้อยละ 0.92 0.42, 0.04 0.25 และร้อยละ 0.42 นอกจากนี้หากอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$, จุดความร้อน และค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD รายใหม่ เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.28, 0.06, 0.03 และ 2.12 ตามลำดับ รวมทั้งอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด, $PM_{2.5}$ และค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.47, 0.06 และ 1.48 ตามลำดับ

การวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชาชน ในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 400 ราย โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิทเชิงอันดับ ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ การสัมผัสฝุ่นควันจากแหล่งกำเนิดเผาทางการเกษตรและเผาเศษขยะมูลฝอย การรับข้อมูลข่าวสารฝุ่น

จากเว็บไซต์ เฟซบุ๊ก โทรทัศน์และประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน ปัจจัยด้านพฤติกรรมการป้องกันและดูแลสุขภาพ ได้แก่ ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน การสวมใส่หน้ากาก ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากาก เพื่อป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว และเพื่อต้องการให้ครอบครัวลูกหลานปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ รวมทั้งการยินดีจะจ่ายเงินซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะต้องการครอบครัวปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$

แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อควรปฏิบัติของประชาชนที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ดังนี้ 1) ควรลดกิจกรรมนอกบ้าน 2) อยู่ภายในอาคารเมื่อระดับฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในอากาศสูง 3) ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารปิดหน้าต่างในช่วงฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในอากาศสูง โดยการใช้เครื่องฟอกอากาศหรือเครื่องปรับอากาศ 4) สวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสม 5) การเฝ้าตรวจสอบระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบเรียลไทม์ และ 6) เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับค่า AQI ค่าคุณภาพอากาศตามระดับสีเพื่อปฏิบัติตามข้อที่ถูกต้อง การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ พื้นที่ภาคเหนือตอนบนมีผลกระทบโดยตรงกับโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในระยะยาว เพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านสาธารณสุขควรสร้างความตระหนักในผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะยาว มุ่งให้ความรู้และนำเสนอข้อมูลข่าวสารด้านการเตือนภัยอย่างรวดเร็ว เพื่อลดผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ และแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ : สภาพภูมิอากาศ, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5, โรคทางเดินหายใจปอดอุดกั้นเรื้อรัง, โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ, โรคหลอดเลือดในสมอง, การดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

**Title** IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION

**Author** Miss Wichuda Singkam

**Degree** Doctor of Philosophy in Applied Economics

**Advisory Committee Chairperson** Assistant Professor Dr. Nirote Sinnarong

## ABSTRACT

The purpose of this the factors of climatic conditions on the incidence of diseases caused by $PM_{2.5}$. An analysis of people's adaptation in preventing diseases, from $PM_{2.5}$. To find health care solutions that are up to date with the climate caused by $PM_{2.5}$. By using climatic factors on the incidence of disease from $PM_{2.5}$ monthly data from 2014 to 2020. This study analyzed the stillness of the data. Test the fixed and random effects equation model and check for the problem of variability of inconsistency. And solved the problem with the most common least squares estimation possible (FGLS). The results of the study found that:

Climatic factors affecting disease incidence from $PM_{2.5}$ were as follows: if the lowest mean temperature, highest mean temperature, hotspot, $PM_{2.5}$ and mean relative humidity (%) increased by 1%, it had an effect on the incidence of COPD by 0.92% 0.42%, 0.04% 0.25% and 0.42%. In addition, if the highest mean temperature, $PM_{2.5}$ hotspot, the mean relative humidity (%) increased by 1%, had an effect on the incidence of new CHD cardiovascular disease increased by 2.28%, 0.06%, 0.03% and 2.12%, respectively. Including a 1% increase in mean peak temperature, $PM_{2.5}$ and mean relative humidity (%) increased the incidence of CD or STROKE in new cases by 1.47%, 0.06% and 1.48%, respectively.

Analysis of people’s adaptation in preventing disease from $PM_{2.5}$, questionnaire was used to collect data from people. 400 cases in Chiang Mai area by Ordered Logit Regression Analysis. The results of the analysis revealed that:

Individual factors include exposure to dust, smoke from agricultural incinerators and waste incineration. Receiving information about $PM_{2.5}$ from websites, Facebook, television and voice announcements by the headman, the variable factors for preventive and health care behaviors were the cost of purchasing masks per household, wearing behavior. Willing to pay for a mask to protect when they have their own health problems. To prevent respiratory diseases that may occur in the long term and to want the family children safe from $PM_{2.5}$. Including being willing to pay more money to buy a purifier buy because they want their family to be safe from $PM_{2.5}$.

Health care approaches that are up to date with the climate caused by $PM_{2.5}$ using in-depth interviews from a small group of $PM_{2.5}$ experts, the results of the study found that practices for people who are up to date with the climate caused by microdust are as follows: 1) Should reduce outdoor activities 2) Stay indoors when the level of $PM_{2.5}$ in the air is high 3) Improve indoor air quality close the windows completely the high airborne $PM_{2.5}$. By using an air purifier or air conditioner 4) Wearing an appropriate respiratory mask 5) Real-time monitoring of $PM_{2.5}$ levels. 6) Particulate matter $PM_{2.5}$ AQI value, air quality, value according to the color scale to follow the correct. This study indicates that: The problem of particulate matter in the upper northern region has a direct impact on the long-term $PM_{2.5}$ related diseases, to prevent the impact that will occur. Public health and health related agencies awareness should be the long-term effects of aims to educate and present information on alarms quickly. To reduce the impact of microparticles and to provide health care solutions impacts of $PM_{2.5}$ and guidelines for climate-smart healthcare.

Keywords : Climate Change, PM2.5, Chronic obstructive pulmonary disease (COPD), Coronary heart disease (CHD), Stroke or cerebrovascular, Climate-Smart Healthcare

# กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิโรจน์ สินณรงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิทย์ อัจฉริยะพานิชกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร.เกศสุดา สิทธิสันติกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ รองศาสตราจารย์ ดร.นิสิต พันธมิตร ให้ข้อเสนอแนะที่ดี จนดุษฎีนิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริยจรัส เตชะตันมีนสกุล ในการเสนอแนะ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องจนสมบูรณ์ รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ แนวคิด และแนวทางในการศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ประสานงานการให้ข้อมูลและการเก็บข้อมูลทุกท่าน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานราชการ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 (ลำปาง) และสภาลมหายใจเชียงใหม่ ที่ได้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

ขอบพระคุณครอบครัว บิดา นายณัฐทกรณ์ สิงห์คำ และมารดา นางกอบแก้ว สิงห์คำ ผู้ให้ชีวิตและแสงสว่างแห่งปัญญา สนับสนุนทั้งแรงกาย แรงใจ เงินทุนและให้ความสะดวกสบายพร้อมกำลังใจตลอด อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นเศรษฐศาสตร์ประยุกต์รุ่น 5 ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร ภาคีฉาย ที่ได้สอนวิธีการเรียนรู้และแนวทางแก้ปัญหาในยามที่มีปัญหาด้านการเรียน และ ดร. จตุรงค์ บุนนาค ที่กระตุ้นให้มีสติและให้กำลังใจมาตลอด จึงขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณโอกาสทางการศึกษาจากต้นสังกัดที่ให้ทุนการศึกษา คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี สาขาเศรษฐศาสตร์การเงินการคลัง มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ หวังว่าดุษฎีนิพนธ์เล่มนี้จะก่อประโยชน์แก่บุคคลที่เกี่ยวข้องไม่มากก็น้อย การทำงานใดๆ ย่อมมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้จะด้วยตั้งใจหรือไม่ก็ตาม หากความดีของงานดุษฎีนิพนธ์นี้บังเกิดขึ้น ขอมอบให้แด่ทุกท่านที่ได้กล่าวคำขอบคุณไว้ในข้างต้น และสำหรับความผิดพลาด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบคุณตัวเองที่ชนะโรคภัยทั้งปวง รวมถึงสามารถชนะใจตัวเองไม่ยอมแพ้กับอุปสรรคใดๆ ไม่ท้อแท้ มุ่งมั่น ลุกขึ้นสู้ จนกระทั่งถึงห้วงแห่งความสำเร็จ คำกล่าวที่ว่า ดร. ไม่ใช่รู้อย่างถ่องแท้ในศาสตร์เพียงเท่านั้นแต่ต้องใช้ความอดทนเป็นอย่างยิ่งบัดนี้ผู้วิจัยได้เรียนรู้อย่างแท้จริงแล้ว

วิชุดา สิงห์คำ

# สารบัญ

**หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ซ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย ..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 9
ขอบเขตของการวิจัย ..... 9
นิยามศัพท์ ..... 11
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 12
ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 12
แนวคิดและทฤษฎีผลกระทบจากโรคจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบให้เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 39
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับแนวทางการปรับตัวของประชาชน ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 56
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชน ที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ..... 75
กรอบแนวคิดงานวิจัย ..... 83
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย ..... 84

การเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 84
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 85
เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 87
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ..... 87
การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 89
การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 90
บทที่ 4 ผลการศึกษา ..... 106
ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 106
การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 128
แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 158
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ ..... 166
สรุปผล ..... 166
อภิปรายผล ..... 171
ข้อเสนอแนะ ..... 174
บรรณานุกรม ..... 176
ภาคผนวก ..... 187
ภาคผนวก ก แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยลงพื้นที่ ..... 188
ภาคผนวก ข แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย IOC ..... 192
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก ..... 196
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ..... 202
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูล ..... 208
ภาคผนวก ฉ ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect) ของตัวแปรอิสระต่อความน่าจะเป็น ของการปฏิบัติตาม CMSHC ในแต่ละระดับ ..... 212

ภาคผนวก ช ผลการประมาณค่าแบบจำลองผลกระทบโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหลอดเลือดหัวใจ CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD แบบ Random Effects Model With FGLS ..... 222

ภาคผนวก ซ ภาพประกอบในการลงพื้นที่เก็บแบบสอบถาม ..... 228

ภาคผนวก ฌ ภาพประกอบการสัมภาษณ์ผ่านโปรแกรมซูม (Zoom) ..... 230

ภาคผนวก ญ ประวัติผู้วิจัย ..... 235

บรรณานุกรม ..... 237

ประวัติผู้วิจัย ..... 238

# สารบัญตาราง


**ตารางที่** **หน้า**

1 สรุปงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาในที่โล่งในภาคการเกษตรและผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทย 23

2 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย ..... 30

3 ดัชนีความร้อน (Heat Index) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ..... 43

4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากดัชนีความร้อน ..... 43

5 ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในต่างประเทศ ..... 44

6 สรุปผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ทำให้โรคในต่างประเทศ ..... 46

7 สรุปผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และแหล่งที่มาของข้อมูล ..... 51

8 ตัวแปร ความหมายและวิธีการวัดในแต่ละตัวแปรของการวิเคราะห์ ..... 100

9 สถิติเชิงพรรณนาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก 107

10 แสดงจำนวนผู้ป่วยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD ..... 108

11 แสดงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดเรียงลำดับสูงสุดถึงต่ำสุดโรคทางเดินหายใจ COPD ..... 110

12 แสดงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดเรียงลำดับสูงสุดถึงต่ำสุดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD ..... 111

13 แสดงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดเรียงลำดับสูงที่สุดถึงต่ำที่สุดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD 113

14 ผลการทดสอบ Panel Unit Root Test ที่ระดับ Level I(0) โดยวิธี ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธี Augmented Dickey-Fuller Tests และ ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธี PP-Fisher Chi-square tests PP-Fisher Chi-Square Unit Root Tests ..... 114

15 ผลการทดสอบ Hausman’s Specification Test ในโรคทางเดินหายใจ (COPD) โรคหัวใจและหลอดเลือด (CHD) และโรคหลอดเลือดสมอง (CD) สะสมรายปี ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จากการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557- 2563 รายเดือน 12 เดือน ในรอบ 7 ปี และ 8 จังหวัด ..... 115

**ตารางที่** **หน้า**

16 ผลการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity Test ด้วยวิธี Wald Test ในโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD สะสมรายปี ..... 116
17 ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD ..... 117
18 ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD ..... 120
19 ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE ..... 124
20 สรุปปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ..... 127
21 ข้อมูลทั่วไปและรายได้รวมต่อครัวเรือน ..... 129
22 โรคประจำตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ..... 131
23 การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 132
24 การปรับตัวและการป้องกันตนเองด้านสุขภาพ ..... 134
25 อาการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย ..... 136
26 ระดับอาการที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับผลกระทบจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ..... 138
27 การรักษาอาการเมื่อเกิดผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 139
28 การป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเครื่องฟอกอากาศในบ้าน ..... 140
29 ลำดับการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ ..... 142
30 การปรับตัวตามแนวปฏิบัติเพื่อป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 145
31 การปรับตัวจากแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 147
32 การดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Healthcare) ..... 150
33 การเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ ..... 157
34 เปรียบเทียบ $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI ..... 162
35 เปรียบเทียบ $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI ..... 169
36 ข้อควรปฏิบัติกลุ่มคนไวต่อมลพิษในอากาศ $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI ..... 170

# สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**


1 แสดงมูลค่าความเสียหายจากฝุ่นละอองขนาดเล็กทุกๆ 1 ไมโครกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ต่อปีที่เพิ่มขึ้น หน่วยเป็นล้านบาท ..... 2
2 แสดงผลกระทบจากการสัมผัสฝุ่นจิ๋ว ($PM_{2.5}$) ..... 5
3 แสดงค่าเฉลี่ยรายปีย้อนหลัง 10 ปี ..... 7
4 จำลองการเกิดความร้อนผกผันแบบปิดที่ส่งผลกระทบในประเทศไทย เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ..... 14
5 แผนที่ดาวเทียมภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ..... 15
6 แสดงจุดความร้อน (Hotspot) ..... 18
7 แสดงการกระจายขนาดของฝุ่นละออง ..... 20
8 การเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวทางพื้นที่ของละอองฝุ่นละอองขนาดเล็กลอย เฉลี่ยในช่วงวันที่ 1-15 มีนาคม ปี พ.ศ. 2561, 2562 และ 2563 ..... 22
9 แสดงคุณภาพอากาศในเวลา 365 วัน ย้อนหลัง 3 ปี ..... 31
10 แสดงเปรียบเทียบจำนวนจุดความร้อนจาก VIIS สะสม ในเดือนธันวาคมระหว่าง ปี พ.ศ. 2558-2562 ในพื้นที่ภาคเหนือ ..... 32
11 แสดงจุดความร้อนจาก 9 จังหวัด ข้อมูล วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ..... 33
12 แสดงค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ค่าสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ..... 34
13 แสดงอนุภาคขนาดเล็กของฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร ..... 35
14 แสดงกราฟิกกระบวนส่องผ่านฝุ่นละอองขนาดเล็ก ..... 36
15 แสดงการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานอากาศ Thai AQI กับ US AQI ..... 38
16 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพ ..... 40
17 แสดงการใช้ ฮ KA-32 เฮลิคอปเตอร์ส่วนบัญชาการของกองทัพบก ..... 64
18 แสดงเครื่องบินลำเลียง BT-67 ปฏิบัติภารกิจบินโปรยละอองน้ำเหนือบริเวณประตูท่าแพ ..... 64
19 แสดงควันไอเสียจากรถยนต์ ..... 68
20 แสดงแบ่งเขตสาธารณสุขตามยุทธศาสตร์พัฒนา 6 ภาคของรัฐบาล ..... 82
21 กรอบแนวคิดงานวิจัย ..... 83
22 แผนผังขั้นตอนการทดสอบความสัมพันธ์ทางเศรษฐมิติ ..... 93

**ภาพที่** **หน้า**

23 แสดงกราฟจำนวนผู้ป่วยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD สูงสุดและต่ำสุด ..... 108
24 แสดงกราฟจำนวนผู้ป่วยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 และรายจังหวัด โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD..... 109
25 การวัดอัตราผู้ป่วยใหม่โรคทางเดินหายใจ COPD รายจังหวัด ที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ..... 110
26 ผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD รายจังหวัดที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย..... 111
27 ผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD รายจังหวัดที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย..... 112
28 แสดงร้อยละของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD ..... 120
29 แสดงร้อยละของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือดหัวใจ CHD..... 123
30 แสดงร้อยละของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคหลอดเลือด ในสมอง CD หรือ STROKE..... 126
31 สรุปปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก..... 128
32 แนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare)..... 165
33 แนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare)..... 169

# บทที่ 1
# บทนำ

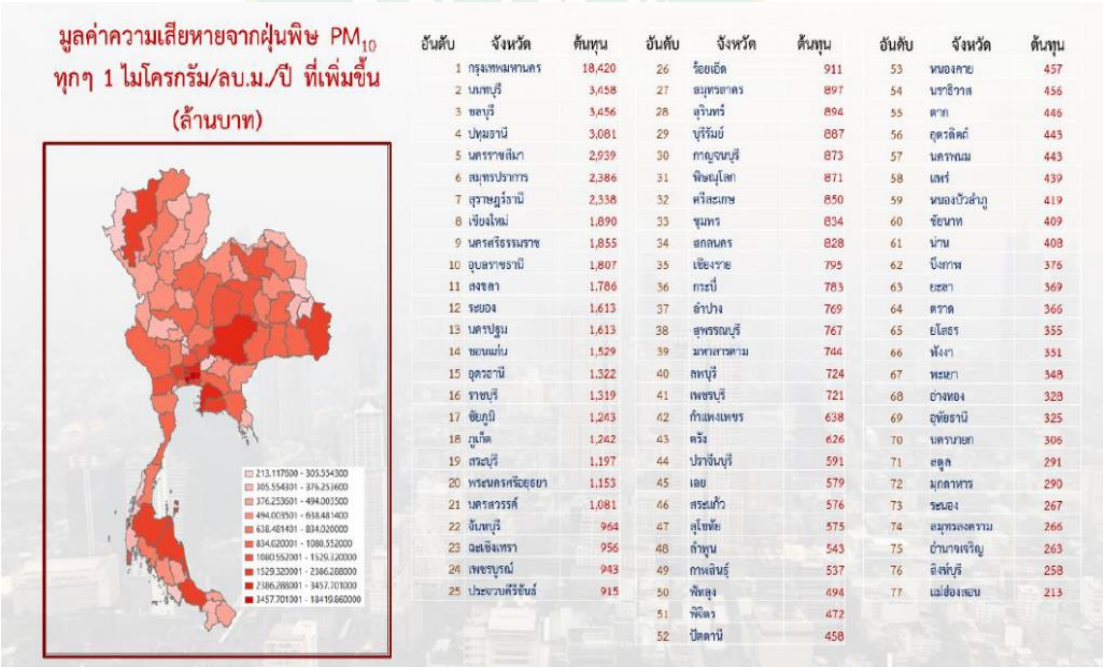
## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นอีกประเด็นที่ประชาคมโลกให้ความสำคัญอย่างมากในช่วงที่ผ่านมาทั้งนี้องค์การอนามัยโลกให้ความสำคัญมลพิษทางอากาศ เพราะอากาศเป็นสิ่งที่มนุษย์หายใจเข้าไป ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ของการดำรงชีวิตและเป็นปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุดในโลก จากการประเมินผลของโรคที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2016 พบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศภายนอกอาคารเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเสียชีวิตอันดับที่ 5 ของโลก ซึ่งก่อให้เกิดการเสียชีวิตประมาณ 4.2 ล้านคน (ร้อยละ 7.6 ของการเสียชีวิตทั่วโลก) (ณรงค์พันธ์ ฉุนรัมย์, 2562) นอกจากปัญหาผลกระทบด้านสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็กยังสร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจเป็นมูลค่ามหาศาล ประมาณการมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดจากมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลอยู่ที่ 2.9 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี หรือคิดเป็น 3.3% ของจีดีพีโลก (ธิดารัตน์ ผลพิบูลย์ และคณะ, 2557) เฉพาะการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เป็นสาเหตุของมูลค่าความเสียหายโดยรวมทางเศรษฐกิจ 2.2 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (อนุสรา รอดธานี, 2558) ความเสียหายด้านสุขภาพจากมลพิษทางอากาศส่งผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) เนื่องจากความเสี่ยงเพิ่มขึ้นจากการเจ็บป่วยเรื้อรัง โรคหอบหืด ขาดงาน คลอดก่อนกำหนด และผลกระทบด้านสุขภาพอื่นๆ

ประเทศไทยปัญหามลพิษทางอากาศซึ่งเป็นผลกระทบในวงกว้าง ประชาชนเพิ่งเกิดความตื่นตัวกันอย่างมากในช่วง 3-4 ปี เนื่องจากสถานการณ์วิกฤตคุณภาพอากาศหลายพื้นที่ของประเทศมีปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 2.5 ไมครอน หรือ “พีเอ็ม 2.5” สูงจนอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายร้ายแรงต่อสุขภาพ กลายมาเป็นส่วนหนึ่งปัญหาที่ผลกระทบในชีวิตประจำวัน ซึ่งตอนนี้สิ่งที่ประชาชนปฏิบัติเป็นกิจวัตรประจำวัน คือ การเข้าแอปพลิเคชันวัดสภาพอากาศ ดูค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพื่อจะได้วางแผนกิจกรรมในแต่ละวันได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้แผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ “การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง” (ลดาวัลย์ คำภา, 2561) เมื่อเดือนกันยายน 2562 โดยมีมาตรการ 3 มาตรการ ได้แก่ 1) การเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ 2) การป้องกันและลดการเกิดมลพิษที่ต้นทาง (แหล่งกำเนิด) และ 3) การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการมลพิษและได้มีการระบุแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองไว้ 5 ส่วน ได้แก่ การคมนาคมขนส่ง การเผาในที่โล่ง ภาคอุตสาหกรรม การก่อสร้าง และหมอกควันข้ามแดน ซึ่งสอดคล้องกับ

แนวคิดของนักวิชาการด้านมลพิษทางอากาศทั่วโลก เพื่อวางแนวทางเพื่อแก้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อไป

ทุกภาคของประเทศไทยประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศ ปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับสาเหตุของการเกิดมลพิษทางอากาศแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ส่งผลกระทบต่อประเทศไทย ผลกระทบที่ชัดเจน คือ ส่งผลต่อเศรษฐกิจไทยถึงประมาณ 3,200-6,000 ล้านบาท แบ่งเป็นค่าเสียโอกาสด้านสุขภาพ เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าหน้ากากอนามัย เครื่องฟอกอากาศ ประมาณ 2,000-3,000 ล้านบาท (ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ และ ณัฐพศุตม ภัทธิราสินสิริ, 2563)




| อันดับ | จังหวัด | ต้นทุน | อันดับ | จังหวัด | ต้นทุน | อันดับ | จังหวัด | ต้นทุน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | กรุงเทพมหานคร | 18,420 | 26 | ร้อยเอ็ด | 911 | 53 | หนองคาย | 457 |
| 2 | นนทบุรี | 3,658 | 27 | สมุทรสาคร | 897 | 54 | นราธิวาส | 456 |
| 3 | ชลบุรี | 3,456 | 28 | อุบลฯ | 894 | 55 | ตาก | 446 |
| 4 | ปทุมธานี | 3,081 | 29 | บุรีรัมย์ | 887 | 56 | อุตรดิตถ์ | 443 |
| 5 | นครราชสีมา | 2,939 | 30 | กาญจนบุรี | 873 | 57 | นครพนม | 443 |
| 6 | สมุทรปราการ | 2,386 | 31 | พิษณุโลก | 871 | 58 | แพร่ | 439 |
| 7 | สุราษฎร์ธานี | 2,338 | 32 | ศรีสะเกษ | 850 | 59 | หนองบัวลำภู | 419 |
| 8 | เชียงใหม่ | 1,890 | 33 | ชุมพร | 834 | 60 | ชัยนาท | 409 |
| 9 | นครศรีธรรมราช | 1,855 | 34 | สกลนคร | 828 | 61 | น่าน | 408 |
| 10 | อุบลราชธานี | 1,807 | 35 | เชียงราย | 795 | 62 | บึงกาฬ | 376 |
| 11 | สงขลา | 1,786 | 36 | กระบี่ | 783 | 63 | ยะลา | 369 |
| 12 | ระยอง | 1,613 | 37 | ลำปาง | 769 | 64 | ตราด | 366 |
| 13 | นครปฐม | 1,613 | 38 | สุพรรณบุรี | 767 | 65 | ยโสธร | 355 |
| 14 | ขอนแก่น | 1,529 | 39 | มหาสารคาม | 744 | 66 | พังงา | 351 |
| 15 | อุดรธานี | 1,322 | 40 | ลพบุรี | 724 | 67 | พระนา | 348 |
| 16 | ราชบุรี | 1,319 | 41 | เพชรบุรี | 721 | 68 | อ่างทอง | 328 |
| 17 | ชัยภูมิ | 1,243 | 42 | กำแพงเพชร | 638 | 69 | อุทัยธานี | 325 |
| 18 | ภูเก็ต | 1,242 | 43 | ตรัง | 626 | 70 | นครนายก | 306 |
| 19 | สระบุรี | 1,197 | 44 | ปราจีนบุรี | 591 | 71 | สตูล | 291 |
| 20 | พระนครศรีอยุธยา | 1,153 | 45 | เลย | 579 | 72 | มุกดาหาร | 290 |
| 21 | นครสวรรค์ | 1,081 | 46 | สระแก้ว | 576 | 73 | ระนอง | 267 |
| 22 | จันทบุรี | 964 | 47 | สุโขทัย | 575 | 74 | สมุทรสงคราม | 266 |
| 23 | ฉะเชิงเทรา | 956 | 48 | ลำพูน | 543 | 75 | อำนาจเจริญ | 263 |
| 24 | เพชรบูรณ์ | 943 | 49 | กาฬสินธุ์ | 537 | 76 | สิงห์บุรี | 258 |
| 25 | ประจวบคีรีขันธ์ | 915 | 50 | พัทลุง | 494 | 77 | แม่ฮ่องสอน | 213 |
| | | | 51 | พิจิตร | 472 | | | |
| | | | 52 | ปัตตานี | 458 | | | |

**ภาพที่ 1** แสดงมูลค่าความเสียหายจากฝุ่นละอองขนาดเล็กทุกๆ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อปีที่เพิ่มขึ้น หน่วยเป็นล้านบาท

ที่มา: วิษณุ อรรถวานิช (2562)

จากภาพที่ 1 แสดงมูลค่าความเสียหายจากฝุ่นละอองขนาดเล็กทุกๆ 1 ug $m^{-3}$ ต่อปีที่เพิ่มขึ้น หน่วยเป็นล้านบาท จังหวัดที่มีมูลค่าความเสียหายมากที่สุด โดยจากการประมาณมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายหน่วยสุดท้ายรายจังหวัดทั่วประเทศไทยได้ด้วย โดยใช้รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนต่อปีของจังหวัดต่างๆ ที่มีการรายงานโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ผลการศึกษาพบว่า ในทุกๆ 1 μg $m^{-3}$

ของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เพิ่มขึ้นเกินกว่าระดับปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน ครัวเรือนเต็มใจที่จะจ่าย 3,458 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดนนทบุรี 3,456 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดชลบุรี 3,081 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดปทุมธานี 2,939 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดนครราชสีมา 2,386 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดสมุทรปราการ 2,338 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,890 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดเชียงใหม่ 1,855 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดนครศรีธรรมราช และ 1,807 ล้านบาทต่อปี ในจังหวัดอุบลราชธานี ตามลำดับ นั้นในภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่มีระดับความเต็มใจที่จ่ายในการป้องกันสุขภาพมากที่สุด

ทั้งนี้ความเสียหายด้านสุขภาพจากมลพิษทางอากาศยังส่งผลต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) เนื่องจากความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นจากการเจ็บป่วยเรื้อรัง โรคหอบหืด ขาดงาน คลอดก่อนกำหนด และผลกระทบด้านสุขภาพอื่นๆ ศูนย์วิจัยด้านพลังงานและอากาศสะอาด (CREA) ได้ทำงานร่วมกับ AirVisual และกรีนพีซ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อนำเสนอเครื่องมือออนไลน์สำหรับติดตามผลกระทบด้านสุขภาพและความเสียหายทางเศรษฐกิจจากมลพิษทางอากาศในประเทศไทยตามเวลาจริงพบว่า ในจำนวน 6 จังหวัดของประเทศไทย กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศมากที่สุด มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจรวมไปถึงการขาดงานเนื่องจากลาป่วย จำนวนประชากรที่ต้องทุกข์ทรมานจากโรคหอบหืด เช่นเดียวกับประชากรที่ต้องเข้าออกโรงพยาบาลจากอาการที่เกี่ยวข้องกับโรคหอบหืด จำนวนปีที่เสียชีวิตก่อนวัยอันควรหรือเจ็บป่วย และการคลอดก่อนกำหนด รวมกันเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ 8 พันล้านเหรียญสหรัฐ ผลกระทบต่อสุขภาพที่เฉพาะเจาะจงกับมลพิษทางอากาศ ลองพิจารณาตัวอย่างเมืองที่สมมติว่าให้มีประชากร 1 ล้านคน ซึ่งมีอัตราการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งในเมืองนี้คือ 100 คนต่อปีต่อประชากร 100,000 คน ดังนั้นในทุกๆ ปี จะมีประชากร 1,000 คน เสียชีวิตจากโรคมะเร็งปอด สัดส่วนการเสียชีวิตนี้มีความเชื่อมโยงกับมลพิษทางอากาศจากการประเมินในแบบจำลองความเสี่ยงที่พัฒนาโดย The Global Burden of Disease Project การหาระดับค่าเฉลี่ยมลพิษ $PM_{2.5}$ รายปีอยู่ที่ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเสี่ยงจากการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งปอดจะสูงขึ้นกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในที่อากาศสะอาดถึงกว่าร้อยละ 25 ระดับของมลพิษเฉลี่ยรายปี เครื่องมือแสดงผลของเราได้คาดการณ์ผลกระทบสุขภาพและต้นทุนทางเศรษฐกิจของปีที่ผ่านมา (365 วัน) จากการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ (อรรถวุฒิ พงษ์โสภาวิจิตร และ ธนวิทย์ บุตรอุดม, 2559) จากนั้นเราได้คำนวนขอบเขตของการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศในปีที่ผ่านมา นับตั้งแต่วันเริ่มต้นปีของปฏิทินและให้ความสำคัญในส่วนของผลกระทบตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563 จนถึงปัจจุบัน (ศูนย์วิจัยด้านพลังงานและอากาศสะอาด, 2563)

ในขณะที่ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือที่ไม่ได้รับความสนใจจากสังคมไทยโดยรวมมากนัก แม้เป็นปัญหาต่อเนื่องยาวนานมากกว่าสิบปี มาในปี พ.ศ. 2562 ก็มีความรุนแรงและยาวนานมากกว่าหลายปีที่ผ่านมา จึงเป็นเหตุประกอบกันทำให้สังคมไทยตื่นตัวมากขึ้นกับปัญหาของคุณภาพ

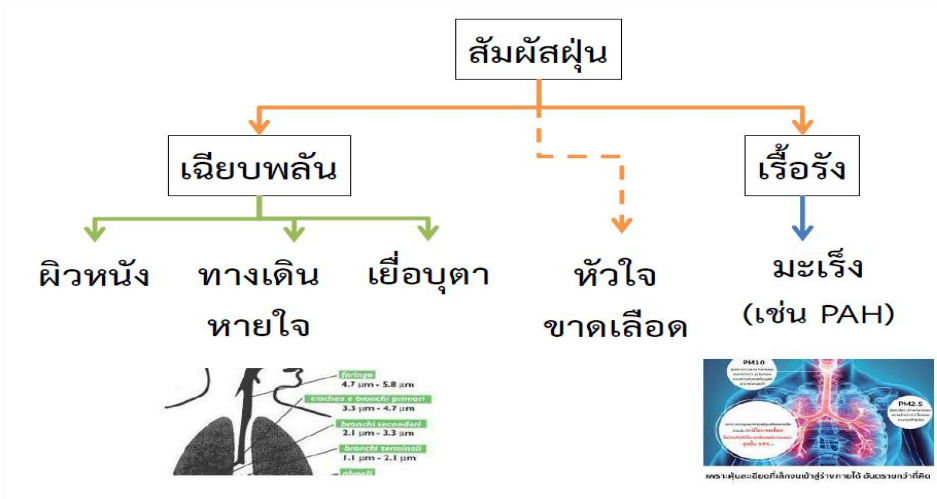
อากาศใช้หายใจ โดยเฉพาะความวิตกกังวลถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากการหายใจอากาศที่ปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย (เครือข่ายอากาศสะอาด (CLEAN AIR NETWORK THAILAND), 2562) ทั้งนี้ การร่วมมือกับจังหวัดในภาคเหนือ ได้แก่ ลำปาง แม่ฮ่องสอน ลำพูน น่าน และจังหวัดเชียงใหม่ ลงพื้นที่ร่วมแก้ไขปัญหาหมอกควันร่วมมือกับต่างประเทศเพื่อแก้ไขปัญหาหมอกควัน เช่น โครงการวิจัยเครือข่ายประเทศไร้หมอกควันสำหรับกลุ่มประเทศอาเซียนตอนบน (Haze Free Country Network in Upper ASEAN) ภายใต้แผนวิจัยประเทศไทยไร้หมอกควัน (Haze Free Thailand) ร่วมด้วยความร่วมมือระหว่างเครือข่ายพันธมิตรมหาวิทยาลัยเพื่อการวิจัย (Research University Network: RUN) นำทีมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ไขปัญหาหมอกควัน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประสานความร่วมมือกับ 4 ประเทศ คือ กัมพูชา เวียดนาม พม่า และลาว ผลักดันให้เกิดเครือข่ายการแก้ไขและป้องกันจากปัญหาหมอกควันฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือเกิดจากสาเหตุหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากหมอกควันข้ามแดนและการเผาในพื้นที่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน สภาวะเศรษฐกิจ ของพื้นที่ภาคเหนือและธุรกิจโดยตรง

ปัญหามลพิษอากาศเป็นปัญหาที่มีมายาวนานในประเทศไทย สารมลพิษอากาศที่พบเกินค่ามาตรฐานในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน โดยพบค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{10}$) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) การได้รับสัมผัสสารมลพิษอากาศในระยะเวลาที่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนไม่ว่าจะเป็นชนิดเฉียบพลันหรือเรื้อรัง จากการหายใจ (เอกภัทร ลักษณะคำ และคณะ, 2561) ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่ทางภาครัฐต้องรับผิดชอบตามมาอย่างมหาศาล

จากปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อย่างมากโดยช่วงที่เกิดปัญหาหมอกควันมักพบว่า มีจำนวนผู้ป่วยทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลเพิ่มขึ้นและสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2552) นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพแก่ประชาชนทั้งระยะสั้นและระยะยาว เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเฉพาะขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) สามารถสูดหายใจเข้าไปได้จนถึงระดับเซลล์ถุงลมปอดและสารพิษบางชนิดที่มากับฝุ่นขนาดเล็กทำลายดีเอ็นเอของเซลล์ถุงลมปอดได้ ทำให้ผู้ที่สูดฝุ่นละอองขนาดเล็กมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งปอดได้ (สาวิตรี จำปาหอม, 2559)

ทั้งนี้ประชากรโลกเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเพราะมลพิษทางอากาศเฉลี่ย 6.5-7 ล้านคนต่อปี เป็นเด็กถึง 1.7 ล้านคน ในปี 2560 ซึ่งจีนและอินเดียคือ ประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากมลพิษและฝุ่นละอองสูงที่สุดในโลก โดยในประเทศจีนอัตราการเสียชีวิตสูงถึง 1 ล้านคน ส่วนอินเดียกว่า 6 แสนคน ขณะที่ในประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตอยู่ที่ 5 หมื่นคน ในจำนวนนี้ 2.2 หมื่นคนเสียชีวิตเพราะสูดเอาค่าฝุ่นละอองที่เกินมาตรฐานเข้าไปจนเกิดโรคร้าย เช่น มะเร็งปอด โรคหัวใจ

ขาดเลือด โรคหลอดเลือดในสมอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบข้อมูลว่า เกือบ 90% คนที่เสียชีวิตจากมลพิษในอากาศอยู่ในประเทศที่มีรายได้น้อยถึงรายได้ปานกลาง ทั้งนี้กลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และกลุ่มแปซิฟิกตะวันตกรวมถึงจีนมีแนวโน้มระดับความเข้มข้นค่าฝุ่นละอองสูงขึ้นและเมืองใหญ่ของโลก 30 เมือง ที่ก่อมลพิษมากที่สุดมี 25 แห่ง อยู่ในเอเชีย (Nation Channel, 2019)




**ภาพที่ 2** แสดงผลกระทบจากการสัมผัสฝุ่นจิ๋ว ($PM_{2.5}$)

ที่มา: ขจรศักดิ์ แก้วขจร (2561)

อีกทั้งจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความเชื่อมโยงความสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกับการพัฒนาของโรคอ้วน (Lanza et al., 2017) โรคเบาหวานประเภท 2 (Zhao et al., 2018) และโรคเกี่ยวกับระบบประสาท จนถึงปัจจุบันกลไกระดับโมเลกุลของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM) ที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ด้านสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ และการศึกษามีการสุ่มตัวอย่างนานหนึ่งปีที่กรุงเตหะราน ซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศอิหร่านและเมืองที่มีประชากรมากที่สุดในเอเชียตะวันตก โดยมีประชากรที่ได้รับผลกระทบ จากการศึกษาประมาณ 13 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2559 (ศูนย์สถิติแห่งอิหร่าน, 2559) กรุงเตหะรานได้รับผลกระทบจากมลภาวะทางอากาศที่รุนแรงและพายุฝุ่นที่เกี่ยวข้องกับการตายสูง การเสียชีวิตของผู้ที่มาจากกรุงเตหะรานจำนวน 3,800 คน นั้นเกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) ในปี พ.ศ. 2558 (ณรงค์พันธ์ ฉุนรัมย์, 2562) สาเหตุที่องค์การอนามัยโลกสนใจตัวฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้เป็นพิเศษ ทางการแพทย์บ่งชี้ว่ามันสามารถทำให้เส้นเลือดหดตัว

ความดันโลหิตสูงขึ้น ชีพจรเต้นเร็วขึ้น ไปจนถึงปัญหาด้านหลอดเลือดหัวใจและหัวใจขาดเลือด ซึ่งทำให้กลุ่มเสี่ยงหรือคนที่เป็นโรคหัวใจอยู่แล้วถึงกับเสียชีวิตได้ (ณรงค์พันธ์ ฉุนรัมย์, 2562)

การปรับตัวปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ แล้วอยู่ในระดับที่วิกฤติ ประเทศสหรัฐอเมริกาเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศสูงเป็นอันดับ 7 ของโลก จากการรายงานของสถาบันวิจัยนโยบายพลังงานแห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก สหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2561 ที่พบว่าในปี พ.ศ. 2559 มีประชากรไทย ถึงร้อยละ 75 อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศเกินกว่าระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ โดยมีสาเหตุสำคัญประการหนึ่ง คือการที่รัฐไทยกำหนด “เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ” ของประเทศที่ยินยอมให้มีระดับของมลพิษในอากาศของไทยสูงกว่าระดับที่องค์กรอนามัยโลกแนะนำไว้ถึงสองเท่า จึงเป็นเหตุให้คนไทยเสียชีวิตก่อนเวลาอันควรถึง 2.1 ปีโดยเฉลี่ย ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ในระดับพื้นที่แล้ว พบว่าผู้คนในกรุงเทพมหานครเสียชีวิตก่อนเวลาอันควรถึง 2.4 ปี โดยเฉลี่ย และพื้นที่ที่เลวร้ายที่สุดในประเทศ คือ จังหวัดเชียงรายที่มีสถิติอยู่ที่ 3.9 ปีโดยเฉลี่ย ซึ่งรายงานฉบับนี้ประกอบกับข้อมูลหลักฐานทางวิชาการและข้อค้นพบจากการศึกษาวิเคราะห์ของเครือข่ายอากาศสะอาด ทำให้พบว่า รากฐานที่สำคัญของปัญหามลพิษทางอากาศ คือ การที่รัฐไทยให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

ทั้งนี้ทางกรมควบคุมมลพิษเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) มีการติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบพื้นที่ทั่วไปและชั่วคราว จำนวน 29 จังหวัด เพื่อตรวจวัดสารมลพิษ โดยในปี พ.ศ. 2560 มีค่าเกินมาตรฐาน 19 จังหวัด จาก 33 จังหวัดที่มีการตรวจวัด โดยค่าเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 20.0-103.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มคก./ลบ.ม.) ค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ 41.0 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 50.0 มคก./ลบ.ม.) ซึ่งลดลงจาก พ.ศ. 2559 ร้อยละ 4.0 ส่วนค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 3.0-268.0 มคก./ลบ.ม. ค่าสูงสุดเฉลี่ยทั้งประเทศ 117.0 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 120.0 มคก./ลบ.ม.) เมื่อพิจารณาในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2551-2560) พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีแนวโน้มลดลง ยกเว้นพื้นที่ตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี ที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ที่เกินค่ามาตรฐานอยู่ มีค่าเกินมาตรฐานในบริเวณริมถนนมากกว่าพื้นที่ทั่วไปถึง 2 เท่า แต่มีแนวโน้มเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลดลงจากปี พ.ศ.2556 ร้อยละ 4 และพบว่า ก๊าซโอโซน เกินค่ามาตรฐานในบริเวณรอบนอกตัวเมือง (พื้นที่ปริมณฑล) แนวโน้มเฉลี่ยทั้งพื้นที่มีแนวโน้มไม่เปลี่ยนแปลงจาก 5 ปี ที่ผ่านมา (ภาพที่ 3)

**ภาพที่ 3** แสดงค่าเฉลี่ยรายปีย้อนหลัง 10 ปี

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2562)

แม้ว่ามลภาวะทางอากาศจะมีผลกระทบต่อประชากรในทุกพื้นที่ ทุกอายุ ทุกสังคม แต่มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดความเจ็บป่วยและเสียชีวิตในกลุ่มเสี่ยงบางกลุ่มมากกว่าบุคคลทั่วไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณมลภาวะที่สัมผัส ได้แก่ ผู้สูงอายุ เด็ก ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว โดยเฉพาะโรคหัวใจ โรคปอด (เช่น โรคหอบหืด โรคถุงลมโป่งพอง โรคมะเร็งปอด) โรคอัมพาต โรคเบาหวาน โรคไตเรื้อรัง ผู้หญิงตั้งครรภ์ ผู้ที่สูบบุหรี่และผู้ที่มีภาวะอ้วน เป็นต้น (อนันต์ ตั้งเจียมศรี, 2560) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง $PM_{2.5}$ ส่งผลต่อเด็กเล็ก การที่เด็กมีความเสี่ยงจาก $PM_{2.5}$ มากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอากาศที่หายใจเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวของเด็กจะมากกว่าผู้ใหญ่ จึงได้รับสารที่เป็นพิษในอากาศมากกว่า และเด็กใช้เวลากิจกรรมกลางแจ้งที่มากกว่าผู้ใหญ่และอาจได้รับผลของมลภาวะอากาศในบ้านถ้ามีการเผาไหม้สารชีวมวลสำหรับการทำอาหารและเพิ่มความร้อนภายในบ้าน นอกจากนี้อีกทั้งร่างกายของเด็กยังเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ ปอดและระบบภูมิคุ้มกันเริ่มพัฒนาในช่วงที่เป็นตัวอ่อนในครรภ์และพัฒนาต่อเนื่องหลังจากที่คลอดเป็นเวลาหลายปี โดยพบว่า ทารกแรกคลอดมีปริมาณถุงลมในปอดประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณทั้งหมดเมื่อถึงวัยผู้ใหญ่ ดังนั้นการได้รับสารพิษในอากาศตั้งแต่อยู่ในครรภ์และช่วงวัยเด็กเล็กจะทำให้ปอดและหลอดลมเกิดอันตรายและไม่สามารถพัฒนาได้อย่างเต็มที่ส่งผลให้การทำงานของปอดลดลง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของปอดไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ รวมถึงมีรายงานการเสียชีวิตของทารกหลังคลอดจากการติดเชื้อในระบบทางเดิน

หายใจเนื่องจากสัมผัสเชื้อโรคในอากาศที่มีมลพิษและภูมิคุ้มกันที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ พบว่า (สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี, 2563)

จังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนที่ประสบปัญหาหมอกควันซ้ำซาก ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง แพร่ น่าน และพะเยา พื้นที่ภาคเหนือตอนบนประสบกับปัญหาหมอกควันมานานแล้ว เพียงแต่ในอดีตอาจจะไม่เด่นชัดนักเนื่องจากไม่มีข้อมูลเพียงพอ แต่ที่เริ่มพบว่าเป็นปัญหาอย่างชัดเจนและรุนแรงเริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 8 กว่าปีก่อน คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 เป็นต้นมา ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมักจะเกิดขึ้นในฤดูแล้งของทุกปี แต่มีความรุนแรงและยาวนานขึ้นเรื่อยๆ จากอดีตเมื่อ 10 ปีที่แล้ว มีปัญหาปีละ 2-3 เดือน แต่ปัจจุบันมีปัญหาปีละ 4-5 เดือน ซึ่งอาจจะรุนแรงและยาวนานขึ้นกว่านี้หากไม่ได้รับการเยียวยาแก้ไขอย่างถูกต้อง ตัวแปรหลักคือ การเผาปริมาณชีวมวลสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมมีตัวแปรเพียงค่าเดียว (ปฏิพัทธ์ วงค์เรือง และ สิทธิชัย พิมลศรี, 2561)

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก และโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพื่อแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผ่านแบบจำลองทางเศรษฐมิติเพื่อนำผลการวิเคราะห์มาออกแบบแนวปฏิบัติ (Climate-Smart Healthcare) ผลกระทบด้านสุขภาพตลอดจนวิธีการปรับตัวของประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จากแหล่งข้อมูลแนวปฏิบัติด้านสุขภาพ สถาบันการแพทย์ฉุกเฉิน สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ สำนักงานสถิติแห่งชาติ และกรมควบคุมมลพิษประเทศไทย ในการวิเคราะห์ศึกษาครั้งนี้ การศึกษาวิจัยนี้ที่ไม่ใช่เพื่อมุ่งหาแนวทางให้ประชาชนปรับตัวเท่านั้น แต่ต้องมีการวางแผนในระยะยาวเพื่อสุขภาพของประชาชนคนไทยได้ปฏิบัติซึ่งจะห่างไกลจากโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ถ้าเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศไม่ได้ก็ปรับเปลี่ยนที่ตัวเรา (Human) เพื่อเป็นแนวปฏิบัติด้านการป้องกันโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอนาคตต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก
2. เพื่อวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก
3. เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศและปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปีที่ที่ผ่านมา

2. ทราบถึงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบโดยตรงในแต่ละกลุ่มโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปีที่ที่ผ่านมา

3. ทราบถึงผลกระทบที่เกิดจากโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนผู้ป่วยโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

4. สามารถทราบถึงวิธีการปรับตัวของประชาชนต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพื่อป้องกันการเกิดโรค

5. ได้แนวทางหรือแนวปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กเพื่อป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนประเทศไทยที่ยอมรับได้

6. ให้แนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมการดูแลสุขภาพเท่าทันสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็กเพื่อป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอนาคต

## ขอบเขตของการวิจัย

### ขอบเขตด้านพื้นที่และประชากร

#### ขอบเขตด้านข้อมูลส่วนที่ 1

ในการวิจัย “ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่ากันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน” ในวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อที่ 1 ศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เป็นการวิจัยเชิงปริมาณในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสภาพอากาศกับการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก กลุ่มโรคเฉียบพลันและเรื้อรัง พื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยมีการใช้ข้อมูลสถิติจาก 4 แหล่งข้อมูล เป็นข้อมูลพาแนล (Panel Data) จำนวน 7 ปี ช่วงเวลาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือน 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และแม่ฮ่องสอน

แหล่งข้อมูลแรก คือ ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนของ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ข้อมูลด้านสภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และทัศนวิสัย (กม.) จากกรมอุตุนิยมวิทยา

แหล่งข้อมูลที่ 2 คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{10}$, $PM_{2.5}$) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือน จาก 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากส่วนแผนงานและประมวลผล กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

แหล่งข้อมูลที่ 3 คือ ปัจจัยด้านจุดความร้อน ดาวเทียม MOIDS ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนจาก 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

แหล่งข้อมูลที่ 4 คือ จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ กลุ่มโรคสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉียบพลันและเรื้อรัง ได้แก่ โรคทางเดินหายใจปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดในสมอง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนของ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากระบบ HDC HIE เป็นระบบที่ผู้ให้บริการ (บุคลากรทางการแพทย์) สามารถเรียกดูประวัติการรับบริการของผู้ป่วย/ผู้รับบริการจากสถานบริการสาธารณสุขที่ส่งข้อมูลตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้กับระบบ HDC ได้ทั่วประเทศโดยที่ต้องผ่านการยินยอมจากผู้รับบริการ/ผู้ป่วยก่อน เพื่อรองรับนโยบายระบบบริการก้าวหน้าและการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านสาธารณสุข

**ขอบเขตด้านข้อมูลส่วนที่ 2**

ในวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อที่ 2 รูปแบบการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ใช้ข้อมูลกลุ่มประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2564 เนื่องจากเป็นจังหวัดพื้นที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก มากที่สุดเป็นอันดับ 1 (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนประชาชน 1,764,000 คน โดยคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane, 1973) อ้างโดย กัลยา วานิชย์บัญชา (2554) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 399.91 คน อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับเพิ่มจำนวนเป็น 400 ราย โดยแบบสอบถาม โดยการนำแนวทางปฏิบัติทำแบบสอบถามจากผู้มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากนั้นการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) แล้วจึงสำรวจแบบสอบถาม การที่จะได้ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้นั้น ผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในจังหวัดเชียงใหม่แล้วทำการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

**ขอบเขตด้านข้อมูลส่วนที่ 3**

ในวัตถุประสงค์ของการวิจัย ข้อที่ 3 เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยการชี้ให้เห็นถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางหรือแนวปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Climate-Smart Healthcare) เพื่อป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนประเทศไทยที่ยอมรับได้ โดยการนำแนวทางปฏิบัติสัมภาษณ์

ผู้มีประสบการณ์และมีความชำนาญที่ศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กมากกว่า 10 ปี ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ทราบแนวทางปฏิบัติ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมควบคุมโรค กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) เพจสภาลมหายใจเชียงใหม่ เป็นต้น

**นิยามศัพท์**

สภาพภูมิอากาศ (Climate Change) คือ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และทัศนวิสัย (กม.)

การดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Healthcare) คือ วิธีการดูแลสุขภาพที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไป

มลพิษอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก หมายถึง ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{10}$) เป็นฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเจ็บป่วยหรือเสียชีวิตที่มีความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ กลุ่มโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก กลุ่มโรคทางเดินหายใจปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดในสมอง เป็นต้น

จุดความร้อน (Hotspot) หมายถึง จุดที่มีค่าความร้อนมากผิดปกติที่เกิดขึ้นผิวโลก ซึ่งเราสามารถตรวจวัดได้โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความร้อน (Thermal Sensor) ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียมสำรวจโลก MODIS

ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Air Pollution Problems Caused by PM) หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์

อัตราอุบัติการณ์ของโรค (Incidence Rate) เป็นการวัดจำนวนผู้ป่วยใหม่ (New Cases) ที่เกิดขึ้นในชุมชนในช่วงเวลาหนึ่ง (Period of Time) ที่กำหนดต่อหน่วยประชากรทั้งหมดของชุมชนที่เสี่ยงต่อการเกิดโรค (Population at Risk) ในช่วงเวลาเดียวกัน

# บทที่ 2
# แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อแนวทางการปรับตัวของประชาชนพื้นที่ภาคเหนือตอนบน มีการศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก
2. แนวคิดและทฤษฎีผลกระทบจากโรคจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบให้เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแนวทางการปรับตัวของประชาชนจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก
4. แนวคิดและทฤษฎีการมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก
5. แนวคิดและทฤษฎีการแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
6. ทฤษฎีการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ วิเคราะห์การถดถอยแบบพาเนล
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. กรอบแนวคิดงานวิจัย

## ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

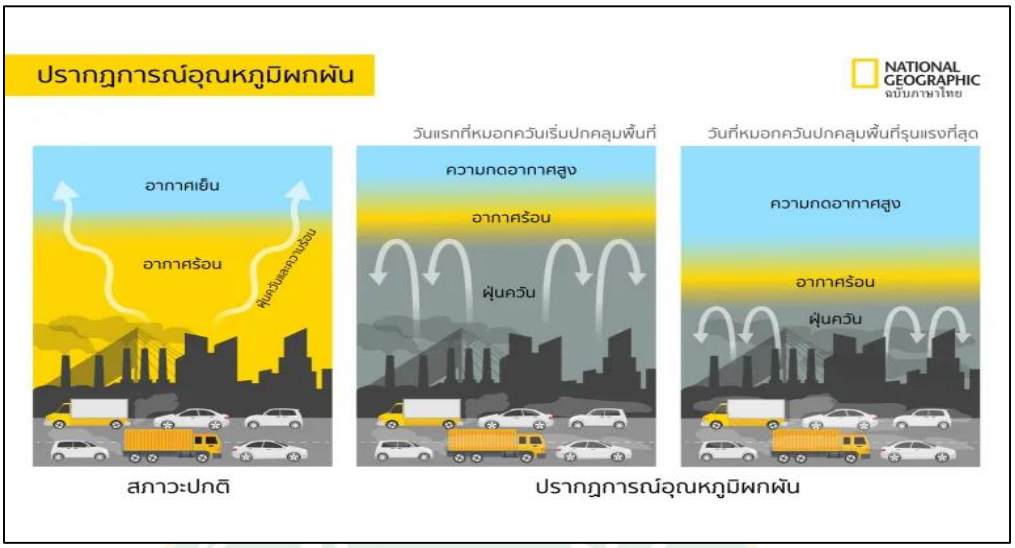
ปัจจัยด้านสภาพทางอุตุนิยมวิทยา เป็นปัจจัยเดียวที่ไม่สามารถควบคุมได้ สภาพอากาศได้รับอิทธิพลจากปัญหาภาวะโลกร้อนทำให้เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาและแปรปรวนแตกต่างกันไปในฤดูกาล (Dawson et al., 2009; Jacob & Winner, 2009; Pasch et al., 2011) ปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่นำมาศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ อุณภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็น (กม.)

**อุณหภูมิสูงสุด** ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในประเทศไทยในช่วงต้นคริสต์ศตวรรษไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปจากช่วงปลายคริสต์ศตวรรษก่อนมาก แต่ในช่วงกลางและปลายคริสต์ศตวรรษเป็นต้นไป มีแนวโน้มอุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในทุกภาค ส่วนสภาพอุณหภูมิสูงสุดในอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ B2 ก็เป็นไปในทิศทางที่เพิ่มสูงขึ้นในเกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทยเช่นกัน แต่เพิ่มสูงขึ้นในระดับที่ต่ำกว่าแนวทาง A2 เล็กน้อย ในส่วนของระยะเวลาที่มีอากาศร้อนในรอบปีหรือวันที่มีอุณหภูมิสูงสุด

เท่ากับหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสนั้น ผลสรุปแสดงให้เห็นว่าในช่วงปลายศตวรรษที่ผ่านมา บริเวณที่มีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนมากที่สุดอยู่ในบริเวณภาคกลาง ตะวันตกและตอนกลางของภาคใต้ โดยมีจำนวนวันที่มีอากาศร้อนยาวนานถึงประมาณ 5-6 เดือนต่อปี และนานมากถึง 7-8 เดือนต่อปีในบางพื้นที่ ผลจากการคาดการณ์แสดงให้เห็นว่าฤดูร้อนจะยืดยาวขึ้นในเกือบทุกพื้นที่ในประเทศไทย ซึ่งอาจยาวนานขึ้นกว่าเดิมถึง 2-3 เดือน

**อุณหภูมิต่ำสุด** สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ทั่วประเทศไทยมีแนวโน้มที่อุณหภูมิรายวันต่ำสุดเฉลี่ยจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มสูงขึ้น 3-4 องศาเซลเซียส ในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 ส่วนภายใต้สถานการณ์แบบ B2 อุณหภูมิรายวันต่ำสุดเฉลี่ยตลอดปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่เป็นไปในระดับที่ต่ำกว่าแนวทางแบบ A2 กล่าวคือ ประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส ในส่วนของระยะเวลาที่มีอากาศเย็นในรอบปีโดยเฉลี่ยนั้น ในช่วงต้นคริสต์ศตวรรษนี้ พื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนจะมีจำนวนวันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส ยาวนานที่สุดประมาณ 1–2.5 เดือน โดยยังคงมีพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส ยาวนานกว่า 2 เดือนปรากฏให้เห็นอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ แต่ระยะเวลาที่มีอากาศเย็นนี้จะหดสั้นลง โดยเริ่มเห็นได้ตั้งแต่ช่วงกลางคริสต์ศตวรรษและเห็นได้อย่างชัดเจนในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษ ภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบ A2 ทั้งนี้ พื้นที่ที่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า 16 องศาเซลเซียส จะเหลืออยู่เพียงตามพื้นที่เทือกเขาบางแห่งเท่านั้น อย่างไรก็ตามสถานการณ์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงแบบ B2 จะเปลี่ยนน้อยกว่า โดยบางส่วนของภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนยังคงมีระยะเวลาที่อากาศเย็นประมาณ 1 เดือนอยู่บ้างแต่พื้นที่ดังกล่าวก็มีแนวโน้มลดลง

**อุณหภูมิแนวผกผัน (Inversion Layer)** หรือเรียกอีกอย่างว่า ปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผัน (Temperature Inversion) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตรงกันข้ามกับเหตุการณ์ของอุณหภูมิปกติในชั้นบรรยากาศ ซึ่งโดยปกติ อุณหภูมิในชั้นบรรยากาศจะลดลงตามประมาณ 6.4 องศาเซลเซียสในทุกๆ ความสูง 1,000 เมตร สภาวะของปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผันทำให้ควันและฝุ่นละอองต่างๆ ลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ แต่ช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิเหนือพื้นดินจะมีความเย็นกว่าอากาศข้างบน เนื่องจากมีการคายความร้อนของพื้นผิวโลก จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์อุณหภูมิผกผันขึ้น




**ภาพที่ 4** จำลองการเกิดความร้อนผกผันแบบปิดที่ส่งผลกระทบในประเทศไทย เดือนมกราคม พ.ศ. 2562

ที่มา: National Geographic (2021)

**ปริมาณน้ำฝน** ผลสรุปการคำนวณแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศไทยทั้งในด้านปริมาณและการกระจายตัวของพื้นที่ที่มีปริมาณฝนตกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษ ในส่วนของจำนวนวันที่ฝนตกในรอบปี ซึ่งใช้เกณฑ์คือ วันที่มีฝนตกเกินกว่า 3 มิลลิเมตรขึ้นไป พบว่าจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในแต่ละปีในเกือบทุกพื้นที่ยังคงใกล้เคียงกับที่เคยเป็นมาในอดีต แสดงให้เห็นถึงลักษณะและความยาวนานของฤดูฝนที่อาจจะยังคงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากที่เป็นอยู่ในปัจจุบันมากนัก แต่ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีของเกือบทุกพื้นที่จะเพิ่มขึ้น จึงอาจจะบ่งชี้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งในอนาคตจะเพิ่มสูงขึ้น หรืออาจจะเรียกได้ว่าฝนที่ตกแต่ละครั้งจะตกหนักมากขึ้นกว่าที่เป็นมาในอดีตซึ่งหมายถึง ความเสี่ยงต่อภาวะน้ำท่วมฉับพลัน น้ำหลาก และภัยธรรมชาติที่จะเกิดตามมาจากอุทกภัยอีกหลายชนิด

**ทัศนวิสัย** ระยะไกลที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาต้องเห็นชัดเจนในอากาศแจ่มใส เช่น ทิวเขา บ้านเรือน ต้นไม้หรือปล่องไฟ เมื่อที่หมายนั้นๆ มัวลงหรือจางไปจากที่เคยสังเกตเห็นในอากาศที่แจ่มใสแล้วเราถือว่าเห็นไม่ชัด ที่หมายสำหรับการตรวจทัศนวิสัยในทุกๆ สนามบินต้องมีและทุกแห่งต้องมีการตรวจอากาศสำหรับการบิน โดยจะมีที่หมายรอบๆ สถานีในระยะต่างๆ กัน ตั้งแต่ 10 เมตร 50 เมตร 100 เมตร 500 เมตร 1,000 เมตร 1.5 กิโลเมตร 5 กิโลเมตร 8 กิโลเมตร เป็นต้นให้สังเกตดูว่าในเวลาที่อากาศแจ่มใสนั้นที่หมายใดในระยะใดเห็นชัดอย่างไร เมื่ออากาศไม่ดี

เป็นภาวะที่ที่ทัศนวิสัยลดลง เช่น มีหมอกฝุ่น ฟ้าหลัวหรือฝน ที่หมายใดที่ไกลที่ยังมองเห็นได้ชัดเจน เหมือนในสภาวะที่อากาศแจ่มใสให้ถือระยะนั้นเป็นค่าค่าของทัศนวิสัยในเวลากลางคืนความมืดไม่ใช่ลักษณะของลมฟ้าอากาศที่ทำให้ทัศนวิสัยเสีย โดยให้ถือว่าขนาดของความโปร่งแสงของบรรยากาศเท่ากันทั้งเวลากลางวันและกลางคืนเมื่อท้องฟ้าโปร่งอากาศแจ่มใสจะต้องเห็นจุดต่างๆ ได้ชัดเจนเช่นเดียวกับเวลากลางวันโดยการสังเกตเห็นจากดวงไฟที่มีความเข้มปานกลางตามปกติแล้วระยะต่างๆ ที่กำหนดไว้จะติดไฟประจำไว้ด้วย

ทั้งนี้จากตัวแปรทางด้านสภาพอากาศข้างต้น ในบริเวณภาคเหนือตอนบนช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน มักจะมีการเผาชีวมวลจำนวนมากตามวิถีชีวิตของคนในพื้นที่ และช่วงเวลาดังกล่าวอากาศมักเสถียรภาพ (Air Stability) และเกิดอุณภูมิผกผัน (Temperature Inversion) ทั้งอุณหภูมิผกผันที่พื้นผิว (Surface Inversion) และอุณภูมิผกผันที่ระดับสูง (Aloft Inversion) ส่งผลให้แพร่กระจายของมลพิษในแนวดิ่งเกิดขึ้นยากหรืออากาศปิดไม่สามารถลอยตัวขึ้นสูง ทำให้เกิดการสะสมความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่บริเวณผิวพื้นและในแอ่งตามสภาพภูมิประเทศ (Kreasuwan, et al., 2008; White-man, 2000, 2004; Silcox, 2012; Zhong et al., 2004) ดังภาพที่ 5

**ภาพที่ 5** แผนที่ดาวเทียมภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด

ที่มา: Google Map (2020)

ภูมิประเทศภาคเหนือตอนบนเป็นปัจจัยคงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ จังหวัดเชียงใหม่เป็นพื้นที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่ประกอบด้วยภูเขาสลับซับซ้อนและเป็นแอ่งกระทะ มีสภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่ซับซ้อนและมักประสบปัญหา (Kreasuwan et al., 2008) โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางอากาศจากหมอกควันไฟป่าที่ส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างพื้นที่อย่างมาก โดยช่วงที่เกิดปัญหาหมอกควันมักพบว่าจำนวนผู้ป่วยเกี่ยวกับทางเดินหายใจ เช่น โรคทางเดินหายใจ โรคหอบหืดเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลเพิ่มขึ้นและสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Rayanakorn et al., 2017)

**ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

**1. ผลกระทบจากการเผาในที่โล่ง**

การเผาในที่โล่ง คือ การเผาในที่โล่ง คือ การเผาไหม้สิ่งต่างๆ ในพื้นที่เปิดโล่ง ซึ่งมลพิษที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบเป็นบริเวณกว้างจากการประเมินสาเหตุของปัญหามลพิษทางอากาศจากการเผาในที่โล่ง พบว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจาก 1) การเกิดไฟป่า 2) การเผาเศษวัสดุและพืชผลทางการเกษตร และ 3) การเผาขยะมูลฝอย มลพิษทางอากาศจากการเผาในที่โล่งมักจะประกอบด้วยควัน ฝุ่นละออง ก๊าซพิษต่างๆ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เนื่องจากองค์ประกอบที่หลากหลายของเชื้อเพลิงทำให้เกิดมลพิษหลากหลายชนิด นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัย การมองเห็นกระทบต่อการคมนาคมต่าง ๆ

**1.1 การเกิดไฟป่า** ปัญหาไฟป่าที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่เกิดจากคนที่จุดไฟเผาป่าด้วยวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เผาไร่ หาของป่า ล่าสัตว์ และเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น หรืออาจเกิดจากความประมาท เลินเล่อ ขาดความรับผิดชอบหรือทัศนคติที่ไม่ถูกต้องต่อปัญหาไฟป่า ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ในรูปของหมอกควัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และกระทบต่อการเกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง มลพิษทางอากาศจากไฟป่า มีความหลากหลายของชนิดของมลพิษ ทั้งฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารพิษต่างๆ

หมอกควันที่เกิดขึ้นจากไฟป่าสามารถถูกพัดพาไปได้เป็นระยะทางไกล (ขึ้นอยู่กับความเร็วและทิศทางลม) ส่งผลกระทบต่อพื้นที่เป็นวงกว้าง และบางครั้งอาจถูกพัดพาข้ามพรมแดนประเทศเกิดเป็นปัญหามลพิษจากหมอกควันข้ามแดน ดังตัวอย่างจากกรณีหมอกควันจากไฟป่าและไฟบนดินในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบในหลายประเทศใกล้เคียง รวมถึงภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยด้วย

**1.2 การเผาเศษวัสดุและพืชผลทางการเกษตร** ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ในการทำการเกษตรให้ได้ผลผลิตสูง สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการเตรียมดินที่จะทำการเพาะปลูก ซึ่งจะต้องมีการถางพื้นที่เพื่อกำจัดเศษพืช วิธีการที่ง่าย สะดวกและประหยัด สำหรับเกษตรกรที่นิยมใช้กันมาก คือ การเผา เช่น การเผาตอซังและฟางข้าว เกษตรกรหันมาใช้วิธีการเผาฟางในนาให้หมดไปหรือเบาบางลงก่อนที่จะใช้รถไถนาไถกลบ เพื่อเตรียมดินปลูกข้าวในฤดูต่อไป นอกจากนี้ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตภาคการเกษตรบางชนิด เช่น อ้อย เกษตรกรต้องทำการเผาใบอ้อยให้มีปริมาณน้อยลงเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการกำจัดเศษพืชประเภทอื่นๆ เกษตรกรจึงมักจะใช้การเผาเช่นเดียวกัน แต่การเผาวัสดุการเกษตรในพื้นที่จะส่งผลเสียต่อคุณภาพดิน เนื่องจากจะทำให้สูญเสียอินทรีย์วัตถุที่อยู่หน้าดินซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรแบบยั่งยืน ทำให้ดินเสื่อมโทรมลง และต้องใช้ปุ๋ยเคมี มีผู้ประเมินว่าเฉพาะการเผาทิ้งเศษเหลือจากตอซังและฟางข้าวเพียงอย่างเดียว ทำให้ดินต้องสูญเสียธาตุอาหารหลักที่เป็นไนโตรเจนถึง 90 ล้านกิโลกรัม ฟอสฟอรัส 20 ล้านกิโลกรัม และโพแทสเซียม 260 ล้านกิโลกรัม ยังไม่นับการสูญเสียธาตุอาหารรอง เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์อีกกว่า 150 ล้านกิโลกรัมต่อปี นอกจากนี้ การเผายังทำให้โครงสร้างดินเปลี่ยนแปลงไป เกิดการสูญเสียน้ำในดิน และยังทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดิน รวมทั้งยังก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง (การเผาเศษพืช 1 ตัน จะทำให้เกิดฝุ่นละอองประมาณ 2-14 กิโลกรัม) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซพิษอื่นๆ อีกหลายชนิดและกลุ่มควัน ยังอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนน และยังทำให้เกิดไฟไหม้ลุกลามเป็นวงกว้างได้

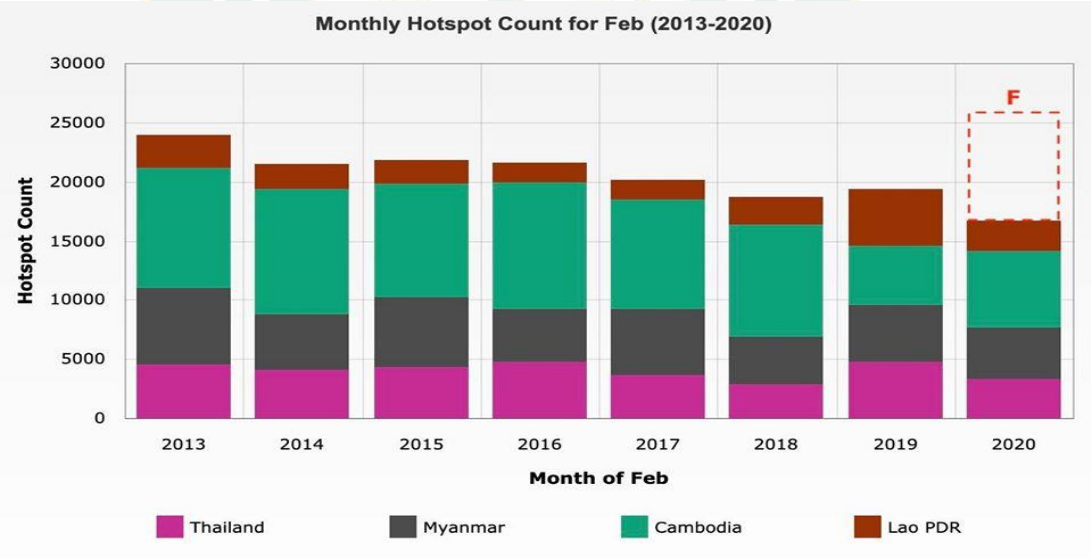
**1.3 การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชน** จากการศึกษาพบว่าการเผาขยะ 1 กิโลกรัม ทำให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กที่มีอันตรายต่อสุขภาพ 19 กรัม หรือเท่ากับ 45.7 กรัมต่อครัวเรือนต่อวัน (อัตราการผลิตของครัวเรือน 2-5 กิโลกรัมต่อวัน) นอกจากนี้การเผาขยะมูลฝอยที่มีพลาสติกปนอยู่ในที่โล่งจะก่อให้เกิดสารอินทรีย์ระเหยประมาณ 14 กรัม ต่อขยะมลู ฝอย 1 กิโลกรัมหรือประมาณ 35 กรัมต่อครัวเรือนต่อวัน โดยสารมลพิษที่สำคัญที่พบ ได้แก่ เบนซีน ไดออกซิน ซึ่งสารทั้งสองชนิดดังกล่าวเป็นสารก่อมะเร็ง

**2. ผลกระทบจากหมอกควันข้ามแดนจากการเผาในที่โล่งในประเทศไทย**

มลพิษทางอากาศจากการเผาในที่โล่ง นอกจากจะก่อให้เกิดปัญหาทั้งในพื้นที่แล้ว ยังเป็นมลพิษข้ามแดน (Transboundary Air Pollution) ซึ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ไกลออกไป โดยก่อให้เกิดหมอกควันและมลพิษทางอากาศหลายชนิดซึ่งสามารถถูกพัดพาโดยลมไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิด ดังเช่นปัญหาหมอกควันในภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งได้รับผลกระทบปัญหาหมอกควันจากไฟป่าในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งเกิดไฟป่าเป็นพื้นที่กว้างเป็นประจำทุกปี เป็นปัญหา

ในระดับภูมิภาคซึ่งส่งผลกระทบต่อหลายประเทศ และในภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูแล้งยังได้รับปัญหาหมอกควันในพื้นที่และหมอกควันข้ามแดนจากประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงด้วยเช่นกัน

จากสถานการณ์มลพิษทางอากาศของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตอนบน โดยมีเผาตั้งแต่ปลายเดือนมกราคม และเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในเดือนมีนาคม ในช่วงตั้งแต่ 1 มกราคม ถึง 10 เมษายน พ.ศ. 2562 พบการเผามากที่สุดในประเทศพม่า (41%) ไทย (23%) ลาว (18%) กัมพูชา (13%) และเวียดนาม (5%) ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี จากข้อมูลแสดงจุดความร้อน (Hotsport) ดังภาพที่ 6 แสดงให้เห็นถึงจำนวนที่พบจุดความร้อนในแต่ละประเทศพม่า ไทย ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ระยะเวลาย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2562 ฐานข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) ที่ได้พบจุดความร้อน (Hotspots)




**ภาพที่ 6** แสดงจุดความร้อน (Hotspot)

ที่มา: มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2562)

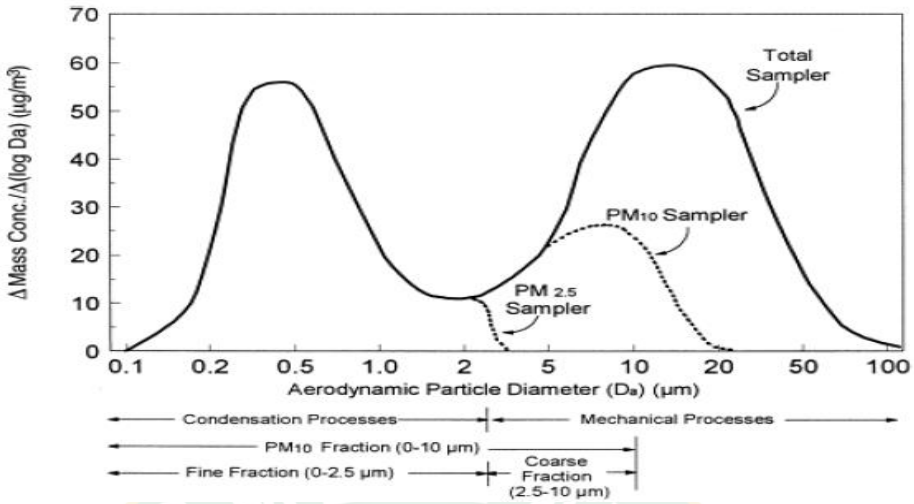
จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ และการเก็บรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อใช้ในการติดตามหมอกควันในภูมิภาค พบว่าภาคเหนือของประเทศไทยได้รับผลกระทบจากหมอกควันตามอิทธิพลของสภาพอุตุนิยมวิทยา ความถี่และความหนาแน่นของการเผาในที่โล่ง ช่วงระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงหน้าแล้งของภูมิภาคอินโดจีน ความแห้งแล้งและความชื้นในอากาศต่ำ ส่งผลให้ความถี่ของการเกิดไฟป่าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งในประเทศ

ไทยและประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ พม่า เวียดนาม ลาว และกัมพูชา ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการทำการเกษตรในพื้นที่ ชลประทานสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานไม่ตกลงสู่พื้นดิน จังหวัดในภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมักพบการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในช่วงเวลาดังกล่าว

ร่องความกดอากาศต่ำและมวลอากาศเย็นปกคลุมพื้นที่ภาคเหนือ เมื่อเกิดไฟป่าและการเผา ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากฝีมือมนุษย์ ทำให้มีการเผาไหม้ลุกลาม ภาพแสดงจุดความร้อน (Hotspot) และทิศทางลม ขณะเกิดปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ ในเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2553 (ศูนย์เชี่ยวชาญด้านอุตุนิยมวิทยาแห่งอาเซียน ประเทศสิงคโปร์, 2553) กราฟแสดงค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ $PM_{10}$ ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ในระหว่างปี พ.ศ. 2550-2552 เป็นบริเวณกว้าง เกิดหมอกควันซึ่งส่งผลกระทบรุนแรงต่อการคมนาคมทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ กระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยว และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เช่น การแพ้และระคายเคืองผิวหนังและดวงตา ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็กผู้ป่วย ผู้สูงอายุ โดยปัญหาหมอกควันในภาคเหนือมักเกิดในช่วงเวลาเดียวกันเป็นประจำทุกปีโดยเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน

**2.1 สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทย** องค์การอนามัยโลกได้รายงานว่า มลพิษทางอากาศอาจเป็นปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมากที่สุดในโลก จากการประเมินผลของโรคที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ 2016 พบว่า $PM_{2.5}$ ในอากาศภายนอกอาคาร เป็นปัจจัยเสี่ยงของการเสียชีวิตอันดับที่ 5 ของโลก ซึ่งก่อให้เกิดการเสียชีวิตประมาณ 4.2 ล้านคน (ร้อยละ 7.6 ของการเสียชีวิตทั่วโลก) มลพิษของอากาศภายในอาคารที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับประกอบอาหารและการทำความร้อน ส่งผลต่อการเสียชีวิตประมาณ 3.8 ล้านคนทั่วโลก ซึ่งผลกระทบในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลางจะมากกว่ากลุ่มประเทศที่มีรายได้สูง (องค์การอนามัยโลก, 2562)

สถานการณ์การเกิดมลพิษฝุ่นละอองและปัจจัยที่ทำให้เกิดมลพิษฝุ่นละอองและเป็นผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนและสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย 1) แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง 2) การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ และ 3) สภาพของผู้รับมลพิษ ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพที่ 7 มีรายละเอียดดังอธิบายไว้ในหนังสือมลภาวะอากาศ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, 2543) และตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550) ในที่นี้จะอธิบายโดยสังเขปอ้างอิงกรุงเทพมหานคร




**ภาพที่ 7** แสดงการกระจายขนาดของฝุ่นละออง

ที่มา: U.S. EPA (2017)

มลพิษทางอากาศของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตอนบนไว้ว่า ในช่วงฤดูแล้งของทุกปี (มกราคมถึงเมษายน) จะพบการเผาในที่โล่งเป็นจำนวนมากในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตอนบน ได้แก่ ไทย พม่า ลาว เวียดนาม และกัมพูชา ซึ่งส่งผลให้มีการปล่อยอนุภาคฝุ่นและก๊าซปริมาณมากขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ และมีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในภูมิภาคอย่างมาก ทำให้ภูมิภาคนี้ได้รับผลกระทบของภาวะหมอกควันในช่วงฤดูแล้งเป็นประจำทุกปี จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) พบจุดความร้อน (hotspots) จำนวนมากในภูมิภาค

สำหรับประเทศไทยเนื่องจากเป็นช่วงที่มีความกดอากาศต่ำแผ่ลงมาทำให้ลักษณะของอากาศในกรุงเทพมหานคร มีสภาพ “คล้ายฝาชีมาครอบอยู่” ซึ่งเป็นภาวะที่เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงมกราคม (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) แหล่งกำเนิด ฝุ่น $PM_{2.5}$ คือ การจราจรเป็นแหล่งกำเนิดใหญ่มีสัดส่วน 40% ของแหล่งกำเนิดทั้งหมด โดยเฉพาะเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร แล้วเรียกว่าเป็นสัดส่วนหลัก เพราะกรุงเทพฯ รถติด และรถที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำหรือหยุดนิ่งอยู่กับที่ จะทำให้เกิด $PM_{2.5}$ เป็นจำนวนมากการเผาไหม้ในที่โล่ง เช่น เผาไร่ เผากระดาษ หรือแม้แต่การเผาไหม้ทางการเกษตรจากประเทศเพื่อนบ้าน ก่อให้มลพิษข้ามแดน จากปัจจัยนี้ทำให้เกิด $PM_{2.5}$ ไม่น้อยกว่า 30-40% ภาคประชาชน กิจกรรมในชีวิตประจำวัน บางประเภทที่เกิดเผาไหม้ ไม่ว่าจะเป็นสูบบุหรี่ ปิ้งย่าง สำหรับในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร

ที่มีประชากรกว่า 15 ล้านคน กิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ก็มีส่วนทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กเช่นกัน และภาคอุตสาหกรรม ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 และพระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อม โรงงานต่างๆจะต้องมีระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ ก่อนจะปล่อยออกสู่ภายนอก องค์ประกอบที่จะทำให้เกิด $PM_{2.5}$ อย่างซัลเฟอร์ออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอนที่เผาไม่สมบูรณ์ และความร้อนจึงเกิดขึ้นได้น้อย (พิสุทธิ์ เพียรมนกุล, 2562)

ทั้งนี้สภาพอากาศ “สภาวการณ์ผันกลับของอุณหภูมิ (Temperature Inversion)” ที่มักเกิดขึ้นในฤดูหนาว ที่ชั้นความเย็นอยู่ภายใต้ถูกกักอยู่ภายใต้ชั้นความร้อน แปลงสภาพเป็นฝาชีกักกั้นให้ฝุ่นไม่สามารถลอยสูงได้ มี 4 ปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ 1) แหล่งกำเนิด การจราจร (40%) การจราจรที่ติดขัด หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ ทำให้เกิดการสะสมตัวของ PM 2.5 การเผาในที่โล่ง (30-40%) การเผาไร่ เผากระดาษ หรือการเผาไหม้ทางการเกษตรจากพื้นที่รอบข้างและประเทศเพื่อนบ้าน กิจกรรมของภาคประชาชน อย่างการสูบบุหรี่ การกินปิ้งย่าง มีส่วนในการสร้าง $PM_{2.5}$ ภาคอุตสาหกรรม การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ 2) สภาพอากาศ เกิดการผันกลับของอุณหภูมิ (Temperature Inversion) ในฤดูหนาว ที่ชั้นความเย็นถูกกักอยู่ภายใต้ชั้นความร้อน แปลงสภาพเป็นฝาชีกักกั้นไม่ให้ฝุ่นลอยสูงได้ 3) สภาพพื้นที่ สภาพพื้นที่ที่เป็นแอ่งและผังเมือง การวางตัวการก่อสร้างของกรุงเทพมหานคร ทำให้การระบายอากาศไม่ดี และ 4) พื้นที่สีเขียว กรุงเทพมหานครมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชากร 1 คน เพียง 3 ตร.ม. ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (1 คน ต่อ 9 ตร.ม.) ถึงสามเท่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2562)

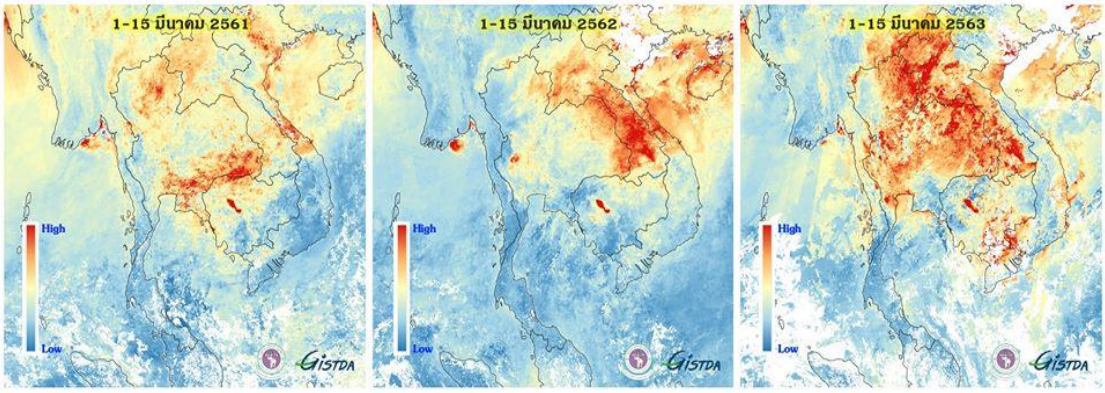
**2.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

**2.2.1 สถานการณ์ของปัญหาไฟป่า** ในประเทศไทยแม้จะยังไม่มีการศึกษาถึงประวัติการเกิดไฟป่าอย่างจริงจังมาก่อน อย่างไรก็ตามในอดีตเป็นเพราะว่ายังมีป่าไม้อยู่อย่างอุดมสมบูรณ์และเป็นป่าประเภทที่มีความชุ่มชื้นสูง เช่น ป่าดิบชนิดต่างๆ เสียเป็นส่วนใหญ่ ประกอบกับประชากรมีน้อย กิจกรรมของมนุษย์ที่เข้าไปรบกวนระบบนิเวศของป่าจึงมีน้อย ไฟป่าที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์มีไม่บ่อยนัก จึงอยู่ในวิสัยที่กลไกของธรรมชาติจะปรับตัวเพื่อรักษาสภาวะสมดุลของระบบนิเวศป่าไม้เอาไว้ได้ ในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา สืบเนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากร ทำให้ความจำเป็นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้มีมากขึ้นตามไปด้วย ป่าไม้ถูกแผ้วถางเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นที่ตั้งและขยายชุมชน สร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ และระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ทำให้พื้นที่ป่าถูกทำลายลงเป็นอันมาก และป่าที่เหลืออยู่ก็อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมและเปลี่ยนแปลงไปสู่ป่าประเภทที่มีความชุ่มชื้นน้อยลง เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าละเมาะและป่าหญ้า ซึ่งเป็นป่าที่เกิดไฟป่าได้ง่าย ประกอบกับความยากจนในชนบท บีบบังคับให้ประชาชนต้องอาศัยป่าเพื่อการยังชีพมากขึ้น ไม่ว่าจะด้วยการเก็บหาของป่า ล่าสัตว์ บุกรุกป่า

เพื่อทำการเกษตร (ภูโขง ปัญญานุวงศ์ และ พนมพร จินดาสมุทร์, 2556) กิจกรรมเหล่านี้ล้วนต้องใช้ไฟและเป็นสาเหตุให้เกิดไฟป่า ไฟป่าจากกิจกรรมของประชาชนมีความถี่และความรุนแรงมากเกินกว่าที่กลไกธรรมชาติจะปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศป่าไม้เอาไว้ได้ ไฟป่าจึงกลายเป็นปัจจัยที่สร้างความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ไฟป่ากลายเป็นปัญหาสำคัญระดับชาติที่ทุกฝ่ายตระหนักและห่วงใยอยู่ในขณะนี้

**การแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศเชียงใหม่**

นอกจากนั้นในช่วงเวลาเดียวกันจะพบว่า สถานการณ์หนักที่สุดในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา การเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวทางพื้นที่ของละอองฝุ่นละอองขนาดเล็ก ลอยเฉลี่ยในช่วงวันที่ 1-15 มีนาคม ปี พ.ศ. 2561, 2562 และ 2563 มีสถานการณ์ปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการมีจุดความร้อน (Fire Hotspot) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากการมีแหล่งกำเนิดเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากทั้งในพื้นที่และจากประเทศเพื่อนบ้านจึงส่งผลให้พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยและของประเทศลาวมีความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ อยู่ระดับสูงมากในช่วงเวลานี้ (รัชนีวรรณ คำตัน และคณะ, 2562)




**ภาพที่ 8** การเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายตัวทางพื้นที่ของละอองฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยเฉลี่ยในช่วงวันที่ 1-15 มีนาคม ปี พ.ศ. 2561 2562 และ 2563

ที่มา: NASA LP DAAC at the USGS EROS Center (2018)

**ตารางที่ 1** สรุปงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาในที่โล่งในภาคการเกษตรและผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทย

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์/พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| รู้ทันฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ในประเทศไทย<br><br>(สุกิมพร นาสมทรง, 2561) | 1. เพื่อให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดฝุ่นในประเทศไทย<br>2. ประเทศไทย (กรุงเทพมหานคร) | 1. ปัญหาหลักของฝุ่น $PM_{2.5}$ มีสาเหตุหลักมาจากฝุ่นข้ามแดนและสาเหตุรองลงมา คือฝุ่น ที่กำนิดในประเทศเอง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เผาไหม้ (Burnscars) ด้วยดาวเทียมในกลุ่มประเทศตอนเหนือของอาเซียน พบพื้นที่เผาไหม้ในประเทศเพื่อนบ้านใกล้ชายแดนถึง 2/3 และในขณะที่ประเทศไทยมีพื้นที่เผาไหม้ในประเทศ 1/3<br>2. การเผาไหม้จากเครื่องยนต์สันดาปภายในเฉพาะในกรุงเทพมหานคร จากรถยนต์ประมาณ 4.2 ล้านคัน จากรถจักรยานยนต์ ประมาณ 3.5 ล้านคัน ในทุกปีเราเผาเชื้อเพลิงเฉพาะในกรุงเทพมหานคร มากกว่า 11,500 ล้านลิตร โดยกว่า 60% เป็นเชื้อเพลิงดีเซล<br>3. เมื่อเข้าฤดูแล้ง มักจะเลือกกำจัดเศษวัสดุในการเกษตร ด้วยการเผาในที่โล่ง เนื่องจากประหยัดแรงงาน และมีต้นทุนในการกำจัดที่ต่ำกว่า<br>4. อ้อย เป็นพืชเศรษฐกิจ ที่ยังต้องเผาเพื่อกำจัดใบอ้อยก่อนเก็บเกี่ยวเข้าหีบ อ้อย 214 แสนตันต่อปี<br>5. ข้าว เป็นพืชเศรษฐกิจ ที่ส่วนใหญ่ใช้รถเกี่ยวข้าวมีเพียงส่วนน้อยที่ยังใช้วิธีเผาข้าว 20 แสนตันต่อปี<br>6. ไฟป่า เป็นปัญหาหลักของภาคเหนือชาวบ้านเผาป่าเพื่อหาของป่า ล่าสัตว์บวกกับเราขาดอากาศยาน (แสนตันต่อปี) และเครื่องมือหนักในการต่อสู้กับไฟป่า |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์/พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| ความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ภาคใต้ของประเทศไทยและประเทศ มาเลเซีย<br><br>(สุนิตย์ โรจนสุวรรณและรุสมา ดีสะบูดิง, 2559) | 1. เพื่อศึกษาสารพิษอื่นๆ ที่มาจาก $PM_{2.5}$<br>2. เพื่อศึกษามาตรฐานฝุ่นละอองของไทยเปรียบเทียบกับองค์การอนามัยโลก<br>3. เพื่อศึกษาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ<br>4. เพื่อแก้ไขปัญหาทีเกิดขึ้นและรับมือกับปัญหาใหม่ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต | 1. พี เอ็ม 2.5 ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน สาเหตุการเผาไหม้ยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่าและกระบวนการอุตสาหกรรม เป็นพิษเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคปอด โรคหลอดลม อักเสบ โรคหอบหืด<br>2. พี เอ็ม 10 ฝุ่นทีมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน สาเหตุการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในทีโล่ง กระบวนการอุตสาหกรรม การโม่หินการก่อสร้าง ความเป็นพิษเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ<br>3. แก๊สโอโซน แก๊สสีฟ้าอ่อนหรือไม่มีสีกลิ่น ฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย สาเหตุการเผาไหม้ยานพาหนะ การเกิดปฏิกิริยาระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจนและสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงเป็นตัวเร่ง ความเป็นพิษเกิด ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ การทำงานของปอดลดลง ระคายเคืองตาและเยื่อบุต่าง ๆ<br>4. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์แก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส สาเหตุการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ความเป็นพิษเกิด ทำให้ร่างกายอ่อนเพลียหัวใจทำงานหนักขึ้นเนื่องจากแย่งออกซิเจนในการจับกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง<br>5. แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์แก๊สไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อยพบในธรรมชาติและการเผาไหม้เชื้อ เพลิงในอตุสาหกรรมโรคระบบทางเดินหายใจ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่มีสีมีรส มีกลิ่นฉุน สาเหตุพบในธรรมชาติและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ความเป็นพิษเกิดระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังระคายเคืองตา |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์/พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| ผลกระทบของ $PM_{2.5}$ ด้านสุขภาพในประเทศไทย<br><br>(มัลติกา ยงอยู่, 2564) | เพื่อศึกษาผลกระทบทางระบาดวิทยาของ $PM_{2.5}$ ต่อสุขภาพ โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ กับอัตราการเสียชีวิตและอุบัติการณ์ของโรคต่างๆที่กระจายในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย | 1. ความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิต ความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นทุก 10 มคก./ลบ.ม. เพิ่มอัตราการเสียชีวิตรวมจากทุกสาเหตุร้อยละ 18, อัตราการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (โรคหัวใจขาดเลือด) ร้อยละ 30, โรคหลอดเลือดสมอง (อัมพาต)ร้อยละ 25, โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (โรคถุงลมโป่งพอง) ร้อยละ 20, โรคมะเร็งปอดร้อยละ 31, และโรคไตเรื้อรังร้อยละ 6 โดยอัตราการป่วยและเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง พบมากที่สุดบริเวณภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง ในขณะที่โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรังและโรคมะเร็งปอดพบมากที่สุดที่ภาคเหนือ<br>2. โรคปอดอักเสบติดเชื้อเฉียบพลัน จากข้อมูลย้อนหลัง 6 ปี ของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2559 พบว่า มลพิษทางอากาศมีผลกระทบระยะสั้น คือ ในทุก ๆ ปีจะพบอัตราการป่วยตายจากโรคปอดอักเสบติดเชื้อเฉียบพลันสูงสุดในช่วงเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม โดยมีอัตราการป่วยและเสียชีวิตจากโรคปอดอักเสบติดเชื้อเฉียบพลันทั่วทุกภาคใกล้เคียงกัน ซึ่งพบว่าสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นจิ๋ว ขนาด 2.5 ไมครอน ซึ่งพบว่าสูงมากในช่วง 3 เดือนดังกล่าวของทุกปี<br>3. อุบัติการณ์ของมะเร็งปอดสูงสุดในภาคเหนือและความเสี่ยงของอุบัติการณ์มะเร็งปอดเพิ่มขึ้น 1.02, 1.026 และ 1.061 เท่าเมื่อสัมผัสสารคาร์บอนอินทรีย์, ซัลเฟต และฝุ่น dust (ต่อความเข้มข้นที่เพิ่มทุก 1 มคก./ลบ.ม.) |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์ /พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| ผลกระทบทางสุขภาพจากฝุ่นละอองในภาคเหนือ<br><br>(ปวรัชญ์ สังข์เมือง และคณะ, 2561) | เพื่อศึกษาผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 1. เมื่อฝุ่นละออง $PM_{10}$ เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 มก. จะทำให้อัตราการเสียชีวิตของคนไข้ในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้น 0.3% จากการศึกษาในรายที่เป็นหอบหืด ถุงลมโป่งพองกำเริบ พบว่าคนไข้มีอาการกำเริบของโรคตามปริมาณฝุ่นขนาดที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 ไมโครกรัม หมายความว่าหากฝุ่นมีปริมาณเพิ่มขึ้น 300 มก. จะมีจำนวนผู้ป่วยอาการกำเริบเพิ่มขึ้นถึงราว 30-50% "<br>2. พบว่า การติดเชื้อระบบทางเดินหายใจอย่างเช่น จมูกอักเสบ ปอดอักเสบ ไอเรื้อรัง เจ็บคอ ไซนัสอักเสบ หอบหืดกำเริบ หรือโรคถุงลมโป่งพองกำเริบ หลอดเลือดไปเลี้ยงสมองตีบ<br>3. ส่งร้ายแรงต่อทารกที่คลอดมาใหม่อาจทำให้เกิดอาการปอดวายเฉียบพลันได้<br>4. ผลกระทบเกิดมากสุดในประชากรกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ ผู้ป่วยที่มีโรคเรื้อรัง เช่น โรคปอด โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน และโรคไตเรื้อรัง เป็นต้น และผู้ที่ทำงานหรือออกกำลังกายกลางแจ้งเป็นเวลานาน หรืออยู่ในอาคารที่ไม่ได้ปิดมิดชิด |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์ /พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| ทำไมคนถึงเผาป่า<br>(ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ และคณะ, 2551) | เพื่อค้นหาสาเหตุการเผาป่าในประเทศไทย | 1. ภาคเหนือของประเทศไทยใช้ไฟเผาเพื่อการล่าสัตว์ เผาเพื่อเก็บหาของป่า (โดยเฉพาะผักหวานเห็ดเผาะ) เผาต้นสนเพื่อเก็บยางสนและไม้เกี๊ยะ เผาเพื่อเตรียมพื้นที่ทำการเกษตรโดยเฉพาะการถางแล้วเผา และเผาเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตรต่างๆ เช่น เผาตอซังข้าวโพด ฟางข้าว การเผาไร่อ้อยเพื่อการเก็บเกี่ยวในภาคกลาง เพื่อการกำจัดวัชพืชและลดปริมาณเชื้อเพลิงเช่น การเผาสวนป่าไม้สัก<br>2. การจุดไฟเพราะเหตุผลความขัดแย้งกับเจ้าหน้าที่รัฐ หรืออาจเกิดจากความประมาทเลินเล่อทิ้งก้นบุหรี่ การดับไฟที่จุดไว้ไม่สนิท<br>**การแก้ปัญหา**<br>1. ประชาชนไม่มีทางเลือกในการจัดการที่เหมาะสมสามารถปฏิบัติได้จริงและคุ้มค่าจึงยังจำเป็นจะต้องใช้ไฟเพื่อการจัดการพื้นที่อยู่ มีคำแนะนำมากมายที่ให้นำเชื้อเพลิง เศษวัสดุการเกษตรมาแปรรูป แต่ไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติเพราะสภาพพื้นที่เป็นตัวแปรสำคัญที่สุด<br>2. เป็นความจริงบางส่วนที่พบว่าการเผาทำให้เกิดธาตุอาหาร” ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจำนวนมหาศาลในช่วงเวลาสั้นๆ ส่งผลให้พืชที่ปลูกได้รับธาตุอาหารอย่างเต็มที่ (แต่พืชสามารถใช้ธาตุอาหารที่เกิดขึ้นมาจากไฟนี้ได้เพียงบางส่วน ธาตุอาหารที่เหลือจึงถูกชะล้างออกไปจากพื้นที่ นำมาซึ่งความเสื่อมโทรมในระยะยาว หากจัดการไฟไม่ดี)<br>3. คำแนะนำ หากเราสามารถรณรงค์สร้างวัฒนธรรม “คนไทยไม่เผาป่า” เหมือนกับการสร้าง “ตาวิเศษ” หรือ “เมาไม่ขับ” ได้ ย่อมจะช่วยรักษาอากาศ สิ่งแวดล้อม และ สุขภาพคนนับล้านได้ต่อไปให้กับลูกหลานในอนาคต |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์ /พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| ความรุนแรงของปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศ และผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเชียงใหม่และลำพูน<br><br>(พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2552) | เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพความรุนแรงของฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 1. ฝุ่นขนาดเล็กมากพอที่จะหายใจเข้าไปสู่ปอดและซึมผ่านผนังปอดเข้าสู่กระแสเลือดดังนั้นแล้วผลที่เกิดขึ้นกับร่างกายจึงมีทั้งแบบเฉียบพลัน (เห็นผลใน 1-2 วัน) ซึ่งส่วนมากจะเกิดกับระบบทางเดินหายใจ คือ ไอ เจ็บคอ หายใจแล้วมีเสียงฟืดฟาด เลือดกำเดาไหล ซึ่งหากเลือดไหลลงคอก็จะทำให้เสมหะมีเลือดเจือปน หากเข้าตาก็จะทำให้เคืองตา ตาแดง และหากโดนผิวหนังก็จะทำให้เกิดผื่นคันเป็นตุ่มได้ ส่วนผลแบบเรื้อรัง (ค่อยๆ สะสม แล้วแสดงผลในระยะยาว) คือ เส้นเลือดหัวใจตีบตันทำให้หัวใจวาย หัวใจเต้นผิดปกติ, เส้นเลือดไปเลี้ยงสมองตีบ ทำให้เกิดภาวะอัมพาตหรือเสียชีวิต, การเป็นมะเร็งปอดเพราะฝุ่นขนาดเล็กจะมีสารก่อมะเร็ง Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH), อีกระบบคือเข้ารกไปทำอันตรายเด็กในท้อง ทำให้เด็กคลอดก่อนกำหนด น้ำหนักน้อย ติดเชื้อง่าย ทุพโภชนาการ และเป็นโรคออทิสซึม<br>2. อัตราการป่วยตายจากโรคปอดอักเสบติดเชื้อเฉียบพลันต่ำสุด คือ ช่วงเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม เมื่อเปรียบเทียบอัตราการป่วยตายจากโรคปอดอักเสบติดเชื้อเฉียบพลันในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม กับช่วงเดือน ตุลาคม ถึง ธันวาคม จะพบว่า อัตราการป่วยตายจากโรคปอดอักเสบติดเชื้อเฉียบพลันของทุกปี ในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม สูงกว่า ช่วงเดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม ถึง 2 เท่า |

**ตารางที่ 1** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา : ปี) | วัตถุประสงค์ /พื้นที่ศึกษา | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|
| | | 1. “โรคถุงลมโป่งพอง” ซึ่งมีความอันตรายเช่นเดียวกับการ “สูบบุหรี่” การเกิดถุงลมโป่งพองเกิดมาจากสาเหตุเดียวกัน คือ การสูดเอาฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าไปที่ปอด กระตุ้นให้เกิดการอักเสบ เม็ดเลือดขาวกินฝุ่น ร่างกายแต่ไม่สามารถย่อยได้ จึงตายแล้วปล่อยเอนไซม์ที่เป็นน้ำย่อยมาย่อยผนังปอดอีกทีหนึ่ง ทำให้ถุงลมในปอดแตกออกเหลือเป็นถุงเดียว พื้นที่การแลกเปลี่ยนก๊าซลดเหลือน้อยลง ทำให้เกิดอาการเหนื่อย เมื่อเราสูดฝุ่นเข้าไปมากๆ จึงเป็นเสมือนการสูบบุหรี่<br>2. โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง คือ ผู้สูงวัย (อายุมากกว่า 60 ปี) เพราะมีความต้านทานโรคน้อยและส่วนใหญ่จะมีโรคประจำตัว รองลงมา คือ เด็กอายุต่ำกว่า 10 ปี เพราะเสี่ยงต่อการติดเชื้อง่าย อีกกลุ่มเสี่ยงที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างมากเพราะมีผลกระทบโดยตรง คือผู้ป่วยโรคปอดและโรคหัวใจซึ่งเมื่อได้รับฝุ่นเข้าไปอาจทำให้อาการกำเริบจนเสียชีวิตได้ |

ทั้งนี้ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ขึ้นอยู่กับการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (National Ambient Air Quality Standard; NAAQS) เกี่ยวข้องกับปัญหาสุขภาพที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เป็นการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามมาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไป โดยอาศัยหลักวิชาการและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ และสังคม (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตารางที่ 2) โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่า ค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมี

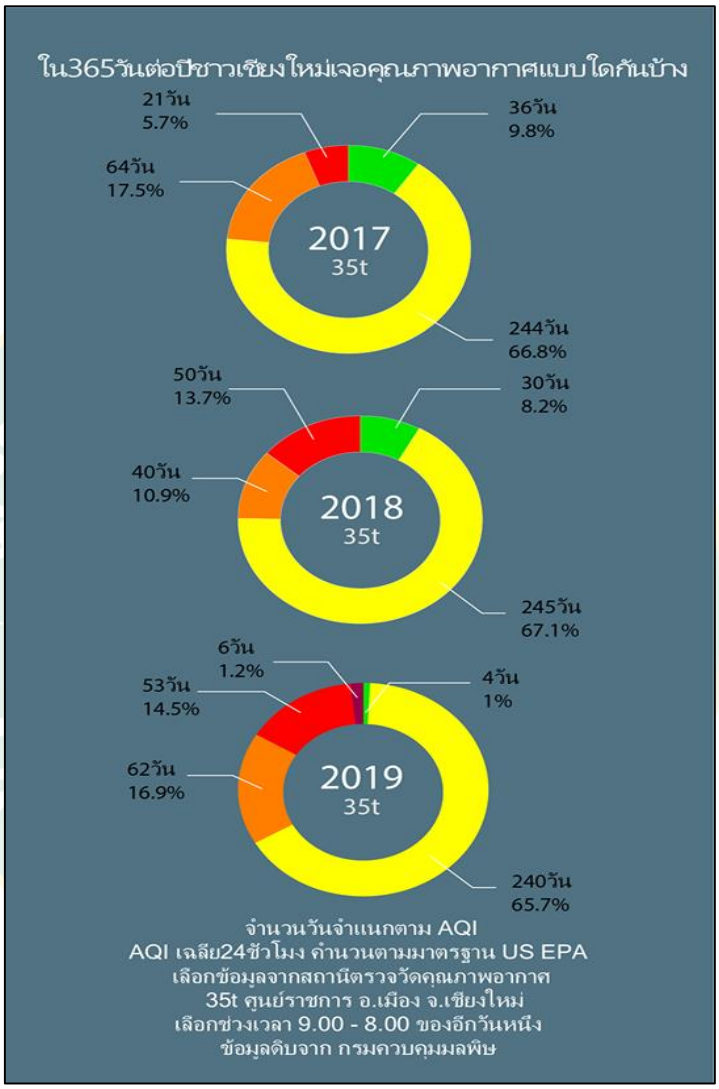
ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ความหมายของสี สีฟ้า 0-25 ดีมาก สีเขียว 26-50 ดี สีเหลือง 50-100 ปานกลาง สีส้มเริ่มมีผลต่อสุขภาพ 101-200 และสีแดงมีผลต่อสุขภาพ 200 ขึ้นไป

**ตารางที่ 2** เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

| AQI | ความหมาย | สีที่ใช้ | คำอธิบาย |
|---|---|---|---|
| 0 - 25 | คุณภาพอากาศดีมาก | ฟ้า | คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว |
| 26 - 50 | คุณภาพอากาศดี | เขียว | คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ |
| 51 - 100 | ปานกลาง | เหลือง | ประชาชนทั่วไป : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ<br>ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง |
| 101 - 200 | เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ | ส้ม | ประชาชนทั่วไป : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็นผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์ |
| 201 ขึ้นไป | มีผลกระทบต่อสุขภาพ | แดง | ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์ |

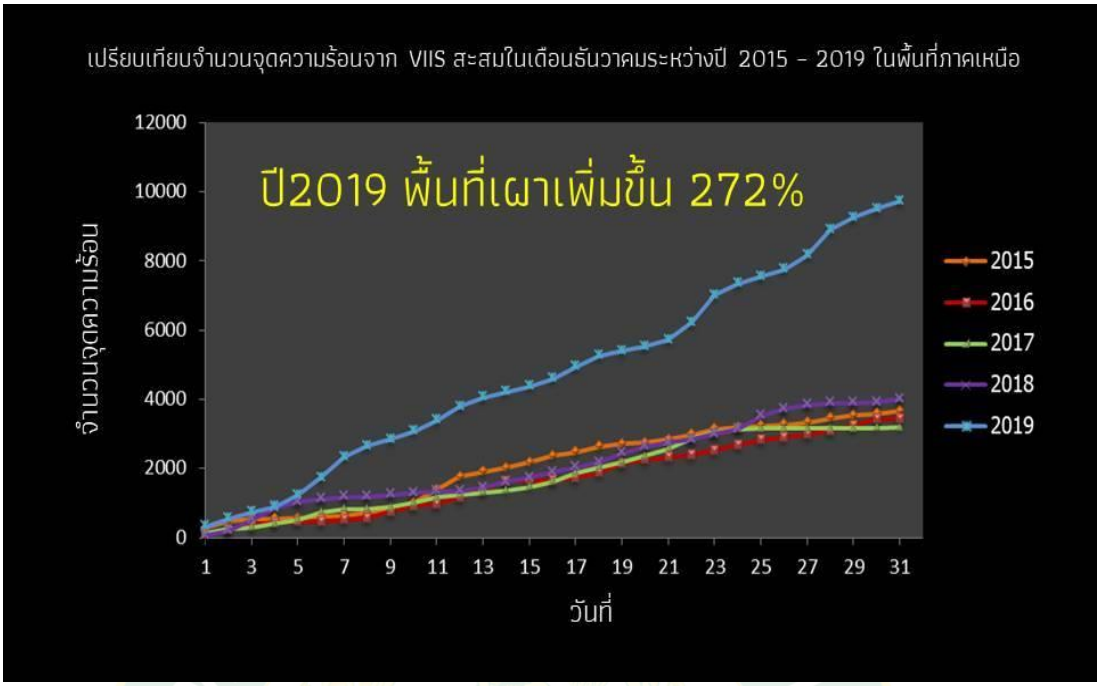
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2562)

จากภาพที่ 9 ได้แสดงคุณภาพอากาศในเวลา 365 วัน ย้อนหลัง 3 ปี พ.ศ. 2560-2562 จำแนกคุณภาพอากาศรายปี จำนวนวันตาม AQI เฉลี่ย 24 ชั่วโมง คำนวนตามมาตรฐาน US EPA คุณภาพอากาศ ณ ศูนย์ราชการ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงเวลา 09.00-08.00 น. ของวันรุ่งขึ้น




**ภาพที่ 9** แสดงคุณภาพอากาศในเวลา 365 วัน ย้อนหลัง 3 ปี

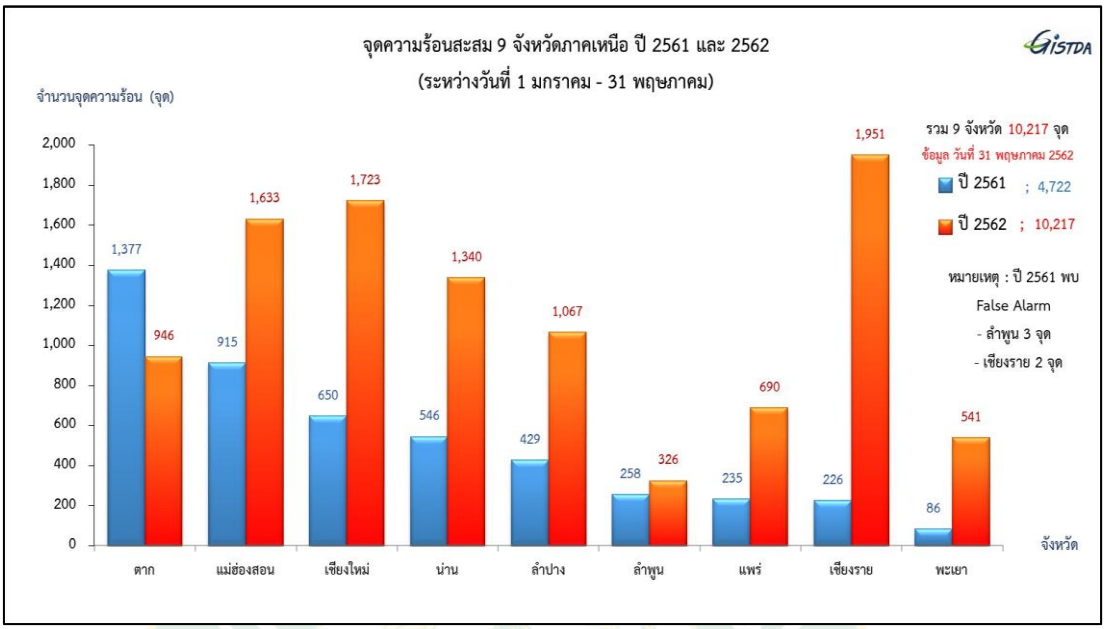
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2562)




**ภาพที่ 10** แสดงเปรียบเทียบจำนวนจุดความร้อนจาก VIIS สะสม ในเดือนธันวาคม ระหว่าง ปี พ.ศ. 2558-2562 ในพื้นที่ภาคเหนือ

ที่มา: Smoke Haze Integrated Research Unit (2019)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและนำผลมาทำกราฟการสะสมของจุดความร้อนที่ได้จาก VIIS พบว่า ในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2562 ในเขตภาคเหนือมีการเผาชีวมวลมากกว่าปีอื่นๆ ถึง 272% แล้วปีนี้การที่ฝุ่นเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะพื้นที่เผาส่วนใหญ่ คือ การเกษตร แต่ที่เหลือในป่ายังไม่ถูกเผา ค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เพิ่มสูงขึ้น เหตุอากาศปิดโดยเฉพาะช่วงเย็นที่มีการจราจรหนาแน่น ทั้งนี้โดยเฉพาะช่วงครึ่งเดือนหลังของมกราคมประมาณ 15 วัน จะเกิดการสะสมตัวของค่าฝุ่นละออง สูงมากเป็นประจำทุกปีส่งผลให้ภาพรวมสภาพอากาศปีนี้ไม่ค่อยดีเท่าที่ควรเนื่องจากความหนาวเย็นมาเร็วกว่าปกติมีความกดอากาศต่ำมากในรูปแบบของฝาชีครอบหรืออากาศปิดทำให้การระบายของอากาศไม่ดี จากสภาพพื้นที่แสดงการเปรียบเทียบจุดสะสมความร้อน 9 จังหวัดภาคเหนือ ปี พ.ศ. 2561 และ ปี พ.ศ. 2562 ระหว่างวันที่ 1 มกราคม-31 พฤษภาคม ดังภาพที่ 11




**ภาพที่ 11** แสดงจุดความร้อนจาก 9 จังหวัด ข้อมูล วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2562

ที่มา: Gistda (2019)

ขณะที่มีไฟป่าขนาดใหญ่ 3 แห่งในภาคเหนือ หนึ่งจุดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยและ 2 จุด ในอุทยานแห่งชาติออบหลวง หน้าไฟยาว 10-20 กม. ลุกต่อเนื่องมา 7 วัน ซึ่งดาวเทียม VIIRS และ MODIS/AQUA ตรวจจับและยืนยันได้ทุกวัน

ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงสุด ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

| จังหวัด | ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด (มคก./ลบ.ม.) | วันที่ตรวจพบค่าสูงสุด | จำนวนวันที่เกินมาตรฐาน |
|---|---|---|---|
| เชียงใหม่ | 200.8 | 8 มี.ค. | 13 |
| ลำพูน | 274.8 | 26 ก.พ. | 19 |
| เชียงราย | 437.6 | 10 มี.ค. | 25 |
| แม่ฮ่องสอน | 359.4 | 11 มี.ค. | 17 |
| ลำปาง | 279.0 | 26 ก.พ. | 23 |
| พะเยา | 278.7 | 27 ก.พ. | 22 |
| น่าน | 216.4 | 8 มี.ค. | 14 |
| แพร่ | 233.2 | 25 ก.พ. | 20 |
| ตาก | 285.2 | 1 มี.ค. | 9 |

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ม.ค. - 16 มี.ค. ยกเว้นจังหวัดตากที่เริ่มตรวจวัดตั้งแต่วันที่ 1 มี.ค.

THAIPUBLICA

**ภาพที่ 12** แสดงค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ค่าสูงสุดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2562)

**ความหมายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

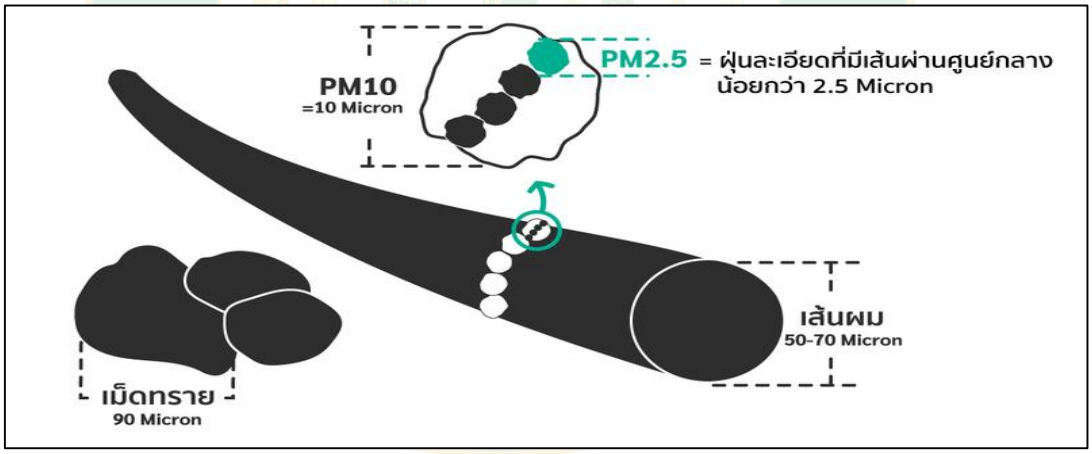
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก การฝุ่น $PM_{2.5}$ คืออะไร คำว่า PM (พีเอ็ม) ย่อมาจาก Particulate Matters เป็นคำเรียกค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมีหน่วยวัดคือไมครอนหรือไมโครเมตร แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ $PM_{10}$ และ $PM_{2.5}$ โดยที่ฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร แขวนลอยอยู่ในอากาศรวมกับไอน้ำ ควันและก๊าซต่างๆ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่เมื่อมาอยู่รวมกันเป็นจำนวนมหาศาลจะมองเห็นเป็นหมอกควันอย่างที่เราเห็นกันในทุกๆ เช้า ฝุ่น $PM_{2.5}$ ถือเป็นมลพิษต่อสุขภาพของมนุษย์ตามที่องค์การอนามัยโลกให้ความสำคัญ และออกมาแจ้งเตือนให้ทราบเพราะเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมาก (เล็กกว่าเส้นผมถึง 20 เท่า) เมื่อหายใจเขาไปแล้วมารถเล็ดลอดผ่านขนจมูกเข้าสู่ปอดและหลอดเลือดได้ง่าย จนส่งผลเสียต่อร่างกายในระยะยาว

1. ฝุ่นขนาดใหญ่ (Coarse Particle: $PM_{2.5-10}$) จะมีผลเสียต่อเยื่อบุตาและทางเดินหายใจส่วนบน ทำให้เกิดการระคายเคือง น้ำตาไหลและไอ

2. ฝุ่นขนาดเล็ก (Fine Particle: $PM_{2.5}$) สามารถเคลื่อนลึกลงไปในทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมของปอด และฝุ่นขนาดเล็กมาก (Ultrafine Particles: $PM_{10}$) สามารถผ่านผนังของ

หลอดเลือดฝอยที่ถุงลมและถูกเม็ดเลือดขาวจับและพาไปตามกระแสเลือดทำให้สามารถสัมผัสทุกเซลล์และอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย เช่น ตับ ไต ดังนั้นขนาดอนุภาคยิ่งเล็กมากจะเกิดความเป็นพิษต่อระบบต่างๆ มากกว่าขนาดที่ใหญ่กว่า นอกจากขนาดอนุภาคที่มีความเป็นกรดสูงจะมีฤทธิ์ทำลายเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น และส่วนประกอบบางชนิดที่อยู่พื้นผิวของอนุภาค PM ที่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงหรือถ่านหิน เช่น กลุ่มโลหะหนัก (อาร์เซนิก ตะกั่ว และแคดเมียม) หรือสารกลุ่มกรดซัลฟูริกและไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: PAH) จะเพิ่มอันตรายต่อร่างกายมากขึ้น

ทั้งนี้กรมควบคุมมลพิษของไทย ยังคงใช้ดัชนีคุณภาพอากาศที่กำหนดให้ ปริมาณฝุ่นละออง $PM_{10}$ ไม่เกิน 120 มก./ลบ.ม เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ยังถือเป็นอากาศ “คุณภาพปานกลาง” ที่ “ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ” ขณะที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะถือว่าอันตรายต่อเมื่อเกิน 50 มก./ลบ.ม ฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ว่านี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร ซึ่งมักเกิดจากเครื่องยนต์ดีเซลและการเผาถ่านไม้และมีอันตรายต่อร่างกายอย่างมาก เพราะสามารถเข้าสู่ปอดส่วนลึกของมนุษย์และสร้างความเสียหายให้ระบบทางเดินหายใจและหัวใจ ดังภาพที่ 13



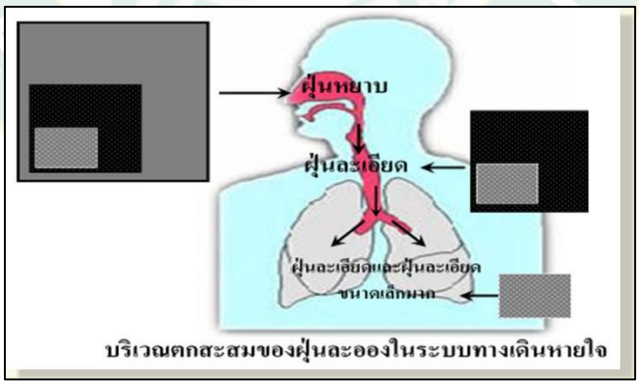

**ภาพที่ 13** แสดงอนุภาคขนาดเล็กของฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร

ที่มา: วรรณวนัช เสถียรธรรมมณี (2561)

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ระบุว่า มากกว่า 20% ของการเสียชีวิตจากโรคหัวใจและหลอดเลือดมีสาเหตุมาจากมลพิษทางอากาศและทุกๆ ปี มีมากกว่า 3 ล้านคนที่เสียชีวิต โดยองค์การอนามัยโลกระบุว่า หากในอากาศมีฝุ่น $PM_{2.5}$ เกิน 10-25 ไมโครกรัมใน 1 ลูกบาศก์เมตร แล้วร่างกายได้รับเข้าไปติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการอักเสบ

ส่งผลเสียต่อการแข็งตัวของเลือด การทำงานของเซลล์เยื่อบุหลอดเลือด ทำให้เกิดโรคเรื้อรัง ทั้งโรคหัวใจ โรคปอด และโรคมะเร็ง

นอกจากนี้กระบวนการของอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ สามารถทำปฏิกิริยากับสารที่ก่อภูมิแพ้ในอากาศ จึงส่งเสริมการเกิดโรคหอบหืดในผู้ที่มีความไวต่อสิ่งกระตุ้นกลไกที่ทำลายอวัยวะต่างๆ ของ $PM_{2.5}$ เกิดจากความเป็นพิษของสารที่สัมผัสและทำอันตรายเซลล์และอวัยวะต่างๆ โดยตรง (Direct Effect) และเกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กระตุ้นกระบวนการอักเสบทำให้มีผลต่อทั้งร่างกาย (Systemic Effect) โดยการอักเสบที่ส่วนใหญ่อยู่ที่ปอดส่งผลให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่นเพิ่มปริมาณสารอนุมูลอิสระและตามมาด้วยกระบวนการอักเสบที่มากขึ้นและการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิคุ้มกันจึงมีผลต่ออวัยวะที่อยู่ห่างออกไป ผลลูกโซ่ที่เกิดตามมาจากการอักเสบทำให้เกิดการทำลายเซลล์บุหลอดเลือด หลอดเลือดแข็งและอุดตัน ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ ลดลงจึงส่งผลเสียด้านโครงสร้างและการเสื่อมหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ นอกจากนี้ปอดซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องฟอกอากาศของร่างกายและเป็นอวัยวะที่เผชิญกับการทำลายของ $PM_{2.5}$ โดยตรง ถ้าร่างกายได้รับสาร $PM_{2.5}$ ปริมาณมากหรือนาน เม็ดเลือดขาวและระบบน้ำเหลืองในปอดจะไม่สามารถขจัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ออกจากร่างกายได้หมดและกลายเป็นแหล่งของเขม่า $PM_{2.5}$ ที่สะสมอยู่บริเวณหลอดลมขนาดเล็กซึ่งก่อให้เกิดการอักเสบเรื้อรัง ผังพืดและเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งปอดขึ้นได้แสดงการส่งผ่านจากเข้าสู่ปอดและระบบทางเดินหายใจลักษณะฝุ่นหยาบ ฝุ่นละเอียด และฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สุด ดังภาพที่ 14




**ภาพที่ 14** แสดงกราฟิกกระบวนส่องผ่านฝุ่นละอองขนาดเล็ก

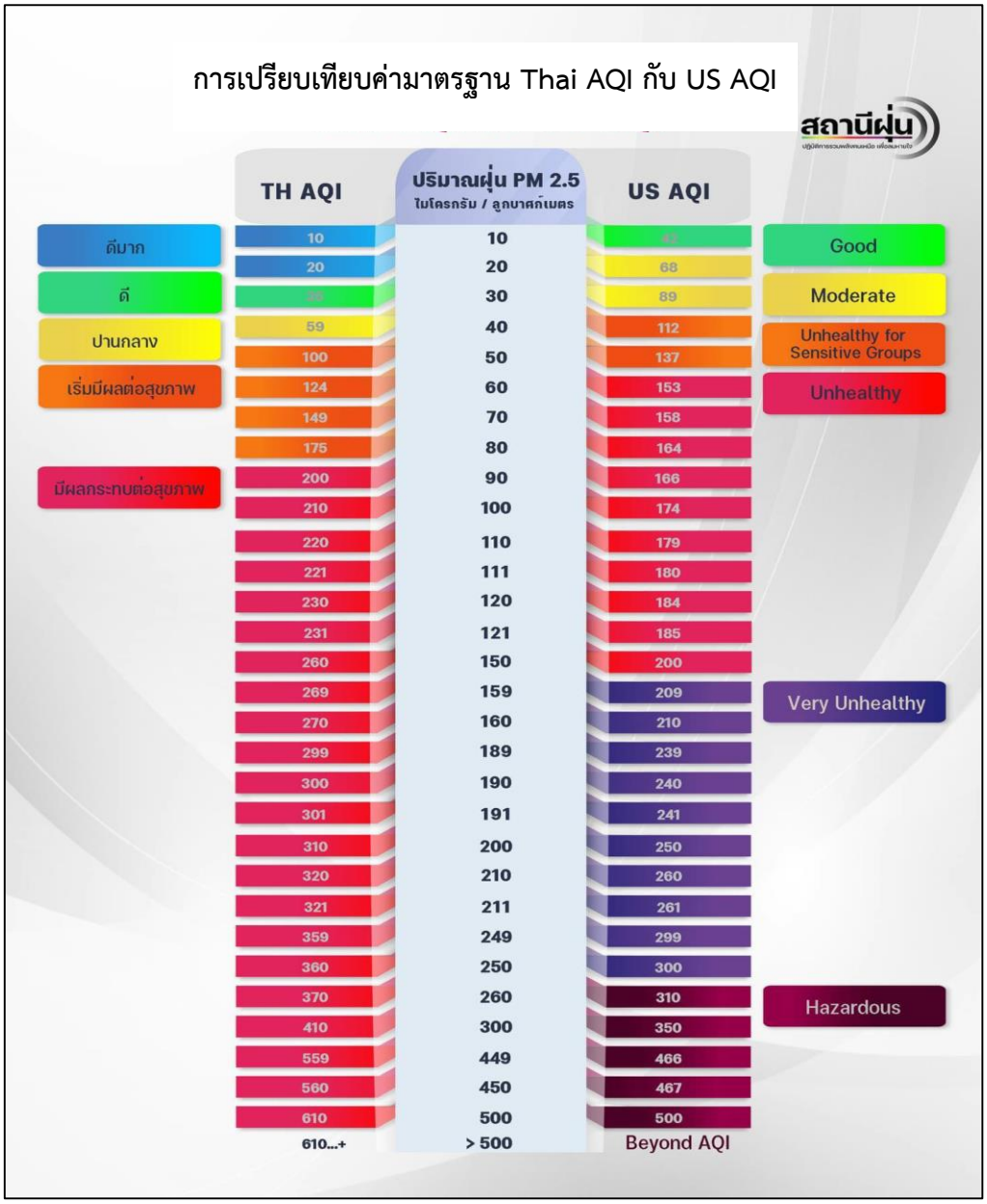
ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข (2564)

ผลกระทบของฝุ่น $PM_{2.5}$ กับหัวใจ หากเกิดขึ้นแบบเฉียบพลันจะส่งผลให้เส้นเลือดเปราะ เส้นเลือดแตก และในผู้ป่วยโรคหัวใจ ฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่น $PM_{2.5}$ นี้ จะเข้าไปกระตุ้นให้โรคที่เป็นอยู่รุนแรงขึ้น ส่วนในระยะยาวผลกระทบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์ กระตุ้นการอักเสบทั่วร่างกาย หลอดเลือดหนาตัวมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อผนังหลอดเลือดเติบโตขึ้น มีอันตรายต่อร่างกายเทียบเท่ากับคนที่สูบบุหรี่ ในอนาคตคาดว่าจะเพิ่มเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงหลักที่ทำให้เกิดโรคหัวใจ ข้อมูลจากสมาคมโรคหลอดเลือดหัวใจแห่งยุโรป (European Society of Cardiology: ESC) ระบุว่า มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) ทำให้จำนวนผู้เสียชีวิตในยุโรปเพิ่มขึ้น มีอัตราผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้นถึง 800,000 คนต่อปี ด้วยวิธีการใหม่ของแบบจำลองผลกระทบที่หลากหลายของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศภายนอกที่ส่งผลต่ออัตราการเสียชีวิต พบว่า 40-80% ของผู้เสียชีวิตเกิดจากโรคหลอดเลือดหัวใจ (CVD) เช่น หัวใจวายและหลอดเลือดสมอง นอกจากนี้นักวิจัยยังพบว่า มลพิษทางอากาศ ทำให้มีผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้นประมาณ 8.8 ล้านรายทั่วโลก มากกว่าที่คาดการณ์ไว้ที่ 4.5 ล้านคน นั่นหมายความว่าในแต่ละปี มลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับโรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งโรคระบบทางเดินหายใจ มลพิษทางอากาศเป็นสาเหตุการเสียชีวิตมากกว่าการสูบบุหรี่ ซึ่งบุหรี่สามารถเลิกสูบได้ แต่มลพิษทางอากาศไม่สามารถเลี่ยง เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้หลอดเลือดเกิดความเสียหายและเกิดความเครียดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน โรคหลอดเลือดสมอง หัวใจวาย และหัวใจล้มเหลวในอัตราที่สูงขึ้น

ทั้งนี้เมื่อร่างกายได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กในปริมาณมาก จะทำลายหลอดเลือดและเยื่อบุหลอดเลือด เร่งการแข็งตัวของหลอดเลือด เร่งความเปราะของหลอดเลือดให้เพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดความเสี่ยงโรคหัวใจล้มเหลว การป้องกันตัวเองคือ สิ่งสำคัญแม้ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคหัวใจมีหลายข้อ แต่มลพิษทางอากาศคืออีกหนึ่งประเด็นสำคัญที่ไม่ควรละเลย หากมีอาการผิดปกติจากฝุ่นละอองขนาดเล็กควรเข้ามาพบแพทย์ทันทีและถ้ารู้ว่าตัวเองมีความเสี่ยงโรคหัวใจควรตรวจเช็กหัวใจกับแพทย์เป็นประจำทุกปี (ชาติทนง ยอดวุฒิ, 2562)

ทั้งนี้องค์การอนามัยโลก (WHO) สรุปผลรายงานว่า ประชากรโลก 9 ใน 10 คน หายใจอากาศปนเปื้อน และระดับมลพิษทางอากาศยังอยู่ในระดับสูง “อย่างอันตราย” ในหลายภูมิภาคของโลก แพทย์หัวหน้าทีมวิจัยในเชียงใหม่ พบว่า ฝุ่นนละอองมีผลต่อผู้ป่วยอย่างชัดเจน และแนะนำว่าไทยควรปรับเกณฑ์คุณภาพอากาศให้ตรงกับองค์การอนามัยโลก (องค์การอนามัยโลก, 2562) โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 จำนวนเมืองที่ตรวจวัดสภาพอากาศและส่งข้อมูลให้กับองค์การอนามัยโลกเพิ่มขึ้นถึง 1,000 แห่ง แต่สิ่งหนึ่งที่เห็นได้ชัดจากการเผยฐานข้อมูลครั้งนี้ คือ องค์การอนามัยโลก (WHO) ยังขาดข้อมูลสถิติเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศในหลายภูมิภาค เช่น ภูมิภาคอาเซียนมีข้อมูลอยู่ไม่ถึง 50 เมือง ในฐานข้อมูลดังกล่าว ประเทศไทยมีเพียง 18 จังหวัดเท่านั้นที่มีข้อมูลคุณภาพอากาศในปี พ.ศ. 2559 จังหวัดที่คุณภาพอากาศแย่ที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เชียงใหม่ สระบุรี

นครสวรรค์ เชียงราย และเลย ทั้ง 5 จังหวัดข้างต้นมีปริมาณฝุ่นละอองเกินเกณฑ์ปลอดภัยที่องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า ระดับอนุภาคฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หรือที่เรียกว่าฝุ่นละออง $PM_{10}$ ที่ปลอดภัยต้องอยู่ในระดับต่ำกว่า 50 มก./ลบ.ม เฉลี่ยต่อ 24 ชั่วโมง การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานอากาศ Thai AQI กับ US AQI ดังแสดงภาพที่ 15




**ภาพที่ 15** แสดงการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานอากาศ Thai AQI กับ US AQI

ที่มา: สถานีฝุ่นปฏิบัติการรวมพลังคนเหนือเพื่อลมหายใจ (2564)

## แนวคิดและทฤษฎีผลกระทบจากโรคจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบให้เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

### ผลกระทบเกิดโรคจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญระดับโลกที่ส่งผลกระทบทั้งต่อระบบนิเวศ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคมและสุขภาพ ซึ่งเป็นผลโดยตรงหรือโดยอ้อมจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศโลก และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแปรปรวนทางสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในช่วงเวลาเดียวกัน

สำหรับประเด็นสุขภาพ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ การเสียชีวิต บาดเจ็บจากสภาวะที่รุนแรงของภูมิอากาศ ภาวะโภชนาการที่ลดลงโดยเฉพาะในกลุ่มเด็ก โรคทางเดินหายใจและโรคอุจจาระร่วงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความแออัดของผู้รอดชีวิต ซึ่งมักมีที่พักพิงจำกัดและไม่สามารถเข้าถึงน้ำดื่มที่สะอาด ผลทางสุขภาพจิตที่ในบางรายที่ได้รับผลกระทบยาวนานเพิ่มความเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (Water-Related Diseases) เนื่องจากการประปาหรือระบบท่อน้ำทิ้งไม่เป็นไปตามปกติ การรับสัมผัสกับสารเคมีอันตรายหรือเชื้อโรคที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งเก็บกักและสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเข้าสู่น้ำที่ท่วมอยู่ การสูญเสียญาติพี่น้อง ผู้คุ้นเคยและทรัพย์สิน รวมถึงการ เปลี่ยนไปของสังคม อาจเพิ่มความเสี่ยงของภาวะซึมเศร้าและสุขภาพจิต ผลกระทบต่อสุขภาพทางอ้อมก็อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความเสียหายของโครงสร้างพื้นฐานในท้องถิ่น (เช่น ความเสียหายต่อสถานพยาบาลไฟฟ้าและถนน) และการย้ายที่อยู่ของประชากร ดังแสดงในภาพที่ 16

**ภาพที่ 16** แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพ

ที่มา: Centers for Disease Control and Prevention (2014)

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคติดต่อจากอาหารและน้ำโรคจากความร้อน ภาวะทุพโภชนาการ ภาวะสุขภาพจิต เป็นต้น ตัวอย่างเช่น อันตรายจากคลื่นความร้อนจะรุนแรงขึ้นเมื่อความชื้นในอากาศสูง ซึ่งเป็นสภาพที่พบในประเทศไทย เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น โดยปกติเหงื่อช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกาย แต่ในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงเหงื่อระเหยได้ยาก ความร้อนจึงถูกระบายออกจากร่างกายได้น้อย ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบทำงานของร่างกาย นอกจากนี้ อุณหภูมิสูงขึ้นในเขตเมืองสามารถเร่งปฏิกิริยาของมลพิษในอากาศซึ่งเป็นอันตราย ทำให้เกิดการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจและเยื่อบุต่างๆ ในระยะยาวจะก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง เช่น โรคหอบหืดและภูมิแพ้ นอกจากนี้โรคที่เกิดจากแมลงเป็นพาหะ เช่น โรคมาเลเรียและโรคไข้เลือดออก อาจจะเกิดการระบาดบ่อยครั้งขึ้นหรือเกิดการระบาดในพื้นที่ใหม่ เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นช่วยเร่งวงจรชีวิตของแมลงที่เป็นพาหะนำโรค ทำให้ระยะฟักตัวของเชื้อลดลง อุณหภูมิและน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลง ทำให้มีสภาพที่อยู่อาศัยใหม่เหมาะแก่การขยายพันธุ์

ของยุงเป็นพาหะ และวิถีชีวิตของคนไทยอาจเพิ่มโอกาสการสัมผัสกับเชื้อโรคได้มากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ เช่น โรคอุจจาระร่วง เนื่องจากปัญหาด้านสุขอนามัยในภาวะที่เกิดน้ำท่วมหรือภัยแล้ง สถานการณ์นี้จะยิ่งรุนแรงในพื้นที่การดูแลด้านสุขอนามัยยังไม่ทั่วถึง รวมทั้งส่งผลกระทบต่อภาวะสุขภาพจิตของประชาชน เนื่องจากสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง การต้องย้ายถิ่นฐาน การขาดแคลนทรัพยากรในการดำรงชีวิตอาจทำให้เกิดปัญหาสังคม เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร และกระทบต่อความมั่นคงทางจิตใจประชาชนได้ โดยองค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้เกิดการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 250,000 รายต่อปี อันเนื่องจากภาวะทุพโภชนาการ มาลาเรีย ท้องร่วงและโรคจากความร้อน (WHO 2014) รวมทั้งได้คาดการณ์ค่าเสียหายด้านสุขภาพอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (ไม่รวมค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับด้านเกษตร น้ำและสุขอนามัย) ประมาณ 20-40 ล้านดอลล่าร์ ในปี ค.ศ. 2030 (องค์การอนามัยโลก, 2562)

อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบทางตรง ได้แก่ การเสียชีวิต บาดเจ็บจากสภาวะที่รุนแรงของภูมิอากาศ ภาวะโภชนาการที่ลดลงโดยเฉพาะ ในกลุ่มเด็ก โรคทางเดินหายใจและโรคอุจจาระร่วงเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความแออัดของผู้รอดชีวิต ซึ่งมักมีที่พักพิงจำกัดและไม่สามารถเข้าถึงน้ำดื่มที่สะอาด ผลทางสุขภาพจิตที่ในบางรายที่ได้รับผลกระทบยาวนาน เพิ่มความเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (Water-Related Diseases) เนื่องจากการประปาหรือระบบท่อ น้ำทิ้งไม่เป็นไปตามปกติ การรับสัมผัสกับสารเคมีอันตรายหรือเชื้อโรคที่ถูกปลดปล่อยจากแหล่งเก็บกักและสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยเข้าสู่น้ำที่ท่วมอยู่ การสูญเสียญาติพี่น้อง ผู้คุ้นเคยและทรัพย์สิน รวมถึงการเปลี่ยนไปของสังคม อาจเพิ่มความเสี่ยงของภาวะซึมเศร้าและสุขภาพจิต

ผลกระทบต่อสุขภาพทางอ้อมก็อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความเสียหายของโครงสร้างพื้นฐานในท้องถิ่น เช่น ความเสียหายต่อสถานพยาบาล ไฟฟ้าและถนน และการย้ายที่อยู่ของประชากร ซึ่งสถานการณ์ความเสี่ยงเหล่านี้ล้วนแต่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายทั้งด้านสาธารณสุขในการ รักษาพยาบาลและมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของประเทศไทย ทำให้ประเทศไทยเข้าสู่สังคมสูงวัย (Aging Societies) แรงงานภาคเกษตรและอุตสาหกรรมที่เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ รวมทั้งการส่งเสริมการท่องเที่ยว ซึ่งในแต่ละปีมีนักท่องเที่ยวต่างชาติจำนวนมากที่เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย ซึ่งหากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น จะทำให้ผลกระทบต่อสุขภาพมีความรุนแรงมากขึ้นและถ้าประเทศไทยยังไม่มีมาตรการเตรียมการที่ดีอาจส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศตามมา แต่หากมีมาตรการที่ดีในการควบคุมหรือป้องกันผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศจะช่วยลดการ เจ็บป่วยและเสียชีวิตได้ ดังนั้นหลายหน่วยงานทั้งระดับประเทศ ภูมิภาคและโลก จึงได้ผลักดันให้มีการพัฒนานโยบายและมาตรการต่างๆ อย่างจริงจัง เพื่อลดและป้องกันผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

การเจ็บป่วยจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง (ร้อนจัดหรือหนาวจัด) ทำให้ผิวหนังไหม้จากแสงแดด (Sunburn) เกิดอาการตะคริวเนื่องจากความร้อน (Hert Cramp) อาการเพลียแดดเนื่องจากความร้อน (Hert Exhaustion) และอาการลมร้อน (Heat Stork) กลุ่มโรคที่เกิดจากโลกร้อน ภาวะหัวใจล้มเหลว (สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์, 2554) ทั้งนี้มีข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพที่เกิดจากอากาศร้อนจัดพบว่าโดยปกติร่างกายมนุษย์มีกลไกปรับตัวและอุ่นและควบคุมอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจากภายนอก เช่น ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นหลอดเลือดที่ผิวหนังจะขยายตัวและมีเหงื่อออก แต่การปรับตัวดังกล่าวมีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งร่างกายจำเป็นต้องใช้เวลาปรับตัวแล้วถ้าเกิดอุณหภูมิสูงขึ้นมากอย่างรวดเร็วร่างกายปรับตัวไม่ทันจึงเกิดผลทำให้เจ็บป่วยและเสียชีวิตได้ซึ่งสาเหตุของการเสียชีวิตส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดจากภาวะอาการลมร้อน (Heat Stork) แต่เกิดจากภาวะล้มเหลวของหัวใจและหลอดเลือดหรือระบบหายใจล้มเหลวประชากรกลุ่มเสี่ยงที่สำคัญคือ ผู้สูงอายุและผู้ที่มีโรคประจำตัวที่มีผลทำให้กลไกการปรับตัวตอบอุณหภูมิที่สูงขึ้นไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งผลกระทบโดยตรงเกี่ยวข้องกับโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศจะมีค่าความชื้อสัมพัทธ์ในอากาศเกี่ยวข้องกับความร้อนที่เกิดขึ้นกับมนุษย์โดยตรงคือค่า “ดัชนีความรอน” ดัชนีระดับความร้อน (Heat Index Temperature) หมายถึง สภาวะที่ทำให้ร่างกายเรารู้สึกร้อนขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอากาศจริงที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับความชื้น ทำให้ร่างกายรู้สึกสูญเสียความเย็นออกไปจากบริเวณผิวหนัง ส่งผลให้รู้สึกร้อนมากกว่า อุณหภูมิของอากาศจริงอาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากอากาศร้อนได้ สภาพอากาศที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากความร้อน คือ สภาพอากาศที่มีค่าดัชนี ระดับความร้อนตั้งแต่ 38.0 องศาเซลเซียสขึ้นไป (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)

**ตารางที่ 3** ดัชนีความร้อน (Heat Index) อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

| ความชื้นสัมพัทธ์ (%) | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 27 | 27 | 28 | 29 | 31 | 33 | 34 | 36 | 38 | 41 | 43 | 46 | 48 | 51 | 54 | 58 |
| 45 | 27 | 28 | 29 | 31 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 43 | 46 | 48 | 51 | 54 | 58 | |
| 50 | 27 | 28 | 29 | 31 | 33 | 35 | 37 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 55 | 58 | | |
| 55 | 27 | 29 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 41 | 44 | 47 | 51 | 54 | 58 | | | |
| 60 | 28 | 29 | 31 | 33 | 35 | 38 | 41 | 43 | 47 | 51 | 54 | 58 | | | | |
| 65 | 28 | 29 | 32 | 34 | 37 | 39 | 42 | 46 | 49 | 53 | 58 | | | | | |
| 70 | 28 | 30 | 32 | 35 | 38 | 41 | 44 | 48 | 52 | 57 | | | | | | |
| 75 | 29 | 31 | 33 | 36 | 39 | 43 | 47 | 51 | 56 | | | | | | | |
| 80 | 29 | 32 | 34 | 38 | 41 | 45 | 49 | 54 | | | | | | | | |
| 85 | 29 | 32 | 36 | 39 | 43 | 47 | 52 | 57 | | | | | | | | |
| 90 | 30 | 33 | 37 | 41 | 45 | 50 | 55 | | | | | | | | | |
| 95 | 30 | 34 | 38 | 42 | 47 | 53 | | | | | | | | | | |
| 100 | 31 | 35 | 39 | 44 | 49 | 56 | | | | | | | | | | |

เตือนระวัง ระวังรุนแรง อันตราย อันตรายรุนแรงมาก

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2563)

**ตารางที่ 4** ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากดัชนีความร้อน

| องซาเซลเซียส | ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต |
|---|---|
| 27-32 | **เตือนระวัง**<br>ความเมื่อยล้าที่อาจเกิดขึ้นได้เป็นเวลายาวนานเมื่อได้มีการสัมผัสกับอากาศที่ร้อนและมีกิจกรรมต่อเนื่องที่อาจทำให้เกิดอาการปวดแสบปวดร้อน |
| 32-41 | **เตือนระวังรุนแรง**<br>อาการปวดแสบปวดร้อนและความอ่อนเพลียหรือเหนื่อยล้าอาจเกิดขึ้นได้ การทำกิจกรรมที่ต่อเนื่องอาจทำให้เกิดจังหวะของความร้อนที่เรียกว่า “Heatstroke” |
| 41-54 | **อันตราย**<br>อาการปวดแสบปวดร้อนและความอ่อนเพลียหรือเหนื่อยล้าจะเหมือนกันกับ “Heat Stroke” ที่เป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีการกระทำกิจกรรมต่อเนื่อง |
| มากกว่า 54 | **อันตรายรุนแรง**<br>Heart strok อยู่ใกล้ตัว |

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2563)

**ตารางที่ 5** ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในต่างประเทศ

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| Conceptualizations of climate-related health risks among health experts and the public in Ghana<br><br>(Lucia, 2018) | เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระหว่างผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพและประชาชนในประเทศกานาติ งานด้านสุขภาพและประชาชนทั่วไป | 1. อุณหภูมิสูงสุด<br>2. ความแปรปรวนของปริมาณฝน<br>3. อายุ เชื้อชาติ เพศสถานภาพสมรส การศึกษาอาชีพและศาสนา<br>**เชิงคุณภาพ (สัมภาษณ์)**<br>ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพกลุ่มและประชาชนทั่วไป(สาธารณะ) | ความแตกต่างของผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพและบุคคลทั่วไปหรือแนวคิดสาธารณะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบุคคลและกลุ่มในสังคมที่แตกต่างกันและสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความอ่อนแอต่อสุขภาพและความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของบุคคลและกลุ่มในสังคมที่แตกต่างกันและสภาพแวดล้อมทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน |
| Economic, social and governance adaptation readiness for mitigation of climate change vulnerability: Evidence from 192 countries<br><br>(Samuel, 2018) | เพื่อศึกษาตรวจสอบผลกระทบของความพร้อมในการปรับตัวแบบรวมและแบบแยกกลุ่มที่มีต่อความเปราะบางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และแบบจำลองการถดถอยแบบ ควอนไทล์แบบพาเนล | 1. แนวคิดและนโยบายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ<br>2. เศรษฐกิจการปกครองและความพร้อมทางสังคม การเปลี่ยนแปลงคู่ครอง<br>3. เศรษฐศาสตร์ ธรรมาภิบาล สังคม | ผลกระทบเชิงนโยบายของการศึกษาเผยให้เห็นข้อกำหนดต่อไปนี้สำหรับแต่ละภูมิภาคในแอฟริกา<br>1. ระบบเตือนภัยล่วงหน้าและการเปลี่ยนแปลง<br>2. การพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนการตอบสนองการปรับตัวทางการเกษตรและเทคโนโลยีเชิงตรรกะ การชลประทานพืชทนต่อสภาพภูมิอากาศและการวางแผนน้ำและที่ดินแบบบูรณาการ<br>3. การปรับตัวทางเศรษฐกิจสังคมและการกำกับดูแลในการลดความเปราะบางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก |
| Managed retreat as a strategy for climate change adaptation in small communities: public health implications | เพื่อศึกษาอาจรวมถึงการเฝ้าระวังตัวชี้วัดสุขภาพก่อนและหลังชุมชนย้ายที่ตั้ง ผลกระทบด้านสุขภาพของการจัดการที่มีการจัดการและวิธีการอำนวยความสะดวกแก่ประชากร | **ตัวแปรตาม (ผล)**<br>การย้ายถิ่นฐานดำเนินไปอย่างต่อเนื่องในชุมชนส่วนใหญ่<br>**ตัวแปรต้น (อิสระ)**<br>1. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ | 1. ปัจจัยการปรับตัวที่ดีสำหรับชุมชน ได้แก่ ทุนมนุษย์ทุนทางสังคม ระบบความเชื่อทรัพยากรที่ดินและทางทะเลความเป็นผู้นำและประวัติศาสตร์ของการจัดการกับด้านสิ่งแวดล้อม<br>2. ผลกระทบต่อสุขภาพที่พบในประชากรที่อพยพเนื่องจากภัยแล้ง สงครามและเหตุผลอื่นๆ อาจเกี่ยวข้องแม้ว่าบุคคลที่เคลื่อนไหวเนื่องจาก |

**ตารางที่ 5** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| (Dannenberg, 2017) | | 2. การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลน้ำทะเลสูงขึ้น 4.5 ผลกระทบสำหรับเมืองใหญ่ชุมชนขนาดเล็กและชายฝั่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีประชากรพื้นเมือง Meta Analysis | การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปมีเวลามากขึ้นสำหรับการวางแผนการย้ายถิ่นฐานและสามารถเก็บสมบัติส่วนใหญ่ได้ดีกว่า ชุมชนแปดแห่งในการศึกษานี้กล่าวถึงผลกระทบด้านสุขภาพทางอ้อมของการย้ายถิ่นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางร่างกายและสังคมของสุขภาพ (ODPHP, 2018) |
| The economics of health and climate change: key evidence for decision making<br><br>(Hutton, 2011) | ต้นทุนค่าใช้จ่ายความเสียหายต่อสุขภาพ ค่าใช้จ่ายในการปรับตัวด้านสุขภาพและการประเมินผลทางเศรษฐกิจด้านสุขภาพ | 1. เพิ่มค่าใช้จ่ายด้านการดูแลสุขภาพ<br>2. สภาพภูมิอากาศ | ต้นทุนต่อหน่วยในการควบคุมผลกระทบต่อสุขภาพนั้นไม่ชัดเจนและข้อมูลค่าใช้จ่ายระดับประเทศ จำกัดต้นทุนการปรับตัวเชิงปริมาณมากที่สุดเท่านั้น เช่น การส่งมอบบริการและส่วนใหญ่ไม่รวมค่าใช้จ่ายของการดำเนินนโยบายใหม่และการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากหน่วยงานภาครัฐและไม่ใช่ภาคเอกชนเท่านั้นที่รวมอยู่ในการศึกษาของธนาคารโลกมาตรการการปรับตัวนี้คาดการณ์ล่วงหน้าอย่างสมบูรณ์แบบและไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเมื่อทำการประกันความเสี่ยงหรือการปรับตัวที่ไม่เหมาะสม ประเมินประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของแพคเกจของตัวเลือกการปรับตัวทางสุขภาพที่มุ่งเป้าไปที่โรคท้องร่วง ปัญหาผิวหนัง โรคทางจิต โรคมาลาเรียและไข้เลือดออก |

**ตารางที่ 6** สรุปผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ทำให้โรคในต่างประเทศ

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| Effects of climate change on the health of citizens modelling urban weather and air pollution<br><br>(Roberto, 2017) | ศึกษาประเมินผลกระทบต่อสุขภาพในระยะสั้น สภาพภูมิอากาศโลกที่มีต่อสุขภาพของประชาชนในรัฐอเมริกาตะวันออก (ลอนดอน) | 1. สภาพภูมิอากาศในภูมิภาค (RCM) อุณหภูมิคลื่นความร้อน ความเข้มข้น2. การสะสมของมลพิษทางอากาศในระดับเมือง<br>3. มลภาวะในชั้นบรรยากาศในระดับเมือง<br>4. ความสัมพันธ์ระยะสั้นระหว่างจำนวนการรับเข้าโรงพยาบาลรายวัน | สภาพภูมิอากาศโลกต่อการตายของมนุษย์และการเจ็บป่วยเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือต่ำลง ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของมลภาวะ $PM_{2.5}$ |
| Tackling air pollution Implementing the Paris climate change agreement and extreme climate changes in China<br><br>(Xiao Nong et al., 2016) | ศึกษาการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ การปฏิบัติตามข้อตกลงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในกรุงปารีส | 1. ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในจีน<br>**ตัวแปรต้น**<br>ปริมาณมลพิษในอากาศ<br>2. ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$<br>3. โอโซน ($O_s$)<br>4. ไนโตรเจนไดออกไซด์ ($NO_2$) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($S0_2$) | จีนร่วมกันและบูรณาการในหลายประเทศ รัฐบาลจีนร่วมกันเชิงรุกและเชิงหลักฐานตามการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแนวทางการปรับตัวมาตรการและแนวทางตามแนว SDGs ที่มุ่งให้การคุ้มครองและรักษาความปลอดภัยของพลเมืองและชุมชนโลก การดำเนินงานปารีส CCA ในทุกระดับ จากมลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ |
| Co-benefits of climate mitigation on air quality and human health in Asian countries | 1. เพื่อประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจสภาพอากาศและมลพิษทางอากาศในอนาคต<br>2. สภาพภูมิอากาศสภาพทางเศรษฐกิจ | 1. $PM_{2.5}$<br>2. ความเข้มข้นของโอโซน<br>3. ค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ<br>4. การเพิ่มจำนวนผู้ป่วยนอก | แบบประเมินสุขภาพ การลดมลพิษทางอากาศ การลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภายใต้เป้าหมาย 2 ° C สามารถลดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในเอเชียได้ 0.79 ล้านคน (ช่วงความเชื่อมั่น 95%: 0.75-1.8 ล้านบาท) ภายในปี 2593 T ประมาณ 2.8 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (USD) |

**ตารางที่ 6** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| (Yang et al., 2017) | และสังคมและผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษทางอากาศ ทางเศรษฐกิจและสังคม (เช่น GDP ต่อหัว) | 5. อัตราการสูญเสียการทำงานต่อหัว (WLR) ต่อปี | (6%) ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (จีดีพี) ซึ่งมากกว่าต้นทุนการบรรเทาสภาพภูมิอากาศ (840 พันล้านเหรียญสหรัฐหรือ 2% ของจีดีพี) ในระดับประเทศอินเดียมีผลกำไรสุทธิสูงที่สุดที่ 1.4 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ตามมาด้วยจีน (330 พันล้านเหรียญสหรัฐ) และญี่ปุ่น (68 พันล้านเหรียญสหรัฐ) นอกจากนี้ในประเทศเอเชีย การประหยัดค่าชีวิตจะเพิ่มขึ้นเมื่อ GDP เพิ่มขึ้นต่อหัวยืนยันข้อสรุปเชิงคุณภาพนี้อย่างแข็งแกร่งภายใต้ ข้อสมมติฐานผลประโยชน์ร่วมของเทียบเท่ากับการประหยัดค่าใช้จ่ายชีวิตของผู้ใช้ |
| Assessment of fire emission inventories for simulating particulate matter in Upper Southeast Asia using WRF-CMAQ<br><br>(Vongruang et al., 2017) | 1. ประเมินผลกระทบจากการเผาชีวมวลต่อระดับ $PM_{10}$<br>2. ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองความเข้มข้น PM10 ด้วยระบบแบบจำลอง WRF-CMAQ | 1. $PM_{2.5}$<br>2. $PM_{10}$<br>3. แบบจำลอง community multi-scale air quality (CMAQ) | การเผาชีวมวลมีผลกระทบต่อความเข้มข้น $PM_{10}$ ในบรรยากาศ 72% โดยภาพรวมทั้งประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือของประเทศไทยได้รับผลกระทบสูงสุดถึง 94 % ในขณะที่ภูมิภาคอื่นของประเทศได้รับผลกระทบอยู่ในช่วง 56-78% จากผลการวิจัย สรุปได้ว่าการเผาในที่โล่งเป็นแหล่งกำเนิดหลักของ $PM_{10}$ ในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ดังนั้นการจัดการคุณภาพ อากาศควรเน้นที่แหล่งกำเนิดการเผาชีวมวลทั้งในพื้นที่ประเทศไทยและประเทศข้างเคียง |
| Impacts of air pollution on human and ecosystem health, and implications for the National Emission Ceilings Directive: Insights | เพื่อศึกษาผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศและผลกระทบที่เกิดขึ้น จาก $PM_{10}$ กับ $PM_{2.5}$ | 1. $PM_{2.5}$<br>2. จำนวนผู้ป่วยจากโรคโรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง | ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพของมนุษย์ในอิตาลีมลพิษทางอากาศเป็นความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ใหญ่ที่สุดต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยมีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควร มากกว่า 450,000 คน และ 1.6 พันล้านเหรียญสหรัฐของเศรษฐกิจเนื่องจากการตายและโรคในยุโรป โรคหลอด |

**ตารางที่ 6** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| from Italy<br><br>(De Marco, 2019) | | | เลือดหัวใจและหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดสำหรับการเสียชีวิตก่อนวัยอันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศและคิดเป็น 80% ของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรทั้งหมดที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ |
| Ambient air pollution, climate change, and population health in China<br><br>(Haidong et al., 2012) | เพื่อศึกษาผลกระทบด้านสุขภาพในระยะยาวของมลพิษทางอากาศและความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศและผลลัพธ์ด้านสุขภาพเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ | 1. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ<br>2. อุณหภูมิสูงสุด<br>3. อุณภูมต่ำสุด<br>4. ความแปรปรวนของสภาพอากาศ<br>5. ค่ามลพิษทางอากาศ $PM_{10}$ และ $PM_{2.5}$<br>6. $So_2$<br>7. $No_2$ | 1. เด็กมีความอ่อนไหวต่อมลพิษทางอากาศเนื่องจากการเติบโตและพัฒนาการที่รวดเร็ว และสารเคมี จำนวนมากจากปริมาณไอเสียของการจราจร<br>2. ผลกระทบด้านสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและสภาพอากาศสุดขั้วความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการตายคิดเป็น 80% ของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรทั้งหมดที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ |
| A review on health cost accounting of air pollution in China<br><br>(Ruiqiao et al., 2018) | เพื่อศึกษาต้นทุนสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศในประเทศจีนและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างทั้งสองในการประเมินการสูญเสีย GDP | 1. Meta-analysis<br>2. วัดผลกระทบของการเจ็บป่วยที่เพิ่มขึ้นการปรับความพิการของชีวิตปี (DALY) และมูลค่าของสถิติชีวิต (VSL) เป็นสองสิ่งที่สำคัญที่สุดในกรอบต้นทุนด้านสุขภาพ<br>3. วิธีมูลค่าตลาด (MVA) วิธีต้นทุนโอกาส (OCA) วิธีทุนมนุษย์ (HCA) ต้นทุนของการเจ็บป่วย (COI) และเทคนิคการตอบสนองการใช้ยา | ต้นทุนสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศในประเทศจีนและความแตกต่างระหว่างทั้งสองในการประเมินการสูญเสีย GDP ข้อได้เปรียบของการใช้วิธีการแบบไดนามิกสำหรับการบัญชีค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ<br>1. ค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศอาจ เพิ่มขึ้นไปจาก 3.5 ถึง 5.9% ของ GDP ของจีน<br>2. การศึกษาที่ใช้ฟังก์ชั่นการปรับขนาดยาที่ไม่ใช่เชิงเส้นล่าสุด หากไม่มีนโยบายการควบคุมมลพิษ PM2.5 ที่เหมาะสมการลดลง 2% ของ GDP เนื่องจากการสูญเสียสุขภาพอาจเกิดขึ้นในปี 2030 ในประเทศจีน (Xie et al., 2016) |

**ตารางที่ 6** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| Short term $PM_{2.5}$ exposure caused a robust lung inflammation, vascular remodeling, and exacerbated transition from left ventricular failure to right ventricular hypertrophy<br><br>(Yue et al., 2019) | เพื่อศึกษาผลกระทบของมลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ ต่อสุขภาพ | 1. การทดลองกับสัตว์ทดลอง หนู<br>2. มลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ | 1. ภาวะหัวใจล้มเหลว (HF) เป็นสาเหตุที่ใหญ่ที่สุดเข้ารักษาในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับฝุ่นละออง ($PM_{2.5}$) ผู้ป่วยที่มี HF ด้านซ้ายมักจะพัฒนาไปสู่ความล้มเหลวใน ventricular (RV) ด้านขวา แม้จะได้รับการดูแลทางการแพทย์ที่ดีที่สุด การเพิ่มขึ้นของ $PM_{2.5}$/ 10 กรัมต่อลูกบาศก์เมตรมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้น 76% ในความเสี่ยงของการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจในระยะเวลา 4 ปี<br>2. มลพิษทางอากาศรับผิดชอบต่อการเสียชีวิต 4.2 ล้านคนในปี 2559 โดยประมาณว่า 58% ของการเสียชีวิตก่อนวัยอันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศกลางแจ้งเป็นเพราะโรคหัวใจขาดเลือด จังหวะและมีเพียง 18% ของการเสียชีวิตเป็นเพราะโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและการติดเชื้อทางเดินหายใจ |
| Short-term effects of $PM_{2.5}$, $PM_{10}$ and $PM_{2.5,10}$ on daily mortality in the Netherlands<br><br>(Janssen et al., 2013) | เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบจากขนาด PM ต่างๆ และอัตราการตายรายวัน<br>1. ข้อมูลจากสถาบันอุตุนิยมวิทยาดัตช์ (KNMI) | 1. อัตราการตายที่เพิ่มขึ้น<br>2. $PM_{2.5}$ และ $PM_{10}$<br>3. อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศ | 1. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของฝุ่นละออง (PM) ที่เล็กกว่า 2.5 และอัตราการตายในยุโรปค่อนข้างเบาบางเนื่องจากมีข้อมูล $PM_{2.5}$ ในการวัดค่าค่อนข้างจำกัด แม้จะมีข้อมูลน้อยลงในผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจาก $PM_{2.5-10}$ อย่างมีนัยสำคัญต่อการเสียชีวิตของระบบหัวใจและหลอดเลือดสมอง |
| Seasonal variations in the oxidative stress and inflammatory potential of $PM_{2.5}$ in Tehran using an alveolar macrophage model; | 1. ประเมินผลกระทบจากการเผาชีวมวลต่อระดับ $PM_{10}$<br>2. ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองความเข้มข้น $PM_{10}$ ด้วยระบบแบบจำลอง | 1. $PM_{2.5}$<br>2. $PM_{10}$<br>3. แบบจำลอง community multi-scale air quality (CMAQ) | การเผาชีวมวลเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของ $PM_{10}$ ในประเทศไทย ระดับ $PM_{10}$ ที่สูงผิดปกติจากค่าการตรวจวัดมักพบในช่วงฤดูร้อน ระบบแบบจำลอง WRF-CMAQ (weather research and forecasting, WRF) และ community multiscale air quality, CMAQ) นำมาใช้ใน |

**ตารางที่ 6** (ต่อ)

| ชื่อเรื่อง (ผู้ศึกษา:ปี) | วัตถุประสงค์ | ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล | ผลกระทบที่เกิดขึ้น |
|---|---|---|---|
| The role of chemical composition and sources<br><br>(Ahlam et al., 2019) | WRF-CMAQ | | การประเมินผลกระทบของการเผาในที่โล่งต่อ $PM_{10}$ ในช่วงที่มีปัญหาหมอกควันรุนแรงในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 |
| Estimating health and economic benefits of reductions in air pollution from agriculture<br><br>(Giannadaki et al., 2018) | 1. เพื่อศึกษาการลดอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากมลภาวะทางอากาศที่ละเอียด ($PM_{2.5}$)<br>2. ค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศขึ้นอยู่กับระดับความตายและความเต็มใจจ่ายเพื่อลดความเสี่ยงในการเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ | **ตัวแปรตาม (ผล)**<br>1. การกำจัดการปล่อยมลพิษจากการเกษตร (จากการเลี้ยงสัตว์)<br>2. การควบคุมการปล่อยก๊าซแอมโมเนียเกือบทั้งหมดมาจากการเกษตร (-90%)<br>ตัวแปร(ต้น)อิสระ<br>3. $PM_{2.5}$<br>4. เชิงปริมาณจำนวนผู้เสียชีวิต<br>5. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการเสียชีวิตต่อ GDP | ผลกระทบการปล่อยก๊าซแอมโมเนียทางการเกษตร มีส่วนช่วยอย่างยิ่งต่อการเกิดมลภาวะทางอากาศที่ละเอียด ($PM_{2.5}$) ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์อย่างมีนัยสำคัญ มลพิษทางอากาศจากอนุภาคละเอียด ($PM_{2.5}$) ได้รับการยอมรับว่าเป็นความเสี่ยงด้านสุขภาพที่สำคัญ การลดการปล่อยมลพิษทางการเกษตรลง 50% สามารถป้องกันการเสียชีวิต 200,000 คนต่อปีใน 59 ในสหภาพยุโรป (EU) อัตราการเสียชีวิตอาจลดลง 18% พร้อมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่อปี 89 พันล้านดอลล่าห์ และการบังคับใช้นโยบายคุณภาพอากาศในยุโรปในปัจจุบันและการดำเนินนโยบายด้านสภาพอากาศที่เข้มงวดในระดับโลกสามารถนำไปสู่การลดผลกระทบต่อสุขภาพและการประหยัดต้นทุนมลพิษทางอากาศในยุโรป |

**ทบทวนวรรณกรรมผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กด้านสุขภาพจากต่างประเทศ**

**ตารางที่ 7** สรุปผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และแหล่งที่มาของข้อมูล

| ชื่อผู้ศึกษา | ข้อมูลที่ใช้ | ผลการศึกษา |
|---|---|---|
| Shi et al. (2018) ได้ทำการศึกษาการคาดคะเนการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากฝุ่น PM2.5 ในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SSEA) ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2557 (15 ปี) | ใช้ข้อมูลระยะยาวของความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ จากดาวเทียมความละเอียดสูง (0.01 × 0.01) | ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,447,000 ราย จานวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรเพิ่มจาก 1,179,400 รายในปี พ.ศ 2542 เป็น 1,724,900 ในปี พ.ศ. 2557 ได้แสดงถึงการใช้นวัตกรรมข้อมูลดาวเทียมเพื่อแสดงภาพความเข้มข้นมลพิษครอบคลุมพื้นที่หลายภูมิภาคซึ่งยังไม่มีข้อมูลการตรวจวัดภาคพื้นดิน เพื่อใช้ในการคาดคะเนการสูญเสียเนื่องจากมลพิษอากาศ |
| Nawahda (2013) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการลดความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ต่อการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศญี่ปุ่น ระหว่างปี ค.ศ. 2006-2009 | โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดมลพิษอากาศ 1,843 แห่งในญี่ปุ่น การคำนวณค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (RR-relative risk) เท่ากับ 1.04 (95 % CI, 1.01–1.08) ทุกๆ 10 มคก./ลบ.ม. ที่สูงกว่าค่ามาตรฐานรายปี 10 มคก./ลบ.ม. ขององค์การอนามัยโลก Nawahda | ได้ใช้ข้อมูลพิษอากาศจากการตรวจวัดภาคพื้นดินเพื่อคานวณค่าความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการคาดคะเนการสูญเสียเนื่องจากมลพิษอากาศ นอกจากนี้ยังชี้ว่ากลุ่มผู้มีอายุมากกว่า 75 ปี เป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 77 ของกลุ่มผู้สูงอายุ |
| Roberto (2017) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของสภาพภูมิอากาศโลกที่มีต่อสุขภาพของประชาชนในหรัฐอเมริกาตะวันออก (ลอนดอน) โดยใช้ข้อมูลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (50 ม.) และความละเอียดทางกาลเวลา (1 ชั่วโมง) เพื่อประเมินผลกระทบต่อสุขภาพในระยะสั้น | ใช้แบบจำลอง MICROSYS-CFD เครื่องมือนี้สร้างคุณภาพอากาศเชิงพื้นที่สูงและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (50 ม.) และความละเอียดทางกาลเวลา (1 ชั่วโมง) เพื่อประเมินผลกระทบต่อสุขภาพในระยะสั้นโดยใช้ฟังก์ชั่นตอบสนองการความเกี่ยวข้องกันจากการศึกษาทางระบาดวิทยา | ได้แบบจำลองอุตุนิยมวิทยาและเคมีเมืองแบบ Mesoscale (แบบจำลอง WRF /Chem เปิดใช้งานแบบจำลองหลังคาเมือง UCM แบบจำลองย่อยที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 1 กิโลเมตร microscale CFD Model (MICROSYS) เพื่อลดระดับความละเอียดของอวกาศจาก 1 กม. เป็น 50 ม. ระบบการสร้างแบบจำลองถูกใช้เพื่อจำลองความเข้มข้นของสภาพอากาศและคุณภาพอากาศสำหรับปัจจุบัน (2011) และเวลาในอนาคต (2030, 2050 และ 2100) ผลของมลพิษทางอากาศในระดับจุลภาคได้รับการประเมินโดยใช้การสังเกตจากสถานีคุณภาพอากาศที่มีอยู่ |

**ตารางที่ 7** (ต่อ)

| ชื่อผู้ศึกษา | ข้อมูลที่ใช้ | ผลการศึกษา |
|---|---|---|
| Michael (2018) เพื่อศึกษาการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศจีน เพื่อปฏิบัติตามข้อตกลงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในกรุงปารีส ข้อตกลงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของปารีส (Paris CCA) และตามแนว SDGs | ข้อตกลงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของปารีส (Paris CCA) ตามแนว SDGs | รัฐบาลจีนได้ดำเนินนโยบายทางเลือกที่แข็งแกร่งและครอบคลุมรวมถึงโอกาสและโครงการต่างๆรวมถึงความร่วมมือและความร่วมมือระหว่างประเทศ (จีน - แอฟริกา, จีน - สหรัฐฯ, จีน - ยุโรป, จีน - แคริบเบียน, จีน - เอเชีย - แปซิฟิก) เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้การร่วมกันและบูรณาการประสบการณ์ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในแนวทางการปรับปรุงพลังงานและแผนปฏิบัติการความสำเร็จอย่างต่อเนื่องเหล่านี้รวมถึงการรวมระบบมลพิษทางอากาศและเกณฑ์การเฝ้าระวังทางภูมิอากาศและดัชนีสถานีตรวจสอบคุณภาพอากาศไปยังระบบเตือนภัยล่วงหน้าและระบบการสื่อสารในการนำเมืองไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ |
| Giannadaki et al. (2017) เพื่อศึกษาการลดอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากมลภาวะทางอากาศที่ละเอียด ($PM_{2.5}$) และค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจของแต่ละประเทศขึ้นอยู่กับระดับความตายและความเต็มใจจ่ายเพื่อลดความเสี่ยงในการเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ | ความเต็มใจของบุคคลที่จะจ่าย (WTP) เพื่อลด ความเสี่ยงของการเสียชีวิต และค่าของสถิติชีวิต (VSL) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่เป็นที่ยอมรับและใช้กันมากที่สุดเพื่อสร้างความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ | การปล่อยก๊าซแอมโมเนียทางการเกษตร มีส่วนช่วยอย่างยิ่งต่อการเกิดมลภาวะทางอากาศที่ละเอียด ($PM_{2.5}$) ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์อย่างมีนัยสำคัญ มลพิษทางอากาศจากอนุภาคละเอียด ($PM_{2.5}$) ได้รับการยอมรับว่าเป็นความเสี่ยงด้านสุขภาพที่สำคัญ การลดการปล่อยมลพิษทางการเกษตรลง 50% สามารถป้องกันการเสียชีวิต 200,000 คนต่อปีใน 59 ในสหภาพยุโรป (EU) อัตราการเสียชีวิตอาจลดลง 18% พร้อมผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่อปี 89 พันล้านยูเอส และการบังคับใช้นโยบายคุณภาพอากาศในยุโรปในปัจจุบันและการดำเนินนโยบายด้านสภาพอากาศที่เข้มงวดในระดับโลกสามารถนำไปสู่การลดผลกระทบต่อสุขภาพและการประหยัดต้นทุนมลพิษทางอากาศในยุโรป |

**ตารางที่ 7** (ต่อ)

| ชื่อผู้ศึกษา | ข้อมูลที่ใช้ | ผลการศึกษา |
|---|---|---|
| Vongruang (2017) ประเมินผลกระทบจากการเผาชีวมวลต่อระดับ $PM_{10}$ ประเมินความถูกต้องของแบบจำลองความเข้มข้น $PM_{10}$ ด้วยระบบแบบจำลอง WRF-CMAQ | แบบจำลอง community multi-scale air quality (CMAQ | การเผาชีวมวลเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของ $PM_{10}$ ในประเทศไทย ระดับ $PM_{10}$ ที่สูงผิดปกติจากค่าการตรวจวัดมักพบในช่วงฤดูร้อน ระบบแบบจำลอง WRF-CMAQ (weather research and forecasting, WRF) และ community multiscale air quality, CMAQ) นำมาใช้ในการประเมินผลกระทบของการเผาในที่โล่งต่อ $PM_{10}$ ในช่วงที่มีปัญหาหมอกควันรุนแรงในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ผลจากการวิจัยพบว่าการเผาชีวมวลมีผลกระทบต่อความเข้มข้น $PM_{10}$ ในบรรยากาศ 72% โดยภาพรวมทั้งประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือของประเทศไทยได้รับผลกระทบสูงสุดถึง 94% ในขณะที่ภูมิภาคอื่นของประเทศได้รับผลกระทบอยู่ในช่วง 56-78% จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการเผาในที่โล่งเป็นแหล่งกำเนิดหลักของ $PM_{10}$ ในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ดังนั้นการจัดการคุณภาพอากาศควรเน้นที่แหล่งกำเนิดการเผาชีวมวลทั้งในพื้นที่ประเทศไทยและประเทศข้างเคียง |
| De Marco (2018) ศึกษาผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศและผลกระทบต่อคำสั่งการปล่อยเพดานแห่งชาติ: ข้อมูลเชิงลึกจากอิตาลี | ICP Water (โครงการความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อการประเมินและตรวจสอบผลกระทบของมลพิษทางอากาศในแม่น้ำและทะเลสาบ)และโครงการ MED HISS มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบเฝ้าระวังผลกระทบระยะยาวของมลพิษทางอากาศในสี่ประเทศ (อิตาลีฝรั่งเศสสโลวีเนียและสเปน) | การวัดและผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพของมนุษย์ในอิตาลีมลพิษทางอากาศเป็นความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ใหญ่ที่สุดต่อสุขภาพของมนุษย์โดยมีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควร > 450,000 คน และ 1.6 พันล้านดอลล่าห์ ของเศรษฐกิจเนื่องจากการตายและโรคในยุโรป โรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมองเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดสำหรับการเสียชีวิตก่อนวัยอันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศและคิดเป็น 80% ของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร<br>-ผลการศึกษาพบว่าทั่วทั้งภูมิภาคจำนวนผู้เสียชีวิตคือ 4.4 และ 2.8 ต่อประชากร 100,000 คนสำหรับ $PM_{10}$ และ $PM_{2.5}$ ในปี 2010 ในกรุงโรมในปี 2559 0.6% และ 1.5% ของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเนื่องจากโรคหลอดเลือดหัวใจและระบบทางเดินหายใจ 9.2% ของการเสียชีวิตสำหรับโรคหัวใจขาดเลือดและปอดอุดกั้นเรื้อรังมาจาก $PM_{2.5}$ (De Marco et a. Emil 2018) อย่างมีนัยสำคัญ |

**ตารางที่ 7** (ต่อ)

| ชื่อผู้ศึกษา | ข้อมูลที่ใช้ | ผลการศึกษา |
|---|---|---|
| Graham (2018) ศึกษาทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับบทบาทของการดูแลสุขภาพของสหรัฐอเมริกาในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษทางอากาศ ผลกระทบอื่นๆ ที่ซับซ้อนและมีนัยสำคัญยิ่งขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ | Review Article เกี่ยวกับบทบาทของการดูแลสุขภาพของสหรัฐอเมริกาในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ | ผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศมีผู้กล่าวถึงมากที่สุดจากทุกวงการ นักวิชาการการแพทย์ให้ข้อสรุปว่า “มลภาวะทางอากาศ”เป็นปัญหาด้านสุขภาพที่ได้รับการกล่าวถึงมากที่สุดในทุกหมวดหมู่ของมืออาชีพ ถึงแม้ว่ามลพิษทางอากาศเป็นสิ่งที่น่ากังวล แต่ผลกระทบต่อสุขภาพและการเจ็บป่วยมีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับโรคติดเชื้อสภาพอากาศที่รุนแรงหรือความมั่นคงด้านอาหารในสหรัฐอเมริกา และภูมิอากาศอบอุ่นของสหรัฐและประชากรในเมืองใหญ่ทำให้ความเสี่ยงของปรากฏการณ์เหล่านี้รุนแรงขึ้น (Costello et al., 2008; Patz et al., 2005 มลพิษทางอากาศพบบ่อยที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (84%) และตะวันตก (100%), (2) โรคติดเชื้อและโรคพาหะนำโรค พบบ่อยที่สุดในมิดเวสต์ (70%) และ (3) สภาพอากาศสุดขั้วซึ่งเป็นคำตอบที่พบบ่อยที่สุดในภาคใต้ (94%) และมิดเวสต์ (เช่น 70%) การตั้งค่าความร่วมมือนั้นแตกต่างกันไปตามภูมิภาค |
| Janssen (2013) ศึกษาผลกระทบและความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบจากขนาด PM ต่างๆ และอัตราการตายรายวันในเนเธอร์แลนด์ | Daily concentrations of PM from the Dutch National Ambient Air Quality Monitoring Network as well as all cause and cause-specific mortality rates in the Netherlands were obtained for the period 2008- 2009 การเชื่อมโยงมลพิษทางอากาศกับตายทั้งหมดถูกปรับสำหรับแนวโน้มในระยะยาวและฤดูกาล (ลูกบาศก์การถดถอยเชิงเส้น) การติดเชื้อไข้หวัดใหญ่ (โดยเฉลี่ยในสัปดาห์ก่อนหน้าการถดถอย) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศและอัตราการตายของหัวใจและหลอดเลือดและผลต่อการเสียชีวิตทางเดินหายใจ | การประเมินผลกระทบแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่สำคัญของ $PM_{2.5}$ กับสาเหตุและอัตราการตายของหัวใจและหลอดเลือด แสดงให้เห็นว่า มลพิษทางอากาศ (อนุภาค) ส่งผลกระทบต่ออัตราการตายของหัวใจและหลอดเลือดในเวลาที่ต่างกันกว่าการเสียชีวิตจากระบบทางเดินหายใจการประเมินผลถูกคำนวณสำหรับประชากรชาวดัตช์ทั้งหมด อย่างไรก็ตามสิ่งนี้ไม่ได้หมายความว่าการเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศมีการกระจายอย่างเท่าเทียมกันทั่วทั้งประชากรเนื่องจากการประมาณผลกระทบเกิดขึ้นจากกลุ่มอายุที่มีจำนวนผู้เสียชีวิตสูงสุด (เช่นผู้สูงอายุ) -ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของฝุ่นละออง (PM) ที่เล็กกว่า 2.5 และอัตราการตายในยุโรปค่อนข้างเบาบางเนื่องจากมีข้อมูล $PM_{2.5}$ ในการวัดค่อนข้าง จำกัด แม้จะมีข้อมูลน้อยลงในผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจาก $PM_{2.5,10}$ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือการศึกษาในกรุงโรมและบาร์เซโลนายังแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่สำคัญต่อการเสียชีวิตของระบบหัวใจและหลอดเลือด |

**ตารางที่ 7** (ต่อ)

| ชื่อผู้ศึกษา | ข้อมูลที่ใช้ | ผลการศึกษา |
|---|---|---|
| Yue (2018) ศึกษาผลกระทบของมลพิษทางอากาศ $PM_{2.5}$ ต่อสุขภาพ | สัตว์และการทดลองออกแบบตัวผู้เพศชาย เมื่ออายุ 5 สัปดาห์ซื้อจากบริษัท Shanghai Sippr-BK Laboratory Animal Co. เซี่ยงไฮ้ หนูเหล่านี้ได้รับการพิจารณาและหนูถูกแบ่งออกหลังจากการแบ่งกลุ่มหนูได้รับการรักษาด้วยอากาศ $PM_{2.5}$ มลพิษในท้องถิ่นเป็นเวลา 10 ชั่วโมง | ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เป็นสาเหตุของภาวะหัวใจล้มเหลว (HF) เป็นสาเหตุที่ต้องข้ารักษาในโรงพยาบาล มลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยทำให้ปอดการเกิดออกซิเดชันการอักเสบ การได้รับ $PM_{2.5}$ ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อหัวใจตาย, โรคหลอดเลือดสมอง, จังหวะ, เต้นผิดปกติและหัวใจล้มเหลว การเพิ่มขึ้นของ 10 ug $m^{-3}$ $PM_{2.5}$ มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้น 76% ในความเสี่ยงของการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจในระยะเวลา 4 ปี |
| Ruiqiao et al. (2018) ต้นทุนสุขภาพของมลพิษทางอากาศในประเทศจีน โดยการเลือกแนวทางและพารามิเตอร์ทางเศรษฐมิติที่เหมาะสม เราได้ระบุวิธีการประมาณค่าที่เหมาะสมสำหรับคุณค่าชีวิตในประเทศจีน | 1. วิธีการตลาดแบบตรง (Direct Market Method) วิธีการตลาดแบบตรง (DMM) จะรวมราคาสินค้าหรือบริการที่ลดลงโดยตรงจากการปนเปื้อนในอากาศ ซึ่งรวมถึงวิธีมูลค่าตลาด (MVA) วิธีต้นทุนโอกาส (OCA) วิธีทุนมนุษย์ (HCA) ต้นทุนของการเจ็บป่วย (COI) และเทคนิคการตอบสนองการใช้ยา (DRT) (Chen et al., 2014)<br>2. วิธีการตลาดแบบตัวแทน (Surrogate Market Method) วิธีการแบบตลาดตัวแทน (SMM) เกิดขึ้นโดยมีข้อสมมติว่าราคาของสินค้าหรือบริการบางอย่างสามารถเปิดเผยการประเมินคุณภาพทางสิ่งแวดล้อมทางอ้อม (Yi-qiang et al., 1997) | 1. วิธีการประมาณค่าสำหรับชีวิต VSL เป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้ได้ทั่วโลกซึ่งระบุ WTP ของคนสำหรับการลดอัตราการตาย อย่างไรก็ตามถูก จำกัด ด้วยเวลาและเงินทุน การสืบสวนเรื่อง WTP ของชาวเมืองจีนน้อยมากได้ดำเนินการแล้ว และผลลัพธ์ดังกล่าวอาจไม่สามารถนำไปใช้กับชนบทหรือเมืองอื่นๆ ได้เนื่องจากช่องว่างขนาดใหญ่ในสภาพเศรษฐกิจและสังคมผู้ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาวิธีการบัญชีต้นทุนสุขภาพที่น่าเชื่อถือและแม่นยำสำหรับมลพิษทางอากาศของจีนจากแบบจำลองทางเศรษฐมิติการบัญชีต้นทุนสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศในประเทศจีนและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างทั้งสองในการประเมินการสูญเสีย GDP ข้อได้เปรียบของการใช้วิธีการแบบไดนามิกสำหรับการบัญชีค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ<br>2. ค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศอาจแตกต่างกันไปจาก 3.5 ถึง 5.9% ของ GDP ของจีน |

**ตารางที่ 7** (ต่อ)

| ชื่อผู้ศึกษา | ข้อมูลที่ใช้ | ผลการศึกษา |
|---|---|---|
| Haidong (2011) มลพิษทางอากาศโดยรอบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพของประชากรในประเทศจีน เพื่อศึกษาผลกระทบด้านสุขภาพในระยะยาวของมลพิษทางอากาศการศึกษาอนุกรมเวลารายวันและผลกระทบระยะสั้นของมลพิษทางอากาศและความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศและผลลัพธ์ด้านสุขภาพและการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ | 1. Meta-Analysis ทบทวนวรรณกรรม<br>2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรงและโดยอ้อมในประเทศจีนรวมถึงการเสียชีวิตจากเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรง การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศและน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาของโรคติดเชื้อ | ความสัมพันธ์ระหว่าง $PM_{2.5}$ และการเสียชีวิต การเพิ่มขึ้นของการเข้าโรงพยาบาลโรคหัวใจและหลอดเลือด -มลพิษทางอากาศส่งผลต่อความมะเร็งปอด เสียชีวิตเร็วขึ้นการเสียชีวิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาผลกระทบระยะยาวของมลพิษทางอากาศในประเทศที่พัฒนาแล้ว (Pope & Dockery, 2006) แต่หลักฐานทางระบาดวิทยาระบุว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศภายนอกกับมะเร็งปอด (Cohen, 2000) เด็กมีความอ่อนไหวต่อมลพิษทางอากาศเนื่องจากการเติบโตและพัฒนาการที่รวดเร็ว สารเคมีจำนวนมากจากปริมาณไอเสียของการจราจร |

## แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับแนวทางการปรับตัวของประชาชน ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็กยังไม่มีแนวทางการแก้ไขกับปัญหาอย่างชัดเจน ฝุ่นและมลพิษได้สร้างผลกระทบอย่างยิ่งต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กคนชรา รวมไปถึงผู้หญิงตั้งครรภ์ โดยเฉพาะความเสี่ยงสูงเด็กผู้หญิง เด็กอายุต่ำกว่า 10 ปี เพราะเสี่ยงต่อการติดเชื้อง่ายภูมิคุ้มกันในร่างกายต่ำ ต่อมากลุ่มเสี่ยงหญิงตั้งครรภ์ โดยกลุ่มเสี่ยง รองลงมาคือผู้สูงวัย (อายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป) เพราะมีความต้านทานโรคน้อยและส่วนใหญ่จะมีโรคประจำตัวเป็นอีกกลุ่มเสี่ยงที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะมีผลกระทบโดยตรง คือ ผู้ป่วยโรคปอดและโรคหัวใจซึ่งเมื่อได้รับฝุ่นเข้าไปอาจทำให้อาการกำเริบจนเสียชีวิตได้ (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2559)

**1. กลุ่มเสี่ยงสูงเด็ก** ส่วนใหญ่แล้วเด็กมักใช้เวลาอยู่กลางแจ้งเพื่อเล่นกีฬาและทำกิจกรรมนอกบ้าน ยิ่งอายุน้อยเท่าใด ความเสี่ยงยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ปอดและระบบภูมิคุ้มกันของเด็กยังอยู่ในระยะที่กำลังพัฒนา การเผชิญกับมลพิษในอากาศจะขัดขวางการเจริญเติบโตของปอดในเด็กในวัยเรียน โดยเฉพาะเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 10 ปี และเด็กผุ้หญิง นอกจากนั้นเด็กยังมีอัตราที่จะเป็นโรคหอบหืดและโรคระบบทางเดินหายใจที่รุนแรงอื่นๆ มากกว่า ซึ่งโรคเหล่านี้กำเริบขึ้นได้อย่างง่ายดายเมื่อระดับมลพิษสูง มีผลการศึกษาที่ตีพิมพ์ในวารสารทางการแพทย์ Proceedings of the National Academy of Sciences พบว่า การได้รับมลพิษทางอากาศ รวมทั้งฝุ่น $PM_{2.5}$ มีผลต่อระบบความจำและสมาธิของเด็กและจะส่งผลเสียต่อสมองของเด็กคนนั้นไปตลอดชีวิต

**2. กลุ่มเสี่ยงหญิงมีครรภ์** การเผชิญกับมลพิษในอากาศจากฝุ่นละอองในระดับสูงระหว่างตั้งครรภ์มีความเชื่อมโยงกันกับการคลอดก่อนกำหนด น้ำหนักตัวทารกแรกคลอดต่ำและความเสี่ยงที่จะเกิดการแท้งบุตรและอัตราการตายของทารกเพิ่มขึ้น รายงานการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็กกับสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ จากการทบทวนวรรณกรรมกล่าวถึงว่าฝุ่นละออง ส่งผลกระทบอย่างไรกับทารกในครรภ์ รวมถึงวิธีการดูแลตนเองเพื่อลดโอกาสการรับฝุ่นมลพิษเหล่านี้ในขณะตั้งครรภ์ อากาศที่เป็นพิษจะประกอบด้วยโอโซน ฝุ่นขนาดต่างๆ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen Dioxide) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) และสารพิษอื่นๆ ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของท่อไอเสียรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ การเผาในที่โล่งแจ้ง เป็นต้น

เมื่อหายใจจะได้รับก๊าซที่ไม่ดีที่ปนเปื้อนมาในอากาศ รวมถึงได้รับฝุ่นขนาดต่างๆ เข้าสู่ร่างกายด้วย ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2..5}$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน จะสามารถทะลุผนังถุงลมของปอดเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้ฝุ่นเหล่านี้แพร่กระจายไปตามอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย จึงรวมไปถึงทารกในครรภ์ ยิ่งไปกว่านั้น จากการเปลี่ยนแปลงของสรีระในร่างกายระหว่างการตั้งครรภ์โดยปกติ จะทำให้ผู้หญิงตั้งครรภ์จะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ดังนั้น การสูดมลพิษก็จะมากกว่าผู้หญิงที่ไม่ตั้งครรภ์ ฝุ่นเหล่านี้จะไปทำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่น (Oxidative Stress) และการอักเสบทำให้เซลล์เกิดความเสียหาย สารพันธุกรรมถูกทำลาย รวมไปถึงขัดขวางการเจริญเติบโตของรกและทารกในครรภ์ องค์กรอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดคุณภาพของอากาศว่า ความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ $PM_{2.5}$ ไม่ควรเกิน 25 $\mu g\ m^{-3}$, $PM_{10}$ ไม่เกิน 50 $\mu g\ m^{-3}$ (ชลรส เจริญรัตน์, 2563)

**ผลกระทบกับการตั้งครรภ์และทารกในครรภ์**

**1. ทารกน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ตามอายุครรภ์ (น้อยกว่า 10 เปอร์เซนไทล์ที่อายุครรภ์นั้นๆ) หรือทารกตัวเล็ก (น้ำหนักน้อยกว่า 2,500 กรัม)**

มีการศึกษาในหลายๆ ประเทศ เช่น จีน แคนาดา อินเดีย พบว่า ฝุ่น $PM_{2.5}$ ทำให้น้ำหนักทารกต่ำกว่าเกณฑ์ รวมไปถึงน้ำหนักแรกคลอดน้อยกว่า 2,500 กรัม, การศึกษาในประเทศอินเดียในกลุ่มที่ได้รับฝุ่น $PM_{2.5}$ ปริมาณสูง พบว่า การได้รับ $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นเพียง 10 ug $m^{-3}$ จะทำให้ทารกน้ำหนักลดลง 4-15.9 กรัม และเพิ่มความชุกของทารกน้ำหนักน้อยอีก 2-9% โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับ $PM_{2.5}$ ในช่วงไตรมาสสุดท้ายของการตั้งครรภ์ (อายุครรภ์ 28-40 สัปดาห์) นอกจากนี้ มีบางวิจัยรายงานว่า ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ($NO_2$) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) และโอโซน ($O_3$) ที่มาพร้อมกับฝุ่นละออง ทำให้ทารกน้ำหนักแรกคลอดต่ำกว่าเกณฑ์และลดอัตราการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ได้เช่นเดียวกัน ซึ่งภาวะน้ำหนักทารกที่ต่ำกว่าเกณฑ์หรือเติบโต

ช้านั้นจะสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตหรือทุพลภาพของทารก สติปัญญา รวมไปถึงโรคหัวใจเบาหวาน หรือโรคทางเมตาบอลิกในผู้ใหญ่ได้

**2. คลอดก่อนกำหนด (คลอดที่อายุครรภ์น้อยกว่า 37 สัปดาห์)**

จากการศึกษาในประเทศจีนพบว่า การได้รับ $PM_{2.5}$ จะเพิ่มความเสี่ยงการคลอดก่อนกำหนด 1.09 เท่า ในการเพิ่มขึ้นทุก 10 ug $m^{-3}$

**3. ทารกตายในครรภ์**

การได้รับ $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นปริมามาณ 10 μgm$^{-3}$ ไม่ว่าช่วงใดก็ตามระหว่างตั้งครรภ์จะเพิ่มความเสี่ยงของการเสียชีวิตของทารกในครรภ์ประมาณ 1.1-1.6 เท่า โดยความเสี่ยงจะสูงที่สุดโดยเฉพาะในไตรมาสสาม (ความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 12% ต่อการเพิ่มขึ้นของ $PM_{2.5}$ ทุก 10 μg $m^{-3}$) ส่วนก๊าซ $SO_2$, $NO_2$ และคาร์บอนมอนนอกไซด์ จะเพิ่มความเสี่ยงประมาณ 1.26, 1.13 และ1.01 เท่าตามลำดับ

**4. โรคหัวใจพิการแต่กำเนิดของทารก**

มีการศึกษาในประเทศไต้หวันระหว่างปี ค.ศ. 2007-2014 ถึงความสัมพันธ์ของการได้รับ $PM_{2.5}$ กับอัตราการเกิดโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดของทารก พบว่าการได้รับ $PM_{2.5}$ เกินเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO) ประมาณ 5 μg $m^{-3}$ (ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30.6 μg $m^{-3}$) ในช่วงอายุครรภ์ 3-8 สัปดาห์ จะเพิ่มความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดของทารก 1.21 เท่า ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาในประเทศจีนในปี ค.ศ. 2011-2013 นอกจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ยังพบว่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) ไนตริก (Nitric) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen Dioxide) มีรายงานว่าเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดของทารกเช่นเดียวกัน

**5. หอบหืด**

การได้รับอากาศมลพิษขณะตั้งครรภ์ ทารกหลังคลอดมีโอกาสที่จะเป็นโรคหอบหืดเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีบางรายงานเขียนถึงความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษกับภาวะเบาหวานขณะตั้งครรภ์และครรภ์เป็นพิษ ความเสี่ยงทั้งหมดดังที่กล่าวไปนั้น การป้องกันให้ได้รับฝุ่นละอองและมลพิษให้น้อยที่สุด น่าจะเป็นแนวทางที่ดีที่สุด เพื่อลดความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทั้งนี้เพื่อสุขภาพที่ดีของหญิงตั้งครรภ์และทารกในครรภ์

**แนวทางการป้องกันตนเองขณะตั้งครรภ์เพื่อลดโอกาสการได้รับฝุ่นละอองและสารพิษในอากาศ**

1. ติดตาม Air Quality Index และปฏิบัติตนตามคำแนะนำเมื่ออยู่ในสภาวะอากาศในระดับต่างๆ

2. หลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ เด็ก คนชรา โดยอยู่ในบ้าน เมื่อข้างนอกมีภาวะมลพิษและฝุ่นละอองสูง ใช้เครื่องฟอกอากาศที่ใช้แผ่นกรองอากาศ HEPA ในบ้าน ปิดหน้าต่างและประตูให้สนิททำความสะอาดบริเวณในตัวบ้านด้วยการดูดฝุ่นหรือเช็ดถูด้วยผ้าชุบน้ำหมาดเพื่อลดปริมาณฝุ่น

3. หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นควัน เช่น การจุดเตาถ่าน การทำอาหารโดยไม่มีเครื่องดูดควัน การจุดธูปเทียนภายในบ้านและการสูบบุหรี่

4. ปลูกต้นไม้ที่สามารถกรองอากาศได้ เช่น เศรษฐีเรือนใน ต้นลิ้นมังกร ต้นพลูด่าง โดยต้นไม้เหล่านี้สามารถกำจัดสารพิษ ทดแทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยออกซิเจนได้

5. หากกรณีจำเป็นต้องออกนอกบ้านหรือที่โล่งแจ้งให้ใส่หน้ากากอนามัย N95 หรือหน้ากากที่ป้องกัน $PM_{2.5}$ ได้ทุกครั้ง โดยต้องใส่ให้ถูกวิธี

6. หากมีอาการผิดปกติเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจหรือความผิดปกติในขณะตั้งครรภ์อื่นๆ เช่น เลือดออกทางช่องคลอด ท้องแข็ง น้ำเดิน หรือลูกดิ้นลดลง ควรรีบเดินทางมาพบแพทย์

**วิธีป้องกันตนเองจากฝุ่น $PM_{2.5}$**

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข แนะนำวิธีปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันอันตรายจากสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ $PM_{2.5}$ เกินค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะประชาชนกลุ่มเสี่ยง 4 กลุ่มโรค ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคระบบทางเดินหายใจ โรคเยื่อบุตาอักเสบและโรคผิวหนัง

1. ให้อยู่ภายในอาคารบ้านเรือน หากไม่จำเป็นอย่าออกนอกบ้าน โดยเฉพาะประชาชนกลุ่มเสี่ยง

2. ปิดประตูหน้าต่าง ป้องกันฝุ่นเข้า หากปิดไม่ได้ให้ใช้ผ้าชุบน้ำทำเป็นม่านปิดแทน

3. หากต้องออกนอกบ้าน ให้ใช้ผ้าชุบน้ำบิดพอหมาดๆ ปิดจมูกและปาก หรือใส่หน้ากากกรองฝุ่น

4. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายและทำงานหนักเมื่ออยู่นอกบ้าน

5. ให้ดื่มน้ำมากๆ และไม่สูบบุหรี่ในช่วงที่มีปัญหาฝุ่นขนาดเล็ก

6. ผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยง ผู้สูงอายุ ผู้หญิงตั้งครรภ์และเด็กเล็กจะต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศที่มีฝุ่นละออง

7. ไม่เผาขยะ โดยเฉพาะขยะที่เป็นสารพิษ เช่น พลาสติก ยางรถยนต์ รวมทั้งขยะทั่วไป

8. ลดการใช้รถยนต์หรือใช้เท่าที่จำเป็นเพื่อไม่ให้มลพิษจากท่อไอเสียทำให้คุณภาพอากาศแย่ลง

**วิธีใส่หน้ากากที่ถูกต้อง**

1. หันหน้ากากด้านสีเขียวเข้มออกเอาสีขาวเข้าหาหน้าตัวเอง
2. จะมีด้านหนึ่งที่มีโลหะเส้นเล็กๆ อยู่ภายในให้เอาตำแหน่งนั้นไว้ที่สันจมูก
3. คล้องเชือกไว้กับหู ปรับตำแหน่งให้พอดี
4. ดึงหน้ากากส่วนล่างให้ลงมาปิดคาง
5. กดตรงส่วนของโลหะบนสันจมูกให้โค้งรับสันจมูกพอดีเพื่อให้หน้ากากแนบชิดใบหน้าให้ได้มากที่สุดควรเปลี่ยนหน้ากากอนามัยทุกวันและไม่ควรใช้ร่วมกับผู้อื่น

**ประเภทของหน้ากากอนามัยและการเลือกใช้ให้เหมาะสม**

1. หน้ากากอนามัยชนิด N95 เป็นหน้ากากอนามัยที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มีมาตรฐานสามารถป้องกันเชื้อโรคได้ดีที่สุด เป็นฝุ่นละอองหรือเชื้อโรคที่มีขนาดเล็กถึง 0.3 ไมครอน เหมาะสำหรับการสวมใส่เพื่อป้องกันมลพิษ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ควันพิษ ไอเสียรถยนต์ และไอระเหยของสารเคมีต่างๆ สำหรับวิธีการป้องกันนอกจากการใส่หน้ากากมาตรฐาน N95 (ป้องกันได้ 95%) หากกรณีไม่สามารถหาซื้อได้หรือสวมใส่แล้วไม่สบาย สามารถใส่หน้ากากอนามัยทั่วไปซ้อน 2 ชั้น หรือใช้ผ้าเช็ดหน้าชุบน้ำแทนได้ เป็นต้น ฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นมลพิษต่ออากาศ และร่างกาย ควรป้องกันตนเองด้วยการสวมหน้ากากอนามัยที่สามารถป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ หรือที่เรียกว่า “หน้ากากอนามัย N95” ก่อนออกจากอาคารทุกครั้ง

2. หน้ากากอนามัยแบบเยื่อกระดาษ 3 ชั้น หรือที่เรียกกันว่า หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ เป็นหน้ากากอนามัยที่คนส่วนมากคุ้นเคยกันดี เพราะหาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง เน้นในด้านการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคจากการไอ หรือจาม

3. หน้ากากอนามัยแบบผ้าฝ้าย หน้ากากอนามัยชนิดนี้มีระดับความป้องกันไม่แตกต่างจากหน้ากากอนามัยแบบเยื่อกระดาษ เน้นการป้องกันการกระจายของน้ำมูกหรือน้ำลาย จากการไอหรือจาม สามารถป้องกันฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 ไมครอนขึ้นไป จึงไม่เหมาะสำหรับใช้เพื่อป้องกันฝุ่น $PM_{2.5}$ หน้ากากอนามัยแบบผ้าฝ้ายมีข้อดีคือ ประหยัดกว่าการใช้หน้ากากอนามัยแบบอื่น เพราะสามารถนำไปซักกับน้ำยาฆ่าเชื้อโรคแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ประชาชนไม่ควรตระหนกจนเกินไป แต่ต้องไม่ละเลย ประชาชนควรติดตามค่าฝุ่นอย่างสม่ำเสมอ อาจหาซื้อเครื่องเซนเซอร์วัดค่าฝุ่นไว้ดู ถึงแม้ว่าค่าอาจคาดเคลื่อน 10-20% แต่ราคาไม่สูงมาก ยิ่งถ้าเราเป็นกลุ่มเสี่ยง เวลาออกข้างนอก ค่าอากาศเป็นสีเหลืองให้ใส่หน้ากาก N95 เพราะหน้ากากอนามัยกันฝุ่น $PM_{2.5}$ ได้ไม่พอ คนมีภูมิแพ้สามารถแก้อาการระยะสั้น เช่น หยอดตาแก้ระคายเคือง ล้างจมูก ส่วนประชาชนทั่วไป เวลาเห็นค่าอากาศเป็นสีส้มควรใส่หน้ากากให้เรียบร้อย

**มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทย**

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เกิดระยะเวลาหลายปี แต่ประชาชนเพิ่งตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ในช่วง 2-3 ปีมานี้ วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ คือ การแก้ไขที่ต้นเหตุ ดังนั้น ประชาชนควรร่วมด้วยช่วยกันแก้ไขปัญหาด้วยการลดพฤติกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่น $PM_{2.5}$ เช่น ไม่เผาไหม้ หรือหันไปใช้ระบบขนส่งสาธารณะกันมากขึ้น เพื่อควบคุมค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ไม่ให้เกินมาตรฐาน ทั้งนี้รัฐบาลได้ออกมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**แนวทางดำเนินการด้านสาธารณสุขเพื่อดูแลป้องกันสุขภาพประชาชนจากฝุ่นละออง** (สำนักอนามัย, 2562)

**ก่อนเกิดเหตุ**

1. รวบรวมและจัดทำข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดมลพิษฝุ่นละอองในพื้นที่เขต
2. คัดกรองกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่

**ขณะเกิดเหตุ**

1. ติดตามและแจ้งเตือนสถานการณ์ฝุ่นละอองและประชาสัมพันธ์ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอาการและผลกระทบ และวิธีในการลดการสัมผัสแก่ประชาชน
2. มีระบบรายงานข้อมูลการเจ็บป่วยเกี่ยวกับ โรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคตาอักเสบ โรคผิวหนังอักเสบ
3. สำรองยาให้พร้อมสำหรับประชาชนทั่วไปและประชาชนกลุ่มเสี่ยง เช่น ยาสำหรับหอบหืด ยาหยอดตา ยาแก้แพ้ ยาแก้หวัด เป็นต้น
4. สำรองหน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กสำหรับประชาชนและเจ้าหน้าที่
5. ประสานแจ้งโรงเรียน ศูนย์เด็กเล็ก เพื่อขอความร่วมมืองดกิจกรรมนอกอาคาร

**แนวทาง 9 มาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหา $PM_{2.5}$** (สำนักอนามัย, 2562)

1. เพิ่มความถี่ในการกวาดล้างทำความสะอาดถนน และฉีดพ่นน้ำในอากาศตั้งแต่เวลา 18.00-06.00 น. ทุกวัน จนกว่าฝุ่นละอองจะลดลงอยู่ในระดับมาตรฐาน
2. แจกหน้ากากอนามัย N95 และ Surgical Mask ในพื้นที่ สวนลุมพินี บางคอแหลม จตุจักร บางกะปิ บางขุนเทียน โดยจะให้ความสำคัญกับกลุ่มเสี่ยง ผู้ป่วย คนชรา เด็ก และผู้ปฏิบัติงานใกล้ชิดกับแหล่งกำเนิด
3. เข้มงวดตรวจจับรถควันดำและบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด ทั้งรถยนต์ขนาดเล็ก รถยนต์ขนาดใหญ่ รวมทั้งรถโดยสารสาธารณะ

4. จัดตั้งคณะกรรมการร่วมในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองจากเส้นทางก่อสร้างรถไฟฟ้า โดยเร่งคืนพื้นผิวการจราจร ณ จุดที่ดำเนินการเสร็จแล้ว สำหรับจุดที่อยู่ระหว่างดำเนินการจะปรับพื้นที่ผิวถนนให้กว้างขึ้น โดยบีบหรือลดพื้นที่การก่อสร้างบนพื้นผิวการจราจรให้แคบลง

5. จัดตั้งคณะทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองจากการก่อสร้างอาคารสูงและระบบสาธารณูปโภคโดยจะดำเนินการติดตามตรวจสอบและสำรวจ ให้ผู้ประกอบการดำเนินการตามมาตรการลดฝุ่นละอองให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

6. ร่วมกับสำนักงานตำรวจแห่งชาติในการแก้ไขปัญหาการจราจรที่ติดขัด โดยอำนวยความสะดวกในการจราจรให้ดีขึ้น รวมถึงการเข้มงวดมิให้มีการจอดรถริมถนนสายหลัก

7. เข้มงวดมิให้มีการเผาขยะและการเผาในที่โล่ง

นอกจากนี้หนึ่งในข้อเสนอในแผนนี้ที่เป็นประโยชน์และทำได้ทันที สำหรับการแก้ปัญหาในระยะสั้น คือ การกำหนดให้ปัญหาฝุ่นพิษเป็นสาธารณภัย และใช้กลไกของระบบศูนย์สั่งการแบบเบ็ดเสร็จ (Single Command) ภายใต้พระราชบัญญัติป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ. 2550 โดยมีผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานครและผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้บัญชาการเหตุการณ์ในการเข้าควบคุมสถานการณ์อำนวยการ สั่งการประสานการปฏิบัติระหว่างหน่วยงาน ส่วนราชการต่างๆ เพื่อให้สถานการณ์กลับเข้าสู่ภาวะปกติโดยเร็ว เมื่อเกิดภัยเรื่องฝุ่น เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นต้องเข้าไปช่วยดูแลประชาชน มีการแจ้งเหตุ เตือนภัย แจกหน้ากาก ให้ข้อมูล ดูแลผู้ที่ได้รับผลกระทบ เช่น เด็ก คนชรา ผู้ป่วย อย่างทันท่วงที

ทั้งนี้ด้านการศึกษากระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้ร่วมกับเครือข่ายนักวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ปัญหาค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐาน จึงพร้อมสนับสนุน 7 มาตรการแก้ไขปัญหาฝุ่นควัน ดังนี้

1. ลดฝุ่นจากแหล่งกำเนิดทุกจุดอย่างเป็นระบบทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยอาศัยองค์ความรู้จากการศึกษาวิจัยสาเหตุการสะสมของควันและฝุ่นละอองในอากาศ

2. มาตรการระยะสั้นเร่งด่วนเพื่อลดฝุ่นจากการคมนาคมหรือลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลให้มากที่สุด เช่น โครงการ Park & Ride (จอดและจร) ด้วยบริการรถรับ-ส่ง จากจุดจอดรถชานเมืองเข้าถึงตัวเมืองโดยสนับสนุนค่าเดินทาง โดยที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จะเหลื่อมเวลาทำงานของหน่วยงานของกระทรวงและมหาวิทยาลัยทุกแห่งเป็นการนำร่อง เพื่อลดความหนาแน่นของการจราจร และ การเกิดฝุ่นในช่วงเวลาเร่งด่วน

3. ลดและหยุดการเผาในที่โล่ง และบริหารจัดการควบคุมการเผาผ่านระบบสารสนเทศให้มีการลงทะเบียนเพื่อจัดกลุ่มและควบคุมช่วงเวลาการเผา โดยอ้างอิงข้อมูลการพยากรณ์สภาพอากาศและทิศทางลมจากเทคโนโลยีดาวเทียม เพื่อลดความหนาแน่นของฝุ่นควันจากการเผา

4. เผยแพร่ข้อมูลค่าฝุ่นแบบทันท่วงที (Real Time) ที่เข้าใจง่าย เพื่อให้ประชาชนสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละวันได้ โดยที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมโดยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จะเร่งติดตั้งเครื่องวัดปริมาณฝุ่น หรือดัสต์บอยให้ได้ 8,000 จุดทั่วประเทศ

5. มาตรการลดผลกระทบสุขภาพ เช่น แจกและรณรงค์ให้ประชาชนสวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันฝุ่นได้ นำเสนอคณะรัฐมนตรีให้ลดการเก็บภาษีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์วัดคุณภาพอากาศ อุปกรณ์ความปลอดภัย หน้ากากอนามัย เพื่อให้ประชาชนได้เข้าถึงอุปกรณ์ในราคาที่เหมาะสม ติดตั้งเครื่องฟอกอากาศโดยเฉพาะในสถานศึกษา โรงพยาบาล และ พื้นที่บริการสาธารณะ เป็นต้น

6. มาตรการขับเคลื่อนการวิจัยและใช้ประโยชน์จากการวิจัยอย่างเป็นรูปธรรม เช่น สนับสนุนการวิจัยและขยายผลไปสู่การใช้ประโยชน์โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาเซ็นเซอร์วัดอนุภาคฝุ่นแบบเรียลไทม์ การพัฒนาและใช้เครื่องลดฝุ่นในรูปแบบต่างๆ การประกวดนวัตกรรมตรวจวัดและลดฝุ่น การนำวิจัยนวัตกรรมไปจัดการกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผา

7. มาตรการระยะยาว เช่น การแก้กฎหมายให้มี Thailand Environment Protection Agency ที่มีอำนาจเบ็ดเสร็จในการแก้ปัญหาเมื่อเกิดภาวะวิกฤติ การแก้ปัญหาหมอกควันข้ามแดนโดยการร่วมหารือและประเมินร่วมกัน จัดตั้งเครือข่ายบูรณาการแก้ไขปัญหาวิกฤตหมอกควัน การส่งเสริมและควบคุมพัฒนาผังเมือง เพื่อนำไปสู่เมืองรถน้อยและเมืองไร้ควัน

**แนวการแก้ปัญหาปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กของภาครัฐด้านไฟป่า**

จากข้อมูลดาวเทียมชี้ว่าประเทศไทยเราประสบไฟป่าเกือบ 7 ล้านไร่ เหตุผลก็คือ ไม่ได้รับข้อมูลที่แท้จริงบวกกับความเพิกเฉยละเลยของประชาชนทุกคน ไฟป่านี้เป็นการเผาเชื้อเพลิงชีวมวลเกือบ 10 ล้านตันขึ้นสู่อากาศ เป็นสาเหตุหลักของ $PM_{2.5}$ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-เมษายนทุกปี เป็นรองแค่การเผาใบอ้อยในอุตสาหกรรมอ้อยน้ำตาล แต่เป็นสาเหตุที่ไม่ค่อยมีใครทราบและยังเป็นความลึกลับแก่ประชาชนในการทำความเข้าใจ เพราะตัวเลขที่ราชการรายงานนั้นสับสนและขัดแย้งกันมาตลอด แต่ข้อมูลจากดาวเทียมนั้นน่าจะน่าเชื่อถือที่สุดในการศึกษาพื้นที่ใหญ่ขนาดนี้

ทั้งนี้ไปการรณรงค์ในการลดไฟป่าในปี พ.ศ. 2563 เป็นต้นไป และเริ่มหันหน้าแก้ไขปัญหาทั้งในด้านต้นเหตุ คือ การให้ความรู้แก่ประชาชนในการลดละเลิกการเผา และปลายเหตุ คือ การสู้ไฟป่าด้วยเครื่องมือและเทคโนโลยีทั้งหมดที่ราชการมี หากเกิดไฟป่าขึ้นให้รีบดับแต่เนิ่นๆ ร่วมด้วยช่วยกันในการเฝ้าระวังไฟป่าและเฮลิคอปเตอร์ประจำการแล้วให้เป็นประโยชน์ของภาครัฐ จะเห็นว่าการดับไฟป่านั้นต้องทำตั้งแต่เนิ่นๆ ทันทีที่ตรวจจับได้ หากล่าช้าแม้เพียงไม่กี่วันจะควบคุมได้ยากมากขึ้นและต้องเสียทรัพยากรในการจัดการขึ้นอีกหลายเท่าตัว ข้อเท็จจริงนี้เน้นย้ำการใช้

ฮ KA-32 ที่เราซื้อมาประจำการแล้วในปี 2562 ในการดับไฟป่าให้มีประสิทธิภาพที่สุด จากภาพที่แสดงการปฏิบัติการดับไฟฟ้าทางอากาศส่วนบัญชาการ ของกองพับบก

**ภาพที่ 17** แสดงการใช้ ฮ KA-32 เฮลิคอปเตอร์ส่วนบัญชาการของกองทัพบก

ที่มา: กองพับบก (2562)

กองบัญชาการควบคุมสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควัน ในจังหวัดเชียงใหม่ กองทัพภาคที่ 3 ส่วนหน้า ส่งเครื่องบินลำเลียง BT-67 ขึ้นปฏิบัติภารกิจบินโปรยละอองน้ำเหนือบริเวณประตูท่าแพ กลางเมืองเชียงใหม่ ซึ่งเป็นจุดที่มีประชาชนและนักท่องเที่ยวอาศัยอยู่หนาแน่น เพื่อช่วยบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐาน

**ภาพที่ 18** แสดงเครื่องบินลำเลียง BT-67 ปฏิบัติภารกิจบินโปรยละอองน้ำเหนือบริเวณประตูท่าแพ

ที่มา: กองพับบก (2562)

กองบัญชาการควบคุมสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควัน กองทัพภาคที่ 3 ส่วนหน้า ส่งเครื่องบินลำเลียง BT-67 ขึ้นปฏิบัติภารกิจบินโปรยละอองน้ำเหนือบริเวณประตูท่าแพ กลางเมืองเชียงใหม่ ซึ่งเป็นจุดที่มีประชาชนและนักท่องเที่ยวอาศัยอยู่หนาแน่น เพื่อช่วยบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐาน

**แนวคิดของประชาชนในการเกิดไฟป่า**

จากทัศนคติของประชาชนต่อปัญหาไฟป่าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ยังมีประชาชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาวชนบทอีกเป็นจำนวนมาก คิดว่าไฟป่าไม่มีอันตรายต่อทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อมมากเท่าไรนัก ด้วยเกิดความเคยชินกับการเห็นไฟไหม้ป่าเป็นประจำทุกปี โดยเห็นว่าไฟป่าที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมีความรุนแรงน้อย มิได้ทำอันตรายต่อต้นไม้ใหญ่มากนัก ส่วนใหญ่มีเพียงหญ้า ลูกไม้เล็กๆ และไม้พื้นล่างอื่นๆ เท่านั้นที่ถูกไฟไหม้ตาย อย่างไรก็ตามหลังจากไฟไหม้ เมื่อฤดูฝนมาถึงไม้เล็กๆ ที่ถูกไฟไหม้ตายไปเหล่านี้ก็สามารถแตกหน่องอกงามขึ้นมาใหม่ ทำให้พื้นป่ากลับเขียวขจีขึ้นมาอีกครั้ง จนดูราวกับว่าไฟป่ามิได้สร้างความเสียหายให้กับป่าไม้แต่อย่างไรเลย ยิ่งประชาชนที่อยู่ในชุมชนเมืองห่างไกลจากป่า นอกจากจะไม่ค่อยทราบถึงผลเสียของไฟป่าแล้ว ปรากฏว่ามีจำนวนไม่น้อยที่ไม่ทราบว่ามีไฟไหม้ป่าเป็นประจำทุกปี และมีบางคนไม่รู้จักไฟป่าด้วยซ้ำไป

การที่ประชาชนโดยทั่วไปยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องไฟป่า ตลอดจนยังไม่ทราบถึงอันตรายที่ไฟป่ามีต่อทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ทำให้ยังไม่ตระหนักถึงความจำเป็นในการป้องกันไฟป่า ยังเห็นปัญหาไฟป่าเป็นสิ่งไกลตัว อันนำไปสู่พฤติกรรมการใช้ไฟเพื่อกิจกรรมต่างๆ อย่างหละหลวม ขาดความระมัดระวัง มักง่ายขาดความรับผิดชอบ ซ้ำยังมีบ่อยครั้งที่มีการจุดไฟเล่นเพื่อความสนุกสนานด้วยความคึกคะนอง หรือจุดไฟเพื่อต้องการกลั่นแกล้งผู้อื่น ซึ่งผลลัพธ์คือการเกิดไฟไหม้ป่าในแทบทุกพื้นที่ของประเทศไทยในทุกปี ส่งผลให้ไฟป่ากลายเป็นปัญหาสำคัญระดับชาติ และเป็นปัญหาเรื้อรังที่สร้างความเสียหายให้แก่ทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อมจนแทบจะไม่สามารถประเมินมูลค่าความเสียหายได้ ดังเช่นที่ เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ เป็นสาเหตุหลักของการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**นโยบายในการแก้ปัญหาเผาด้านการเกษตร**

ทั้งนี้นักวิชาการด้านเศรษฐศาสตร์การเกษตรการแก้ปัญหารัฐเร่งแก้ปัญหามาตรการลดมลพิษทางอากาศ รวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ จากการเผาในภาคเกษตร ด้วยวิธีส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลในขั้นตอนเตรียมแปลงก่อนเพาะปลูกใหม่ ขั้นตอนเก็บเกี่ยวผลผลิต ตลอดจนนำเศษซากพืชและวัชพืชไปสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรร่วมมือ ควบคู่กับมาตรการเผาจัดระเบียบการเผา (วิษณุ อรรถวานิช, 2563)

การส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรในการเตรียมแปลงและการเก็บเกี่ยวเป็นมาตรการที่ลดการเผาในภาคเกษตรได้ แต่ต้องได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชน เนื่องจากเกษตรกรรายย่อยไม่มีศักยภาพในการเข้าถึงเครื่องจักรกลการเกษตรซึ่งมีราคาสูง เห็นว่าเป็นการแก้ปัญหาในระยะยาว ภาครัฐและเอกชนควรร่วมกันให้เงินช่วยเหลือแบบมีเงื่อนไขกับเกษตรกรในระยะสั้นในการใช้เครื่องจักรกลเพื่อการเก็บเกี่ยวและจัดการแปลงแทนการเผา เตรียมส่งเสริมและให้ความรู้กับเกษตรกรเพื่อจัดการแปลงสำหรับใช้เครื่องจักรเก็บเกี่ยวในฤดูกาลใหม่ที่จะเริ่มขึ้น หากเป็นไปได้ร่วมกันวางแผนการผลิตในทุกพื้นที่เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจซึ่งมีการเผาในแปลงกันมาจึงควรเพิ่มส่วนต่างราคารับซื้ออ้อยไฟไหม้และอ้อยสดให้มากกว่า 30 บาท/ตัน เพื่อจูงใจให้เกษตรกรหันมาสนใจตัดอ้อยสดมากขึ้นเพราะจะได้ค่าตอบแทนที่คุ้มค่ากว่าการเผา ภาคเอกชนต้องร่วมรับผิดชอบด้วยเพราะมีส่วนในการรับซื้ออ้อยไฟไหม้เช่นกัน ไม่ควรให้เกษตรกรเป็นผู้รับภาระเพียงฝ่ายเดียว

นอกจากนี้ยังต้องส่งเสริมให้เกษตรกรนำเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาทำปุ๋ยหมักในทุกพื้นที่ พร้อมให้เงินช่วยเหลือเกษตรกรต่อไร่เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ไม่เผา ปัจจุบันกระทรวงเกษตรมีส่งเสริมให้มีตลาดเช่าซื้อเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในการจัดการแปลงและเก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างทั่วถึงทุกพื้นที่ และให้เกิดการแข่งขันอย่างเสรี ซึ่งสามารถสร้างแรงจูงใจโดยการลดภาษีนำเข้าเครื่องจักรใหม่ และยกเว้นภาษีกำไรให้กับบริษัทเอกชนที่สนใจลงทุน และไม่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรรายย่อยเป็นเจ้าของเครื่องจักรเองเพราะเครื่องจักรจะไม่สามารถถูกใช้อย่างเต็มศักยภาพ

ในอดีตที่ผ่านมา สถิติจากสำมะโนเกษตรบ่งชี้ว่า เกษตรกรหันมาเช่าเครื่องจักรแทนการซื้อ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของตลาดเช่าซื้อเครื่องจักรกลการเกษตร ส่งเสริมให้มีการรวมแปลงเพาะปลูกของเกษตรกรรายย่อยเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับประโยชน์จากการประหยัดต่อขนาด (วิษณุ อรรถวานิช, 2563) มาตรการที่สำคัญอีกประการ คือ ส่งเสริมให้มีตลาดสำหรับเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อทำให้เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมีราคาและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ดังเช่น ปัจจุบันโรงงานน้ำตาลหลายโรงเริ่มสนับสนุนการรับซื้อใบอ้อยจากเกษตรกรเพื่อนำไปผลิตไฟฟ้า ซึ่งควรขยายผลให้ครอบคลุมทุกพื้นที่

นอกจากนั้น พิจารณาส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เศษวัสดุเหลือใช้จากข้าวและข้าวโพดด้วย ได้มีงานวิจัยในต่างประเทศพบว่า การผลิตไฟฟ้าในลักษณะนี้จะก่อให้เกิดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ และสามารถทำได้จริง เช่น ถ้าสร้างโรงไฟฟ้าด้วยกำลังการผลิต 8 และ 10 เมกกะวัตต์ ในช่วงเวลา 20 ปี โครงการจะสร้างมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ประมาณ 30 และ 90 ล้านบาท ตามลำดับ ซึ่งจะเป็นมาตรการที่สร้างแรงจูงใจในการหยุดเผาได้ โดยทำควบคู่กับทุกมาตรการ

ทั้งนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่เกษตร ด้วยการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการเผาในพื้นที่การเกษตร โดยในปี พ.ศ. 2562 ถ่ายทอดความรู้

ด้านทำเกษตรปลอดการเผาให้กับเกษตรกรแล้ว 15,750 ราย เพื่อสร้างวิทยากรถ่ายทอดความรู้ รวมทั้งสร้างชุมชนเกษตรปลอดการเผาต้นแบบ 166 ชุมชน รวม 26 จังหวัด แบ่งเป็นพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 10 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน น่าน แพร่ พะเยา ตาก และอุตรดิตถ์ ผลสำรวจเบื้องต้น ในพื้นที่จังหวัด แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ แพร่ น่าน อุตรดิตถ์ พบว่า เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร ส่วนใหญ่ตระหนักและเห็นความสำคัญในการทำเกษตรปลอดการเผา โดยนำความรู้ที่ได้รับจากการอบรมมาปฏิบัติ ได้แก่ การไถกลบ การจำหน่ายเป็นฟางอัดก้อนหรือการใช้พื้นที่เกษตรเป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (ระพีภัทร์ จันทรศรีวงศ์, 2563) ส่วนพื้นที่อื่นๆ ที่มีการเผาในพื้นที่การเกษตรมากมี 16 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครนายก นครพนม นครราชสีมา นครสวรรค์ บุรีรัมย์ ปราจีนบุรี พิจิตร เพชรบูรณ์ ร้อยเอ็ด ลพบุรี สกลนคร และอุดรธานี) ขณะนี้มีป้องกันและเฝ้าระวังการเผาเศษซากพืช หรือวัชพืช และเศษวัสดุทางการเกษตรมประสานความร่วมมือกับหน่วยงานในพื้นที่ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนรณรงค์ในท้องถิ่น เฝ้าระวังติดตามสถานการณ์ช่วงวิกฤตหมอกควัน จัดทำแปลงนำร่องสาธิตเทคโนโลยีการจัดการเศษวัสดุทดแทนการเผา

อย่างไรก็ตามกระทรวงเกษตรฯ จะสนับสนุนให้เกษตรกรทราบถึงวิธีจัดการเศษวัสดุทางการเกษตรเพื่อลดการเผาอื่นๆ เช่น การไถกลบตอซังฟางข้าว ใบอ้อย หรือเศษซากพืช เพื่อช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์และคืนชีวิตให้ดิน การนำฟางข้าว หรือเศษวัสดุการเกษตรที่เหลือทิ้งในแปลงเพาะปลูกมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมักทดแทนปุ๋ยเคมี หรือการนำเศษวัสดุการเกษตรมาใช้เลี้ยงสัตว์ การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง หรือแม้แต่การห่มดินโดยนำเศษใบไม้ เศษฟาง เศษหญ้า มาคลุมบริเวณโคนต้นพืช ตลอดจนสร้างร่วมมือระหว่างชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และเอกชน ในการช่วยกันเฝ้าระวังและควบคุมการเผาในพื้นที่เพื่อร่วมกันบรรเทาปัญหาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และหมอกควัน ซึ่งเป็นวิกฤติของประเทศ

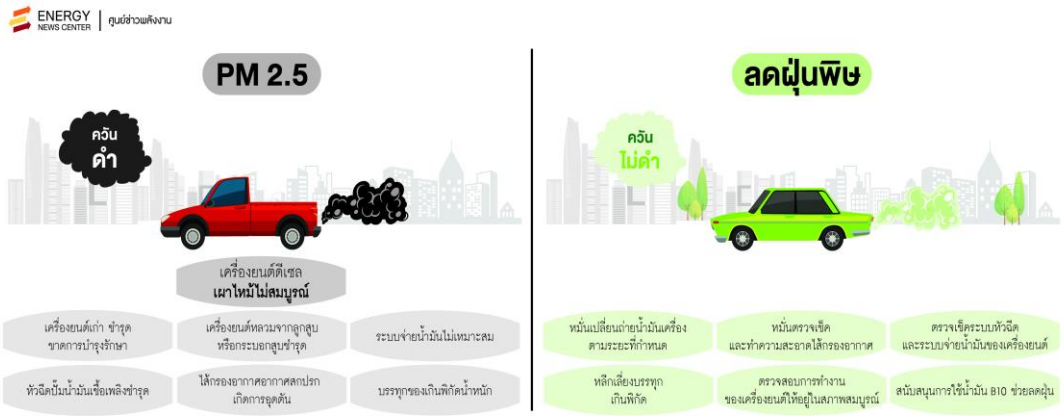
**การแก้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กด้านการขนส่งในประเทศไทย**

มาตรการขอความร่วมมือผู้ใช้รถตรวจสภาพรถ เจ้าหน้าต้องเร่งกวดขันจับกุมรถที่ปล่อยควันดำ ตรวจปริมาณควันจากโรงงานต่างๆ สาเหตุสำคัญของการเกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่กำลังส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของผู้คนในกรุงเทพมหานคร การจราจรหนาแน่น คือควันไอเสียจากรถยนต์โดยเฉพาะรถที่ปล่อยควันดำ ซึ่งเกิดจากระบบเครื่องยนต์ดีเซลเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่จะเป็นรถยนต์เก่าที่มีอายุการใช้งานนานๆ เช่นรถเมล์ รถบรรทุก รถปิกอัพขนส่งสินค้า หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องต้องไปแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ นั่นคือ ไม่ปล่อยให้มีรถยนต์ควันดำออกมาวิ่งตามท้องถนน รัฐประสานความร่วมมือกับบริษัทผู้ค้าน้ำมันในการออก

แคมเปญให้ส่วนลดพิเศษ สำหรับรถที่มาเข้าศูนย์เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและตรวจเช็คสภาพตามระยะทาง “ร่วมมือกันคนละนิดเพื่อช่วยอากาศพิษให้ลดลง”

1. การสร้างแรงจูงใจให้ผู้ใช้รถยนต์กลุ่มเป้าหมายที่จะปล่อยควันดำ ต้องหมั่นเปลี่ยนน้ำมันเครื่องตามระยะที่กำหนดไว้ โดยรถที่ต้องใช้งานบ่อยจะต้องเปลี่ยนทุกๆ 5,000 กิโลเมตร หรือทุก 3 เดือน ส่วนรถที่ใช้งานทั่วไปจะต้องเปลี่ยนน้ำมันเครื่องเมื่อวิ่งถึงระยะ 8,000-10,000 กิโลเมตร หรือทุก 6 เดือน

2. การหมั่นตรวจดูไส้กรองอากาศ หากพบฝุ่นอุดตันที่ไส้กรองก็ควรถอดออกมาเคาะเบาๆ หรือเป่าทำความสะอาด แต่ถ้าไม่ถนัดแบบช่างก็แนะนำเข้าศูนย์ซ่อมจะดีที่สุด เพื่อจะได้เปลี่ยนไส้กรองใหม่เพราะที่ศูนย์ซ่อมจะได้ช่วยดูระบบหัวฉีดน้ำมันและระบบจ่ายน้ำมันของเครื่องยนต์ไปให้




**ภาพที่ 19** แสดงควันไอเสียจากรถยนต์

ที่มา: ศูนย์ข่าวพลังงาน (2561)

การบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวดจริงจังกับรถยนต์ที่ปล่อยควันดำ ที่หน่วยงานรัฐต้องสั่งห้ามวิ่งและมีบทลงโทษปรับกับผู้ใช้รถที่ฝ่าฝืน เพราะถ้ากรมการขนส่งทางบกกับตำรวจจราจรไม่เอาจริงกับการจับปรับรถปล่อยควันดำ เราก็คงจะเห็นรถควันดำวิ่งสร้างปัญหาอยู่ตามท้องถนนอยู่ต่อไป เพราะเห็นว่าวิ่งได้ไม่มีความผิด และมาตรการไม้นวมที่สร้างแรงจูงใจให้รถกลุ่มนี้มาเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องคงจะไม่ได้ผล

**การแก้ปัญหาด้านโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย**

จากกการวิเคราะห์และจัดการปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครและในเขตภาคเหนือ มักไม่ได้ให้ความสำคัญมากนักกับแหล่งมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือ การขาดข้อมูลที่ชัดเจนถึงปริมาณสารมลพิษที่โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ สร้างขึ้น เนื่องจากขาดการจัดทำ “บัญชีการระบายมลพิษทางอากาศ” (Emission Inventory: EI) จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งนี้การได้ข้อมูลส่วนนี้มาจะต้องมีกฎหมายบังคับซึ่งสหประชาชาติหรือกลุ่มประเทศ OECD จะเรียกว่า Pollutant Release and Transfer Registers หรือ PRTR หรือที่สหรัฐอเมริกาเรียกว่า Toxics Release Inventory ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่ทำหน้าที่นี้

แม้ในประเทศไทยมีโรงงานมากกว่า 140,000 โรงงาน แต่ยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานของ $PM_{2.5}$ ที่โรงงานปล่อย ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุได้ว่ามีหรือไม่มีโรงงานที่ปล่อย $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐาน ภาพของปล่องที่มีควันดำเป็นสิ่งที่เห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้ที่อยู่ใกล้โรงงาน ซึ่งสิ่งที่ปล่อยออกมาเป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก ไม่ว่าจะเป็นสารก่อมะเร็งหรือสารเคมีอื่นๆ ที่มาจากกระบวนการของโรงกลั่นน้ำมัน โรงงานปิโตรเคมี โรงงานเหล็ก โรงไฟฟ้าถ่านหิน และโรงงานหลอม มลพิษเหล่านี้คือ สิ่งที่ถูกปล่อยออกมาทุกวัน เช่น ในจังหวัดระยอง สระบุรี และสมุทรสาคร (เพ็ญโฉม แซ่ตั้ง, 2562) การขาดข้อมูล “บัญชีการระบายมลพิษทางอากาศ” จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นข้อจำกัดที่ทำให้การวิเคราะห์แหล่งที่มาของพีเอ็ม 2.5 ที่ผ่านมาอาจไม่สะท้อนความเป็นจริง โดยเฉพาะกรุงเทพมหานครซึ่งรายรอบด้วยนิคมอุตสาหกรรม

เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยออกมาสามารถกระจายไปได้ในระยะทางไกลๆ การจัดการกับหมอกควันและฝุ่นพิษในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ จึงต้องให้ความสำคัญกับโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ตั้งอยู่ในพื้นที่นั้นหรือพื้นที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ประเทศไทยมีนโยบายการส่งเสริมการลงทุนเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจที่ส่งเสริมให้มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมใหม่ๆ เพิ่มมากขึ้นโดยมีการผ่อนผันข้อบังคับของกฎหมายสิ่งแวดล้อม กฎหมายสาธารณสุขหรือกฎหมายผังเมือง จึงทำให้มีการย้ายฐานอุตสาหกรรมที่สร้างมลพิษจากประเทศที่มีความเข้มงวดด้านสิ่งแวดล้อม (คือ ญี่ปุ่น และจีน) มายังประเทศไทยเพิ่มขึ้น การขาดข้อมูลบัญชีการระบายมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นข้อจำกัดที่ทำให้การวิเคราะห์แหล่งที่มาของ $PM_{2.5}$ ที่ผ่านมาอาจไม่สะท้อนความเป็นจริง โดยเฉพาะกรุงเทพฯ ซึ่งรายรอบด้วยนิคมอุตสาหกรรม ประเด็นสำคัญคือ การขาดความรู้และความเข้าใจภาพรวมของปัญหา โดยเฉพาะการขาดข้อมูลแหล่งที่มาของฝุ่นพิษจากภาคอุตสาหกรรม

จากที่ต้นปี พ.ศ. 2562 กรุงเทพมหานครเดือดร้อนจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ไม่สามารถแก้ปัญหา $PM_{2.5}$ ได้ ถ้าแก้ปัญหาด้านโรงงานอุตสาหกรรมประเทศไทยยังไม่มีกฎหมาย

PRTR เพราะไม่รู้ว่าโรงงานแห่งใดบ้างที่ปล่อยฝุ่นออกมาและในฝุ่นนั้นมีโลหะหนักหรือสารอันตรายชนิดใด ทั้งนี้นักวิชาการด้านเศรษฐศาสตร์ ยังวิพากษ์อีกว่ากรมควบคุมมลพิษของไทยเป็นเสมือน “เสือกระดาษ” ที่เก็บข้อมูล แต่ไม่มีอำนาจในการควบคุมหรือสั่งการเมื่อพบต้นตอของมลพิษ เช่น การปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม

เกี่ยวกับปัญหาในเชิงกฎหมายนี้ เครือข่ายอากาศสะอาด ซึ่งมีนักวิชาการและภาคประชาชนกำลังผลักดัน “กฎหมายอากาศสะอาด” ให้ประเทศไทยมีสำนักพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เพื่อเป็นองค์กรกลางในการกำกับดูแลแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ เช่น ที่สหรัฐอเมริกามีสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกาหรือ EPA (United States Environmental Protection Agency) ทำหน้าที่ออกระเบียบและให้ความช่วยเหลือรัฐต่างๆ ในการวางแผน ทบทวนแผน และตรวจสอบให้มีการปฏิบัติตามกฎหมาย

เครือข่ายภาคประชาสังคมด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม มูลนิธิบูรณะนิเวศ มูลนิธินิติธรรมสิ่งแวดล้อม กรีนพีซเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เครือข่ายอากาศสะอาด ประเทศไทย ชมรมนักข่าวสิ่งแวดล้อม สมาคมนักข่าวนักหนังสือพิมพ์แห่งประเทศไทย จัดสัมมนาพิเศษหัวข้อ “วิกฤติสิ่งแวดล้อมไทย : ความล้มเหลวจากการควบคุมมลพิษอุตสาหกรรม” ณ สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ถนนวิภาวดีรังสิต เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและความล้าหลังไม่เท่าทันต่อสถานการณ์การอนุมัติตั้งโรงงานอุตสาหกรรม การควบคุมมลพิษอุตสาหกรรม และการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

ถ้าต้องการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศ ถ้าเราอยากทำให้อากาศกรุงเทพมหานครดีขึ้น ทำให้อากาศของเมืองอุตสาหกรรมหลายๆ แห่งดีขึ้น เราต้องมีกฎหมายควบคุมอุตสากรรม กลุ่มอุตสาหกรรมในประเทศไทยเพราะอุตสาหกรรมแถมยุโรป อเมริกา เป็นผู้ขับเคลื่อนมาก่อนด้วยซ้ำ ยกตัวอย่างเช่น “ตอนนี้ประเทศไทยมีโครงการนำร่องกฎหมาย TRPR ที่จังหวัดระยองและเพิ่มที่ชลบุรี สมุทรปราการ เหตุที่เริ่มต้นโครงการนำร่องที่จังหวัดระยอง เพราะว่ามีประชาชนฟ้องคดีไม่ให้สร้างโรงงานปิโตรเคมีอีก 76 โรงงานทำให้ทุกอย่างหยุดชะงัก กลุ่มอุตสาหกรรมเดือดร้อน รัฐบาลก็เดือดร้อน สุดท้ายมีการแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญจากญี่ปุ่นว่า ประเทศไทยจะสามารถแก้ปัญหามลพิษที่ระยองได้ จะต้องพัฒนากลไก PRTR ขึ้นมาใช้งาน เราเคยสำรวจความเห็นของโรงงานต่างๆ เขาก็เห็นด้วยกับการมีกฎหมาย TRPR ปัญหาอยู่ที่กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ ไม่มีความกล้าหาญเพียงพอที่จะบังคับให้โรงงานอุตสาหกรรมต้องรายงานข้อมูล ดิฉันขอพูดเลยว่าเป็นความไม่กล้าหาญของข้าราชการและรัฐบาลไทยเอง ทั้งที่ภาคอุตสาหกรรมยินดีที่จะให้มีกฎหมายนี้แล้ว” (เพ็ญโฉม แซ่ตั้ง, 2563)

**การให้ความสำคัญการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ขาดความสมดุลในด้านอุตสาหกรรม**

การพัฒนาที่ผ่านมารัฐให้ความสำคัญกับตัวเลขการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมองข้ามความต้องการพื้นฐานของประชาชน ทำให้ต้องเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม โดยตัวชี้วัดหนึ่งที่นักเศรษฐศาสตร์มักใช้เป็นเครื่องชี้วัดการเติบโตที่ยั่งยืนคือ “ผลิตภัณฑ์มวลรวมสีเขียว” (Green GDP) งานศึกษาของ วิษณุ อรรถวานิช (2562) พบว่า มูลค่าต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรคิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 14.58 ของจีดีพี สะท้อนให้เห็นการเติบโตแบบไม่ยั่งยืน และหากพิจารณาจากมิติของงบประมาณแผ่นดิน พบว่า ประเทศไทยเรายังขาดความสมดุลในการพัฒนาโดยเฉพาะ “ด้านสิ่งแวดล้อม” โดยงบประมาณแผ่นดิน “ด้านการสิ่งแวดล้อม” มีเพียง 12,868 ล้านบาท จากงบประมาณแผ่นดินทั้งหมด 3.2 ล้านล้านบาท ขณะที่งบประมาณแผ่นดินด้านการเศรษฐกิจมีสูงถึง 678,451 ล้านบาท ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

“ประเทศไทยเรายังขาดความสมดุลในการพัฒนาโดยเฉพาะ “ด้านสิ่งแวดล้อม” โดยงบประมาณแผ่นดิน “ด้านการสิ่งแวดล้อม” มีเพียง 12,868 ล้านบาท จากงบประมาณแผ่นดินทั้งหมด 3.2 ล้านล้านบาท ขณะที่งบประมาณแผ่นดินด้านการเศรษฐกิจมีสูงถึง 678,451 ล้านบาท ในปีงบประมาณ 2563”

นอกจากนั้นตัวเลขเปรียบเทียบในเรื่องของงบประมาณด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจากประเทศต่างๆ พบว่า ประเทศไทยมีสัดส่วนที่ต่ำมาก โดยประเทศไทยมีงบประมาณรายจ่ายด้านสิ่งแวดล้อมคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.05 ของ GDP ขณะที่สหภาพยุโรปและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีงบประมาณร้อยละ 0.70 และ 0.64 ของ GDP ตามลำดับ หากเปรียบเทียบสัดส่วนงบประมาณรายจ่ายด้านการปกป้องสิ่งแวดล้อมต่องบประมาณรายจ่ายรวมกับประเทศหรือภูมิภาคอื่นๆ พบว่า ในปี 2559 ประเทศไทยมีสัดส่วนงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมต่องบประมาณรายจ่ายรวมร้อยละ 0.25 ขณะที่สหภาพยุโรป 28 ประเทศ (EU-28) และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนมีสัดส่วนงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมต่องบประมาณรายจ่ายรวมร้อยละ 1.62 และ 2.52 ตามลำดับ โดยประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ตั้งเป้าไว้ว่าในปี 2563 จะมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายตรงส่วนนี้เพิ่มเป็นร้อยละ 3 (วิษณุ อรรถวานิช, 2562)

เพราะฉะนั้นสิ่งที่จำเป็นนอกจากการกำหนดให้ปัญหาฝุ่นพิษเป็นวาระแห่งชาติหรือเป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการพัฒนาที่ มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนมาจากสามขา คือ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และต้องมีการกำหนดนโยบายและโครงสร้างที่จะทำให้งบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ

ดังนั้นสิ่งที่เป็นรากฐานของปัญหาที่อยู่ “ใต้ภูเขาน้ำแข็ง” คือกระบวนทัศน์การพัฒนาของรัฐที่ให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่า ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนเป็นสิ่งที่เรียกได้ว่า ความรุนแรงเชิงโครงสร้าง (Structural Violence) ที่ประชาชนโดยเฉพาะคน

ยากจนและผู้คนที่อยู่ “ชายขอบ” ที่ไม่มีอำนาจต่อรอง จะต้องทนทุกข์กับผลกระทบสุขภาพหรือได้รับผลกระทบจากมาตรการของรัฐที่เป็นการสั่งการจากเบื้องบน โดยไม่เข้าใจบริบทของวิถีชีวิตของประชาชน ที่ต่างเป็นมนุษย์ที่ใช้ชีวิตหายใจอยู่ในอากาศเดียวกัน การขาดความรู้และความเข้าใจภาพรวมของปัญหา โดยเฉพาะการขาดข้อมูลแหล่งที่มาของฝุ่นพิษจากภาคอุตสาหกรรม

**แนวทางการแก้ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในต่างประเทศ**

ประเทศจีนก็ได้เผชิญปัญหามลพิษทางอากาศที่เลวร้ายมาแล้วในปี ค.ศ. 2015 โดยสถาบันวิจัย Berkeley Earth รายงานว่า จากสภาวะอากาศที่เลวร้ายในครั้งนั้น มีส่วนส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 1.6 ล้านคนต่อปี รัฐบาลจีนออกนโยบายระดับชาติจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ การเติบโตอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจส่งผลให้จีนกลายเป็นผู้ผลิตหรือปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดในโลก อย่างไรก็ตาม รัฐบาลจีนเองได้พยายามแก้ไขปัญหาโดยให้กระทบต่อเศรษฐกิจน้อยที่สุด ในปี ค.ศ. 2013 รัฐบาลได้ออก Air Pollution Plan แผนปฏิบัติการระยะยาว 5 ปี กำหนดระดับ $PM_{2.5}$ ในทุกเมืองหลักที่ก่อมลพิษ (กรุงปักกิ่ง เทียนจิน และมณฑลเหอเป่ย เป็นพื้นที่ที่มีระดับมลพิษทางอากาศสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาว) และจำกัดการใช้ถ่านหินทั่วประเทศ โดยให้กรุงปักกิ่งมีการลดการใช้ถ่านหิน 50% (ภายในปี ค.ศ. 2013-2018) เมืองเทียนจิน 19% นอกจากนี้เมือง 26 แห่ง ได้ให้สัญญาว่าจะทำการเปลี่ยนระบบทำความร้อนที่ไฟฟ้าหรือก๊าซแทนการใช้ถ่านหินใน 4 ล้านครัวเรือน รัฐบาลยังได้มีการจำกัดการผลิตเหล็ก และอลูมิเนียม ปิดโรงงาน โครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ อีกทั้งในกรุงในปักกิ่งและบริเวณใกล้เคียง มีการตั้งหน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency) แห่งใหม่

ประเทศจีนรัฐบาลได้ออกนโยบายระดับชาติสู้มลพิษทางอากาศ (เจนจิรา นามจัตุรัส, 2562) ออก Air Pollution Plan แผนปฏิบัติการระยะยาว 5 ปี กำหนดระดับ $PM_{2.5}$ ในทุกเมืองหลักที่ก่อมลพิษ ได้แก่ กรุงปักกิ่ง เทียนจิน และมณฑลเหอเป่ย นอกจากนี้เมือง 26 แห่ง ได้ให้สัญญาว่าจะทำการเปลี่ยนระบบทำความร้อนโดยการไฟฟ้าหรือก๊าซแทนการใช้ถ่านหิน ใน 4 ล้านครัวเรือน จำกัดการผลิตเหล็ก และอลูมิเนียม สั่งปิดโรงงาน โครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ ทั้งในกรุงในปักกิ่งและบริเวณใกล้เคียงมีการตั้งหน่วยงานคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency) ในขณะที่คนกรุงกำลังเผชิญกับปัญหาฝุ่นควัน รัฐบาลและผู้กำหนดนโยบายทั่วโลกต่างออกมาประกาศว่า มลพิษทางอากาศคือภัยร้ายแรง ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพโดยตรงไม่ว่าจะเป็นโรคหัวใจ รวมถึงโรคหอบหืดและถุงลมโป่งพอง อีกทั้งองค์การอนามัยโลก (WHO) ประกาศ มลพิษทางอากาศเป็นภาวะฉุกเฉินด้านสาธารณะสุข

ทั้งนี้ทำไมการบังคับใช้จึงได้ผลในประเทศจีนเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น เนื่องจากผู้ที่เป็นต้นเหตุก่อมลพิษหลายรายเป็นรัฐวิสาหกิจ และควบคุมได้ง่ายกว่า อีกทั้งมลพิษมากกว่าครึ่งของ

จีนมาจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งง่ายต่อการจัดการของรัฐบาล ในการออกมาตรการควบคุมเฉพาะเรื่องถ่านหิน และหาวิธีควบคุมมลพิษจากสาเหตุอื่น ล่าสุดปีที่แล้ว รัฐบาลก็ได้ออกแผนจัดการมลพิษทางอากาศใหม่ Three-Year Action Plan for Winning the Blue Sky War ตั้งเป้าปรับปรุงคุณภาพอากาศของประเทศภายในปี ค.ศ. 2020 โดยมีเป้าหมายเฉพาะเพื่อลดการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$) และไนโตรเจนออกไซด์ น่านฟ้าจีนสดใสกว่าเดิมด้วย “พลังงานสะอาด” จีนเป็นผู้ผลิตถ่านหินรายใหญ่ที่สุดของโลก และเป็นผู้ผลิตน้ำมันรายใหญ่ที่สุดของโลก รองจากสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังเป็นประเทศที่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าประเทศใดในโลก ในปี ค.ศ. 2018 โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme: UNEP) เปิดเผยรายงานระบุว่า จีนได้กลายเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญของโลกในการลงทุนด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีจำนวนมากกว่าการลงทุนด้านพลังงานฟอสซิลแล้วในปี ค.ศ. 2017

หลายโรงงานไฟฟ้าถ่านหินหลายแห่งถูกปิดตัว ส่งผลให้ยอดขายก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้น โดยสำนักข่าวบลูมเบิร์กรายงานว่า นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 จีนกลายเป็นประเทศที่ลงทุนเรื่องพลังงานสะอาดรายใหญ่ที่สุดของโลก โดยได้ลงทุนในพลังงานลมและแสงอาทิตย์ไปแล้วราวสามล้านล้านบาท จีนได้มีการตั้งเป้าใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างน้อยร้อยละ 35 ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในปี ค.ศ. 2030 ตามแผนร่างคณะกรรมการพัฒนาและปฏิรูปแห่งชาติ โดยก่อนหน้านี้ รัฐบาลได้ตั้งเป้าการใช้พลังงานสะอาด คิดเป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงาน ภายในปี ค.ศ. 2030 นอกจากนี้ยังได้มีการผลักดันการเป็นผู้นำอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าระดับโลก สนับสนุนการเปลี่ยนมาใช้รถยนต์พลังงานสะอาด ออกมาตรการเข้มงวดต่อผู้ผลิตรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิงแบบดั้งเดิม ความร่วมมือกันระหว่างภาคเอกชน Alibaba บริษัทขายของออนไลน์ที่ใหญ่ที่สุดของจีน แสดงรับผิดชอบต่อสังคม ขายชุดอุปกรณ์ทดสอบคุณภาพน้ำในราคาถูก Xiomi ออกสโลแกน “Making Quality Technology Accessible for Everyone” ขายเครื่องฟอกอากาศ Mi Air Purifier ที่จะส่งข้อความเตือนผู้ใช้งานทุกครั้งเมื่อพบว่ามีการปนเปื้อนในอากาศ

อีกทั้งธนาคารโลก (World Bank) และธนาคารหัวเฉีย (Huaxia Bank) จับมือร่วมกันในโปรเจค “Jing-Jin-Ji program” (Beijing-Tianjin-Hebei) ลงทุนในบริษัทที่ได้มีการใช้พลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียน และการควบคุมมลพิษในกรุงปักกิ่ง เทียนจิน มณฑลเหอเป่ย และจังหวัดใกล้เคียงของมณฑลซานตงชานซีเหอหนานและมองโกเลีย จีนไม่ได้หยุดอยู่แค่การปรับปรุงคุณภาพอากาศเท่านั้น ยังได้หยุดรับขยะพลาสติกจากประเทศอื่น ๆ ประชาชนได้มีความกังวลเกี่ยวกับมลพิษและมีความด้านความต้องการวัสดุที่ลดลง โดยนอกจากจะผลักดันด้านพลังงานลมและแสงอาทิตย์แล้ว ยังได้ทำการทดลองพลังงานทดแทนถ่านหินอื่นๆ อย่างพลังงานไฮโดรเจนอีกด้วย

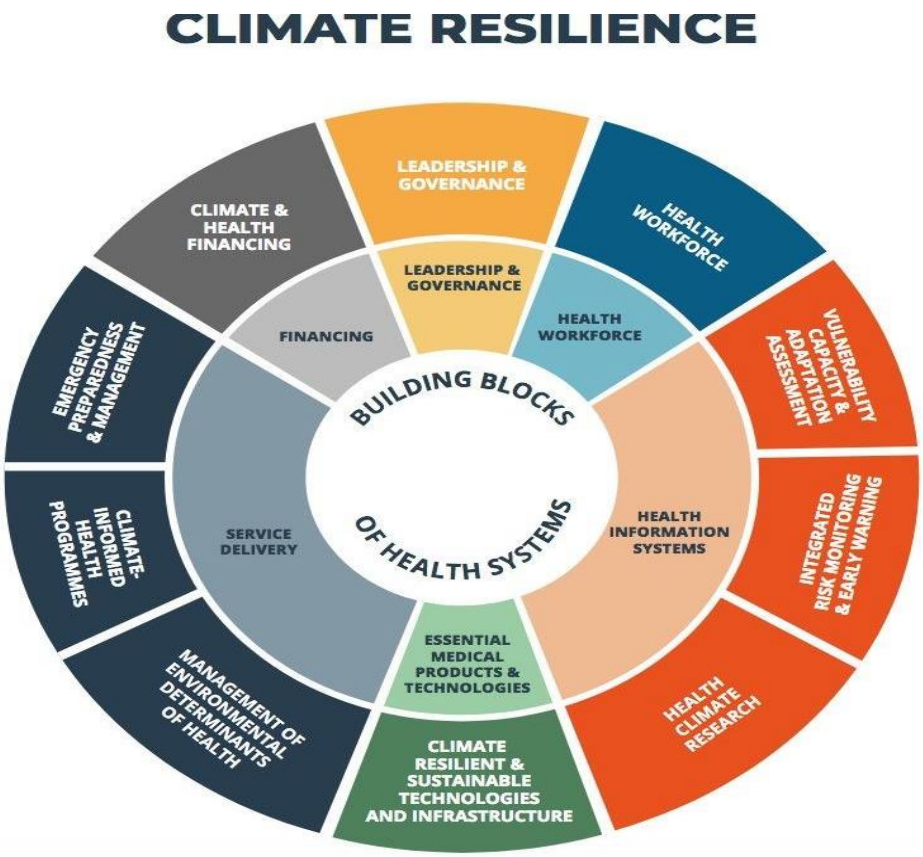
ทั้งนี้ในต่างประเทศสมาคมอาเซียนได้มีการก่อตั้ง ASMC Asean Special Meteorological Center เป็นหน่วยงานที่ก่อตั้งขึ้นโดยมติของคณะกรรมการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของอาเซียนในปี ค.ศ. 1992 โดยหน้าที่ดังต่อไปนี้ 1) วิจัยและพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการพยากรณ์สภาพอากาศและภูมิอากาศที่มีนัยสำคัญต่ออาเซียน 2) เป็นศูนย์กลางในการเฝ้าติดตามและประมวลผลไฟป่าและไฟไร่นาตลอดจนเตือนภัยข่วงหน้าในกรณีฝุ่นข้ามแดน และ 3) พัฒนาขีดความสามารถเพื่อให้หน่วยงานอุตุนิยมวิทยาในประเทศสมาชิกให้มีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจ

ASMC มีสำนักงานอยู่กับกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศสิงคโปร์ประมวลสถานะการณ์ฝุ่น $PM_{2.5}$ ทุกวันให้กับหน่วยงานอุตุนิยมและผู้สนใจทั่วไปเพื่อนำใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม การดูแลรักษาป่า การเกษตร ฯลฯ รวมถึงการเตือนภัยทางอุตุนิยมวิทยาล่วงหน้า

ในประเทศไทยด้วยสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่ส่งผลกระทบในหลายพื้นที่ว่า รัฐบาลให้ความสำคัญกับปัญหาดังกล่าวและถือเป็นวาระเร่งด่วนแห่งชาติเป็นต้องเร่งแก้ไข โดยในระยะ 1-2 เดือนข้างหน้า พื้นที่ภาคเหนือมักประสบปัญหาไฟป่าหมอกควันและฝุ่นละออง ซึ่งกระทรวงฯ ได้สั่งการให้ทุกจังหวัดดำเนินการตามแผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ระบบบัญชาการเหตุการณ์ภายใต้แผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 เป็นกลไกหลักในการบูรณาการในมิติเชิงพื้นที่กรมป้องกันฯ ร่วมกับหน่วยทหารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้การช่วยเหลือผู้ประสบภัยแล้ง โดยระดมสรรพกำลัง เครื่องจักรกลยานพาหนะ และอุปกรณ์ เพื่อแก้ไขปัญหาให้สอดคล้องกับสภาพความเสี่ยงของพื้นที่ ทั้งการสูบส่งน้ำ การขุดบ่อน้ำตื้น การขุดบ่อน้ำบาดาล การเป่าล้างบ่อบาดาล และจัดรถบรรทุกน้ำนำน้ำไปเติมยังถังน้ำกลางประจำหมู่บ้านและจุดแจกจ่ายน้ำตามวงรอบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ประชาชนมีน้ำอุปโภคบริโภคเพียงพอตลอดฤดูแล้ง ตลอดจนรณรงค์ให้ทุกภาคส่วนใช้น้ำอย่างประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนเกษตรกรให้ปรับวิถีทำการเกษตรให้สอดคล้องกับสถานการณ์น้ำในพื้นที่มาตรการที่รัฐบาลออกมาชัดเจนใน 9 จังหวัดภาคเหนือ พ.ศ. 2563

**แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชน**
**ที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ**




**ภาพที่ 19** แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

ที่มา: Swire Pacific (2018)

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ระบุการแทรกแซงหลายอย่างที่สามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนองค์การอนามัยโลกได้จัดทำข้อค้นพบเบื้องต้นเกี่ยวกับประโยชน์และผลประโยชน์ร่วมของการลดคาร์บอนในโรงพยาบาล โดยทบทวนหลักฐานที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับ IPCC แปดตัวและกลยุทธ์บรรเทาผลกระทบเพิ่มเติมอีกสี่ข้อ โดยพิจารณาจากหลักฐานการปรับปรุงบริการสุขภาพลดความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย ลดความเสี่ยงของโรคเฉพาะปรับปรุงสุขภาพและการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพ

ผลการวิจัยระบุว่ามาตรการบรรเทาผลกระทบหลายอย่างร่วมกันกับโครงสร้างและกิจกรรมที่อาจมีความเกี่ยวข้องเป็นพิเศษกับสถานพยาบาลเพื่อให้บริการที่ได้รับการปรับปรุง การค้นพบของ

องค์การอนามัยโลกระบุถึงความจำเป็นในการวัดและเปรียบเทียบมาตรฐานการใช้พลังงานและการปล่อยมลพิษของภาคสุขภาพอย่างเป็นระบบมากขึ้นรวมถึงผลการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมโดยรวมในบริบทของการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวก “สีเขียว” และการใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนร่วมกับการดูแลสุขภาพโดยไม่เป็นอันตราย WHO ยังได้จัดทำเอกสารการอภิปรายโดยมีรายละเอียดเจ็ดด้านของโรงพยาบาลที่เป็นมิตรต่อสภาพอากาศองค์ประกอบ 7 ประการของโรงพยาบาลที่เป็นมิตรต่อสภาพอากาศเกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้หลักการออกแบบอาคารสีเขียวใช้พลังงานทดแทนการขนส่งที่สะอาดอาหารอย่างยั่งยืน การจัดการขยะที่สะอาดและการอนุรักษ์น้ำตัวอย่างเช่นโรงพยาบาลทั่วไป Agustino Neto ในคิวบาตรวจสอบการใช้พลังงานเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการใช้พลังงานและลดการใช้พลังงานลง 21% โรงพยาบาลแห่งชาติของเปรู DosdeMayo ได้รับการออกแบบเพื่อเพิ่มการระบายอากาศตามธรรมชาติอากาศสดชื่นและสะดวกสบายในรวันดามีคลินิกสุขภาพที่ไม่มีการเชื่อมต่อกับโครงข่ายพลังงานของประเทศโดยอาศัยแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์/ดีเซลแบบผสมที่น่าเชื่อถือและก่อมลพิษน้อยกว่าความท้าทายด้านสภาพภูมิอากาศด้านการดูแลสุขภาพในปี พ.ศ. 2563 นำโดยการดูแลสุขภาพโดยไม่มีเครือข่ายทั่วโลกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเครือข่ายโรงพยาบาลเพื่อสุขภาพสามารถให้การสนับสนุนที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการประเมินรอยเท้าของพวกเขา วัดความก้าวหน้าและมีส่วนร่วมในความพยายามระดับโลก The 2020 Challenge Hael Camework ของการบรรเทาความยืดหยุ่นและความเป็นผู้นำการเชื่อมโยงสุขภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในขณะนี้จะยังคงดำเนินต่อไปในอนาคตหากสาเหตุและผลกระทบไม่ได้รับการแก้ไขอย่างรวดเร็ว ความร้อนสูงระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงของการตกตะกอนเกิดจากน้ำท่วมและความแห้งแล้งพายุเฮอริเคนที่รุนแรงการอพยพของโรคและคุณภาพอากาศที่เสื่อมโทรมส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพร่างกายสังคมและจิตใจของเราคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC) ได้อธิบายถึงประเภทของผลกระทบที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ทั่วโลกรวมถึงความเสี่ยงต่อการตายและการเจ็บป่วยจากการเพิ่มความถี่หรือความเข้มของคลื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มอายุที่มากขึ้นและในหมู่คนจนในเมืองความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของโรคติดเชื้อโดยเฉพาะในประเทศที่มีรายได้ต่ำเนื่องจากสภาพอากาศที่เลวร้าย รูปแบบน้ำท่วมและการกำจัดการเพิ่มขึ้นของการติดเชื้อที่เกิดจากพาหะโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประชากรที่ระยะขอบของปัจจุบันการแพร่กระจายของโรค การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ด้อยโอกาสในประเทศที่มีรายได้ต่ำเพิ่มมากขึ้นเสบียงอาหารที่เปราะบางในสภาวะภัยแล้งหรืออุทกภัย การเพิ่มขึ้นของการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตจากการสัมผัสกับโอโซนและมลพิษทางอากาศอื่นๆ

ในบางสถานการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจทำให้สังคมชะงักงัน การกำจัดของประชากร ผลกระทบทางสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับความคลาดเคลื่อนทางเศรษฐกิจและสังคมและการกระจัดของประชากรมีความสำคัญ

ผลกระทบหลายประการของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผู้ขับขี่สามารถป้องกันได้ผ่านการแทรกแซงที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว (สำหรับการปรับตัวและการบรรเทา) ที่สามารถลดการปล่อยหรือเพิ่มความยืดหยุ่น จากข้อมูลของ IPCC มีความเป็นไปได้สูงที่จะลดผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศต่อสุขภาพใน 8 มิติด้วยการเปลี่ยนไปสู่ระดับการปรับตัวที่สูงขึ้นกว่าที่เสนอในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นโรคติดเชื้อคลื่นความร้อนหรือภัยพิบัติทางธรรมชาติประวัติศาสตร์แสดงให้เห็นว่าการเตรียมพร้อมและการตอบโต้ต่อภัยคุกคามสามารถจำกัดความสูญเสียต่อสุขภาพชีวิตมนุษย์และเศรษฐกิจ เช่น ในปี ค.ศ. 1970 พายุเฮอริเคนระดับ 3 ได้ทลายปากีสถานตะวันออก (ปัจจุบันบังคลาเทศ) ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 500,000,000 คน พายุที่คล้ายกันกระทบบังคลาเทศอีกครั้ง การปรับตัวร่วมกันในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมานำไปสู่การลดลงอย่างมากของชีวิตที่สูญเสียไป (Smith et al., 2014) โดยการเพิ่มความยืดหยุ่นของบังคลาเทศต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติ ประเทศเปลี่ยนไปสู่ระดับที่สูงขึ้นของการปรับตัวซึ่งรวมถึงการปรับปรุงการศึกษาหายนะทั่วไป (ได้รับความช่วยเหลืออย่างมากจากอัตราการรู้หนังสือที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมู่ผู้หญิง) การติดตั้งระบบเตือนภัยล่วงหน้า (ซึ่งรวมถึงการระดมชุมชน) การสร้างเครือข่ายและเพิ่มการเชื่อมต่อสถานบริการด้านสุขภาพในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง

การบรรเทาผลกระทบการส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวด้วยการลดระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) แล้วยังสามารถส่งผลกระทบทันทีต่อผลลัพธ์ด้านสุขภาพเนื่องจากระดับมลพิษที่ลดลง สัดส่วนที่สำคัญของการเจ็บป่วย (ความเจ็บป่วย) และการตายสามารถหลีกเลี่ยงได้ด้วยการบรรเทาสภาพอากาศอย่างเข้มงวดเนื่องจากบทบาทของมลพิษทางอากาศในฐานะที่เป็นผลพลอยได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลร่วม นอกจากนี้ยังสามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อสุขภาพเพิ่มเติมได้ด้วยการลดคาร์บอนแบล็กและมีเทนซึ่งเรียกว่ามลพิษทางภูมิอากาศในระยะสั้นหรือ SLCPs (Rogelj et al., 2014) มีเพียงร้อยละ 15 ของประเทศที่มีการพัฒนาแผนสำหรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอ้างอิงสุขภาพและมีเพียงไม่กี่ประเทศที่มีการประเมินผลกระทบหลายภาคส่วนอย่างครอบคลุม องค์การอนามัยโลก (WHO) กำลังพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับชาติและการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพเพื่อเสริมความรู้ระดับโลกในปัจจุบันด้วยข้อมูลเกี่ยวกับช่องโหว่ระดับภูมิภาคและระดับท้องถิ่น

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแนวโน้มการเติบโตและกำหนดต้นทุนทางเศรษฐกิจที่สำคัญในหลายประเทศลูกค้า นอกจากนี้ยังจะขัดขวางเส้นทางไปสู่หลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า (UHC) ทั้งคู่โดยเพิ่มความเครียดในระยะยาวต่อระบบสุขภาพ (เช่น การเพิ่มรูปแบบการส่งผ่านโรคที่เพิ่มขึ้นและ

เปลี่ยนแปลง) ผลกระทบโดยตรงเช่นโรคลมแดดและอาหารลดลง การเปลี่ยนแปลงของประชากร) และโดยการเพิ่มความเสี่ยงของเหตุการณ์ที่รุนแรง (เช่น น้ำท่วมพายุไซโคลนคลื่นความร้อน) ที่อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยและผลกระทบต่อแนวโน้มการพัฒนาทางเศรษฐกิจของหลายๆ ประเทศ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศควรเพิ่มมากขึ้นในกรอบความร่วมมือประเทศ (Country Partnership Framework-CPFS) และงานวิเคราะห์ที่นำหน้า (โดยเฉพาะการวินิจฉัยประเทศที่เป็นระบบ) การเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพควรปรากฏเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการนี้ (World Bank Group: WBG) ควรดำเนินงานวิเคราะห์ที่มุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพ (และเส้นทางซึ่งสิ่งนี้มีส่วนช่วยในการลดการพัฒนาเศรษฐกิจ) และวิธีการที่ภาคสุขภาพสามารถบรรเทาและปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสุขภาพ เชิงนโยบายกับกระทรวงสาธารณสุขและกระทรวงการคลัง ในขณะที่สำคัญสำหรับการกำหนดลำดับความสำคัญสำหรับการให้สินเชื่อเพื่อการดำเนินงานเป็นวิธีการที่สำคัญสำหรับ World Bank Group (WBG) และสถาบันการพัฒนาอื่นๆ

บทบาทสำคัญเป็นผู้นำช่วยให้รัฐบาลระบุปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่สำหรับภาคสุขภาพมีขอบเขตที่สำคัญสำหรับการเพิ่มขอบเขตที่ชุมชนการพัฒนาแก้ไขการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในบทสนทนานี้ วิธีการที่เป็นระบบมากขึ้นในการว่าจ้างงานวิเคราะห์เกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพในระดับชาติจะเป็นขั้นตอนแรกด้วยผลลัพธ์ของงานนี้ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการระบุลำดับความสำคัญที่สำคัญในภาคสุขภาพประเด็นสำคัญที่สองที่สถาบันการพัฒนาสามารถมีบทบาทสำคัญในการเจรจานโยบายคือการจัดหาเงินทุนสำหรับงานภูมิอากาศและสุขภาพ มีการลงทุนอย่างมากในการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประมาณการบางส่วนทำให้การจัดหาเงินทุนภาคเอกชนและสาธารณะระหว่างประเทศอยู่ที่ 391 พันล้านเหรียญสหรัฐในปี พ.ศ. 2557 การเงินส่วนใหญ่มีไว้เพื่อการลดหย่อน (โดยเฉพาะพลังงานหมุนเวียน) ในขณะที่มีการจัดหาเงินทุนสาธารณะเพื่อการปรับตัวโดยเฉพาะในเอเชียตะวันออกและแปซิฟิก (ร้อยละ 46) Sub-Saharan Africa (ร้อยละ 13) และละติน อเมริกาและแคริบเบียน (ร้อยละ 12) ภาคสุขภาพถูกแยกออกจากการจัดหาเงินทุนนี้แม้จะมีโอกาสมากมายที่จะบรรเทาภาคสุขภาพผ่านกลยุทธ์การดูแลสุขภาพคาร์บอนต่ำและต้นทุนที่สำคัญและต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวสูงขึ้น ดังนั้น ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวของภาคสาธารณสุขต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือกลยุทธ์ของคาร์บอนต่ำจะเกิดขึ้นโดยแหล่งเงินทุนแบบดั้งเดิมเกือบทั้งหมด สถาบันการพัฒนาสามารถมีส่วนร่วมในระดับชาติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและนโยบายด้านสุขภาพในสองเส้นทางที่แตกต่างกัน คือ 1) การรวมมุมมองของสภาพภูมิอากาศในบทสนทนาสุขภาพระหว่างผู้ดำเนินการพัฒนาและหน่วยงานภาครัฐ และ 2) การมีส่วนร่วมของพนักงานพัฒนาในนโยบายภูมิอากาศในวงกว้าง มุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพ

(และเส้นทางซึ่งสิ่งนี้มีส่วนช่วยในการลดการพัฒนาเศรษฐกิจ) และวิธีการที่ภาคสุขภาพสามารถบรรเทาและปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสุขภาพ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวกับผลกระทบสภาพภูมิอากาศช่องทางที่มีอยู่เดิมของการมีส่วนร่วมในนโยบายสภาพภูมิอากาศควรได้รับการจัดทำขึ้นในประเทศที่มีรายได้น้อยถึงปานกลาง: กระบวนการ NAP และ NDC รวมถึงการปรับปรุงการประสานงานกับบริการอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ) ในขณะที่ผลการดำเนินงานที่ผ่านมาอ่อนแอการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของภาคสุขภาพและการบูรณาการลำดับความสำคัญด้านสุขภาพผ่านกลไกการกำกับดูแลเหล่านี้และความร่วมมือเชิงสถาบันให้โอกาสที่สำคัญสำหรับการวางแผนและนโยบายการปรับตัวโดยรวม

ในปี ค.ศ. 2010 การประชุมสมัชชาภาคีครั้งที่ 16 (COP 16) ในกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ได้จัดตั้งกระบวนการเพื่อสนับสนุนประเทศที่พัฒนาน้อยที่สุดในการระบุและดำเนินการ NAP โดยเฉพาะเพื่อแก้ไขความต้องการในระยะกลางและระยะยาว กระบวนการนี้สร้างขึ้นจากประสบการณ์เกือบหนึ่งทศวรรษที่ได้รับจากประเทศพัฒนาน้อยผ่านชาติ Adaptation Programs of Action ซึ่งเปิดตัวในปี พ.ศ. 2544 เพื่อตอบสนองความต้องการการปรับตัวในระดับเร่งด่วนและเร่งด่วนที่สุด NAPAs เริ่มต้นในขณะที่ได้รับการสนับสนุนจากกระทรวงสิ่งแวดล้อมและพันธมิตรเป็นหลักส่งผลให้มีการจัดทำแคตตาล็อกและการจัดอันดับของกิจกรรมที่นำเสนอทั่วทั้งประเทศในประวัติการณ์ในฐานข้อมูลลำดับความสำคัญของ NAPA (National Adaptation Plan: NAP) ได้รับการจัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2553 โดย COP ภายใต้กรอบการปรับตัวของ Cancun สอดคล้องกับ UNFCC ภายใต้ NAP ประเทศที่พัฒนาน้อยที่สุดได้รับเชิญให้ระบุความต้องการในการปรับตัวในระยะกลางระยะยาวและพัฒนาและใช้กลยุทธ์และโปรแกรมเพื่อจัดการกับความต้องการเหล่านี้โดยอาศัยประสบการณ์ของพวกเขาในการเตรียมและของการกระทำ (NAPAS) เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญสำหรับการเจรจานโยบายด้านสภาพอากาศและลำดับความสำคัญในการปรับตัวที่นำโดยประเทศ แต่ภาคสาธารณสุขก็มีบทบาทสำคัญในประวัติศาสตร์ในกระบวนการนี้ ในปี ค.ศ. 2010 องค์การอนามัยโลกประเมินการรวมของสุขภาพภายใน NAPA รุ่นแรกและสรุปว่ามีเพียงร้อยละ 11 จาก 459 โครงการลำดับความสำคัญที่มุ่งเน้นด้านสุขภาพอย่างชัดเจน มีเพียง 4% ของพอร์ตการลงทุนของกองทุนพัฒนาประเทศที่พัฒนาน้อยที่สุดเท่านั้นที่ถูกนำไปใช้ในการปรับตัวด้านสุขภาพแม้ว่า 95% ของ NAPA จะระบุว่าสุขภาพเป็นภาคส่วนที่มีความสำคัญ เมื่อเวลาผ่านไปสุขภาพได้รับการรู้จักมากขึ้นในระดับหนึ่ง การศึกษาล่าสุดพบว่า 184 NDCs, 8% พูดถึงสุขภาพที่มี 74 ร้อยละ 4 ของผู้ที่อ้างถึงในบริบทของการปรับตัวและ 23 ร้อยละ 1 สำหรับการบรรเทาผลกระทบ อย่างไรก็ตามการรวมเหล่านี้ไม่ค่อยจะผ่านการกล่าวถึงและชุมชนเมืองอากาศระหว่างประเทศยังคงทำงานเพื่อบูรณาการด้านสุขภาพอย่างเต็มที่ภาคที่มีความอ่อนไหวต่อสภาพภูมิอากาศเช่นการเกษตรน้ำและพลังงานมีการระดมทุน

ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศที่ประสบความสำเร็จมากขึ้นและมีส่วนร่วมในนโยบายสภาพภูมิอากาศแห่งชาติเสนอว่ามีขอบเขตที่สำคัญสำหรับการมีส่วนร่วม สถาบันการพัฒนามีช่องทางหลายแห่งที่ให้ความสำคัญกับสุขภาพในวาทกรรมโลกร้อนระหว่างประเทศรวมถึงการเจรจานโยบายกับรัฐมนตรีสิ่งแวดล้อมสุขภาพและการเงินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการเจรจาต่อรองสภาพภูมิอากาศระหว่างประเทศและการมีส่วนร่วมในภาคประชาสังคม เหตุการณ์ที่มีอิทธิพลต่อนโยบายสภาพภูมิอากาศ

**ขั้นตอนที่แนะนำในการวางแผนการปรับตัวแห่งชาติด้านสุขภาพ (Health National Adaptation Plan: HNAP)** (องค์การอนามัยโลก, 2562)

1. จัดกระบวนการวางแผนการปรับตัวด้านสุขภาพให้สอดคล้องกับระดับชาติ กระบวนการพัฒนาแผนปรับตัวแห่งชาติ

2. รับข้อมูลที่มีอยู่

3. ระบุแนวทางในการแก้ไขช่องว่างและจุดอ่อนของขีดความสามารถในการดำเนินการ HNAP

4. ดำเนินการด้านสุขภาพช่องโหว่และการประเมินการปรับตัวรวมถึงความต้องการการปรับตัวในระยะสั้นและระยะยาวในบริบทของลำดับความสำคัญของการพัฒนา

5. ทบทวนผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพเป้าหมายการปฏิบัติงานการออกกฎหมายกลยุทธ์นโยบายและแผนงาน

6. พัฒนากลยุทธ์การปรับตัวด้านสุขภาพแห่งชาติที่ระบุตัวเลือกการปรับลำดับความสำคัญ

7. พัฒนากลยุทธ์การดำเนินงานสำหรับการดำเนินงาน HNAPS และบูรณาการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในกระบวนการวางแผนที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพในทุกระดับรวมถึงการเพิ่มขีดความสามารถ สำหรับการดำเนินการ HNAPS ในอนาคต

8 ส่งเสริมการประสานงานและการทำงานร่วมกันกับกระบวนการ NAP ที่ตราไว้หุ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับภาคที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพและกับพหุภาคีข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อม

9. ตรวจสอบและทบทวน HNAP เพื่อประเมินความคืบหน้าอย่างมีประสิทธิภาพสภาพและช่องว่าง

10. อัพเดทองค์ประกอบด้านสุขภาพของแผนการปรับตัวแห่งชาติในลักษณะวนซ้ำ

11. เผยแพร่ประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับกระบวนการ HNAP รวมถึงการรายงานเกี่ยวกับ Prog

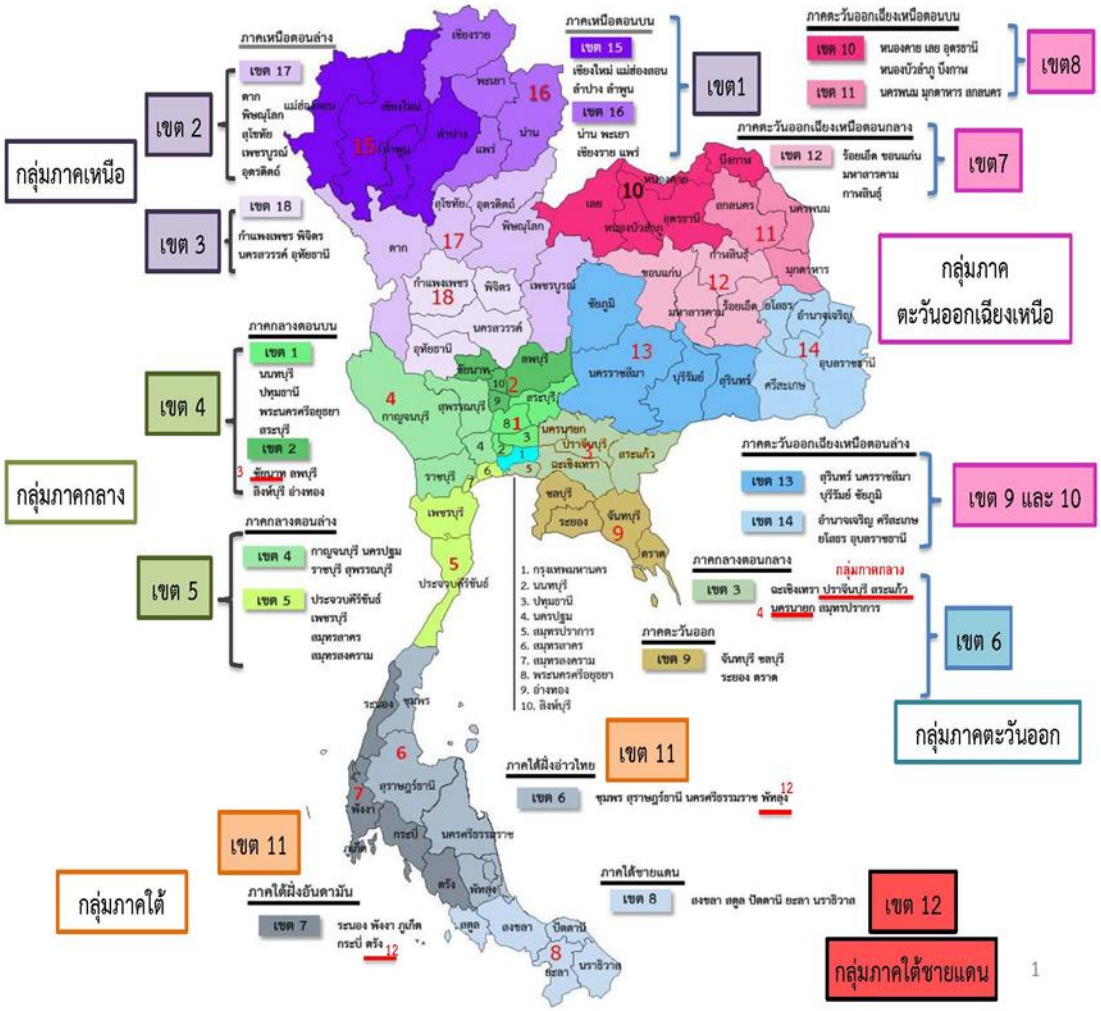
การตอบสนองต่อผลกระทบต่อสภาพอากาศการป้องกันและลดการบาดเจ็บล้มตายของมนุษย์ การปรับตัวลดลงของสภาพภูมิอากาศการปรับตัวและกลยุทธ์การพัฒนาสุขภาพคาร์บอนต่ำและยืดหยุ่นช่วยลดการปล่อยมลพิษสร้างความยืดหยุ่นภูมิอากาศด้านการดูแลสุขภาพและ

ให้ผลประโยชน์ด้านสุขภาพและเศรษฐกิจที่สำคัญ สภาพภูมิอากาศ การดูแลสุขภาพที่ชาญฉลาดจะเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับภาคสุขภาพและชุมชนโดยสร้างความมั่นใจในการเข้าถึงพลังงานที่สะอาดและเป็นอิสระน้ำที่ปลอดภัยการขนส่งที่สะอาดและกลไกการกำจัดของเสียที่สะอาด นอกจากนี้ยังจะกระตุ้นการพัฒนาและการจัดหาผลิตภัณฑ์ที่ยั่งยืนในขณะที่เตรียมเซกเตอร์สำหรับอนาคตของอันตรายสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพที่รู้จักและไม่รู้จัก พื้นฐานสภาพภูมิอากาศโซลูชั่นที่ชาญฉลาดสามารถเป็นรากฐานสำคัญของการดูแลสุขภาพถ้วนหน้าและการพัฒนาอย่างยั่งยืนโดยการบูรณาการหลักการสภาพภูมิอากาศและชาญฉลาดเข้ากับกลยุทธ์ภาคสุขภาพสถาบันพัฒนาสามารถสร้างโปรแกรมคาร์บอนต่ำยืดหยุ่นและปรับตัวได้ซึ่งกำหนดบรรทัดฐานสำหรับภาคส่วนอื่นๆ

ประชาชนได้ตระหนักรู้มากขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงโดยเฉพาะในช่วงฝุ่นหนักต้องป้องกันดูแลตัวเองและจะเป็นไปได้หรือไม่ที่จะกำหนดค่าอันตรายให้มากขึ้น เพราะเดิมที่ดูกันว่าค่ามาตรฐานคือไม่ควรเกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งในหลายประเทศก็คิดว่าควรเปลี่ยนเป็น 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในอีก 5 ปีข้างหน้า ประเทศไทยก็ควรหันมาเปลี่ยนกันเสียตอนนี้ในขณะที่กำลังเริ่มวางทิศทาง ซึ่งในทางการแพทย์สิ่งที่ทำได้ก็คือ การให้ข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

**คำแนะนำในการดูแลป้องกันสุขภาพจากฝุ่นละอองสำหรับประชาชนจากสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2562**

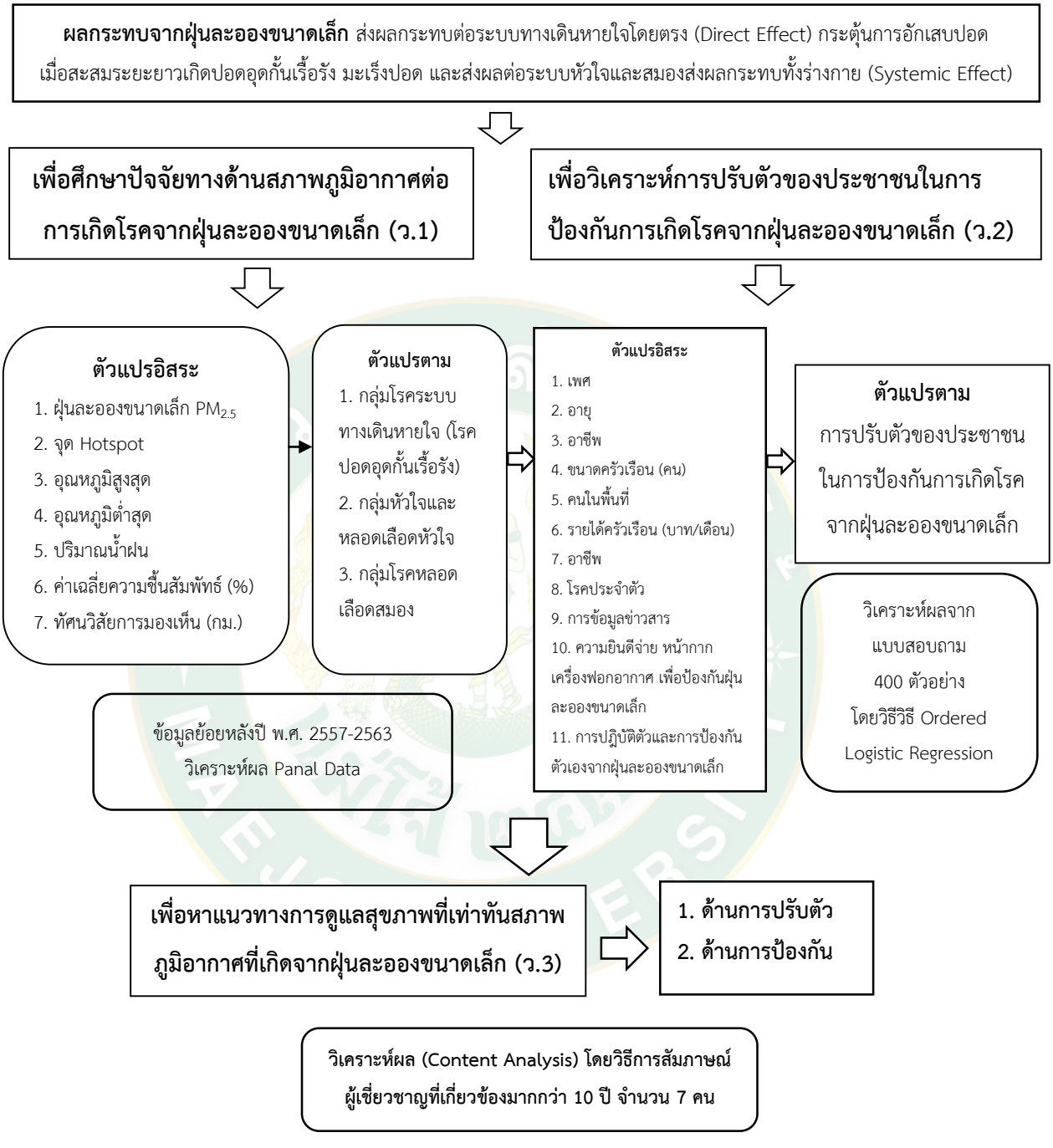
1. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเอง
2. งดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่งแจ้ง ฯลฯ
3. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง
4. สวมใส่หน้ากากอนามัยชนิดป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก (N95) กรณีที่ต้องอยู่นอกอาคารหรืออยู่ในบริเวณที่มีปริมาณฝุ่นละอองสูง
5. กลุ่มเสี่ยงควรงดออกกำลังกายในที่โล่งแจ้ง ควรจำกัดเวลาในการออกกำลังกายและกิจกรรมที่ออกแรงหนัก รวมทั้งให้ความสำคัญในการสังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย ควรจัดเตรียมยาหรืออุปกรณ์ที่จำเป็นให้พร้อมเสมอ
6. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคาร รวมทั้งดูแลทำความสะอาดภายในอาคารด้วยการเช็ดถู หลีกเลี่ยงการกวาดเนื่องจากทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย




**ภาพที่ 20** แสดงแบ่งเขตสาธารณสุขตามยุทธศาสตร์พัฒนา 6 ภาคของรัฐบาล

ที่มา: สำนักข่าว Hfocus (2561)

**กรอบแนวคิดงานวิจัย**




**ภาพที่ 21** กรอบแนวคิดงานวิจัย

# บทที่ 3
# ระเบียบวิธีวิจัย

งานศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน” มีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
5. การทดสอบเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มีข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 2 ประเภท คือ ข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการศึกษา ดังนี้

**1. ข้อมูลทุติยภูมิ** เป็นข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมจากเอกสารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สำหรับการศึกษาวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ดังนี้

1.1 ข้อมูลสถิติค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5,10}$ ค่าเฉลี่ยรายเดือน 12 เดือน ในพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และลำพูน เป็นข้อมูลพาเนล (Panel Data) จำนวน 7 ปี (ปี พ.ศ. 2557-2563) รวมจำนวน 672 ตัวอย่าง จากกรมควบคุมมลพิษทางอากาศ

ทั้งนี้จากกรอบแนวคิดงานวิจัย เนื่องจากข้อมูลสถิติค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ยรายเดือนกรมควบคุมมลพิษเพิ่งเริ่มมีการเก็บรวบรวมข้อมูล 2559 ในจังหวัดเชียงใหม่เพียงจังหวัดเดียว ในภาคเหนือตอนบนยังไม่ครบทุกจังหวัด ทั้งนี้เป็นข้อจำกัดในการทำดุษฎีนิพนธ์

1.2 ข้อมูลด้านสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และทัศนวิสัย (กม.) จากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นข้อมูลพาเนล (Panel Data) ตามสถานีที่อยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด จำนวน 7 ปี (ปี พ.ศ. 2557-2563)

1.3 ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก และปัจจัยที่ส่งผลการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉียบพลันและเรื้อรัง คือ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ (โรคปอดอุดกันเรื้อรัง) กลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจ และกลุ่มโรคหลอดเลือดในสมอง ระบบ HDC HIE เป็นระบบที่ผู้ให้บริการ (บุคลากรทางการแพทย์) สามารถเรียกดูประวัติการรับบริการของผู้ป่วย/ผู้รับบริการจากสถานบริการสาธารณสุขที่ส่งข้อมูลตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้กับระบบ HDC ได้ทั่วประเทศ โดยที่ต้องผ่านการยินยอมจากผู้รับบริการ/ผู้ป่วยก่อน เพื่อรองรับนโยบายระบบบริการก้าวหน้าและการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านสาธารณสุข

**2. ข้อมูลปฐมภูมิ** เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างโดยตรง สำหรับการศึกษาในวัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไปใช้ และวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในเชิงพื้นที่ ประกอบด้วย

2.1 ข้อมูลจากแบบสอบถามประชาชน โดยเนื้อหาในแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่วนที่ 2 ข้อมูลการป้องกันและดูแลผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่วนที่ 3 ข้อมูลการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

2.2 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-Depth Interview) ผู้เชี่ยวชาญด้านฝุ่นละอองขนาดเล็กมากกว่า 10 ปี จำนวน 7 คน โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กรมควบคุมโรค กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) เพจสภาลมหายใจเชียงใหม่ เพื่อค้นหาแนวแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในเชิงพื้นที่ ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แบบสอบถามสำหรับการวิจัยนี้ถูกออกแบบโดยอาศัยแนวการตรวจเอกสารของ Mcgray et al. (2007); Lasco et al. (2011) และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ใช้ข้อมูลกลุ่มประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2563 เนื่องจากเป็นจังหวัดพื้นที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก มากที่สุดเป็นอันดับ 1 (กรมควบคุมมลพิษ, 2562)

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ตัวแทนจังหวัดของภาคเหนือตอนบนตระหนักถึงปัญหาและการป้องกัน กลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัยได้จากการคำนวณจากประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนประชาชน 1,764,000 คน ใน 25 อำเภอ โดยคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane, 1973 อ้างถึงใน กัลยา วานิชย์บัญชา, 2561) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 399.91 คน อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับเพิ่มจำนวนเป็น 400 ราย คำนวณตามสูตรการหาจำนวนตัวอย่างชนิดสุ่มแบบสัดส่วน (Proportional Stratified Sampling) จากสูตร โดยการเทียบสัดส่วนเพื่อหากลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

โดยที่ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากรทั้งหมด

e = ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง (0.05)

$$\text{แทนค่าในสูตร } n = \frac{1,764,000}{1+1,764,000(0.05)^2}$$

ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 399.91 คน อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับเพิ่มจำนวนเป็น 400 ราย คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในจังหวัดเชียงใหม่แล้วทำการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยอาศัยแนวคิดจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และมีการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามมีลักษณะเป็นแบบสำรวจรายการ (Check List)

## เครื่องมือการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการออกแบบโครงสร้างของข้อคำถาม ที่สามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง หรือการสัมภาษณ์แบบชี้นำ (Guided Interview) กล่าวคือ เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือเป็นการสัมภาษณ์แบบปลายเปิด ซึ่งเป็นกระบวนวิธีการวิจัยฯ ที่มีความยืดหยุ่นและเปิดกว้างหรือมีการนำคำสำคัญ (Keywords) มาใช้ประกอบในการชี้นำคำถามสัมภาษณ์กล่าวคือมีการร่างข้อคำถามที่มีลักษณะปลายเปิดที่มีคำสำคัญพร้อมกับลักษณะของข้อคำถามที่มีความยืดหยุ่นและพร้อมที่จะมีการปรับเปลี่ยนถ้อยคำของข้อคำถาม ให้มีความสอดคล้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยหรือผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคน ในแต่ละสถานการณ์ที่มีเหตุการณ์ หรือมีสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (ทวีศักดิ์ นพเกษร, 2555) เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิและบุคคลที่มีความสำคัญหรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างแนวทางการปรับตัวของประชาชนเพื่อป้องกันปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้ตอบข้อคำถามอันให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความหลากหลายในมิติต่างๆ และข้อเท็จจริงในทางปฏิบัติที่มีทั้งมิติของความลึกและมิติของความกว้างในเรื่องเกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้

การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มนักวิชาการเกี่ยวกับด้านฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ ด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 ราย ได้แก่ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ) (องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) และศูนย์ป้องกันไฟป่าสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ ด้านวิชาการ จำนวน 2 ราย ได้แก่ ศูนย์กลางสนับสนุนทางวิชาการแก้ปัญหาหมอกควันภาคเหนือ และ 2) กลุ่มองค์กรเอกชน จำนวน 2 ราย คือ สภาลมหายใจเชียงใหม่ ลักษณะรวมศูนย์และเชื่อมโยงทุกภาคส่วน

## การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการพัฒนาองค์การแห่งการเรียนรู้จากตำรา เอกสาร วารสาร สิ่งตีพิมพ์และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม ภายใต้ขอบข่ายของการวิจัยคือ

2. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย เพื่อพิจารณาตรวจสอบ โครงสร้าง คำถาม การใช้ภาษา และความครอบคลุมในเนื้อหาสาระ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อพิจารณา ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้อง เหมาะสม ความครอบคลุม และให้คำแนะนำสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อถามนั้นกับประเด็นหลักของเนื้อหา ตามวิธีการของ Rovinelli & Hambleton (1978) โดยกำหนดคะแนนไว้ ดังนี้

+ 1 เมื่อเห็นว่าตรงกับขอบข่ายเนื้อหาตามที่ระบุไว้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าตรงกับขอบข่ายเนื้อหาตามที่ระบุไว้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าไม่ตรงกับขอบข่ายเนื้อหาตามที่ระบุไว้ ผลการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ปรากฏว่าข้อคำถามทุกข้อผ่านเกณฑ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

4. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัยเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

5. นำแบบสอบถามที่แก้ไขปรับปรุงครั้งสุดท้ายไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

6. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มตัวอย่างไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

7. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว มาตรวจสอบปรับปรุงอีกครั้งหนึ่งแล้วนำแบบสอบถามที่สมบูรณ์ไปใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อไป

ส่วนที่ 3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยการชี้ให้เห็นถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก แนวทางหรือแนวปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันสถานการณ์ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Climate-Smart Healthcare) เพื่อป้องกันการเกิดโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในเขตพื้นที่ภาคเหนือประเทศไทยที่ยอมรับได้ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ทราบแนวทางปฏิบัติจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กรมควบคุมโรค กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) เพจโซเชียลมีเดียต่างๆ สภาลมหายใจเชียงใหม่ เป็นต้น

**การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสำหรับการศึกษาวิจัย ไปทำการทดสอบ ความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาและตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และให้มีความถูกต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขและหาคาดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item-Objective Congruence) ก่อนนำไปสอบถามในการเก็บข้อมูลจริงโดยการหาค่า IOC นั้น ผู้วิจัยได้นำไปตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้สูตร (วิทยา เมฆขำ และคณะ, 2551)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence)
R หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
โดยค่า +1 หมายถึง ข้อคำถามสามารถนำไปวัดได้อย่างแน่นอน
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าจะวัดได้
-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สามารถนำไปวัดได้อย่างแน่นอน
N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ทั้งนี้ผู้วิจัยเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ในแต่ละข้อ มาใช้เป็นคำถาม ซึ่งได้ตรวจสอบแบบสอบถามแล้วเห็นว่าแบบสอบถามทุกข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงของเนื้อหาครอบคุลมในแต่ละด้าน และครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย ส่วนข้อคาถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาหมอกควันพื้นที่ภาคเหนือ

2. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปทดสอบกับประชาชน (Try Out) จำนวน 30 ราย ซึ่งไม่ใช่ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงนำไปวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นรวม และแยกส่วนตามแบบสอบถาม โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha) (Cronbach, 1984

อ้างถึงใน กัลยา วานิชย์บัญชา, 2554) โดยใช้เกณฑ์ยอมรับที่ค่ามากกว่า 0.70 เพื่อแสดงว่าแบบสอบถามนี้ มีความเชื่อมั่นเพียงพอ โดยใช้โปรแกรมสาเร็จรูปทางสถิติในการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) จากการทดสอบ พบว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นรวมที่ระดับ 0.8783 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าความเชื่อมั่นแยกตามส่วนแบบสอบถามได้ค่าความเชื่อมันที่ระดับ มากกว่า 0.70 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นเพียงพอสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบความสมบูรณ์มาทำการวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

**วัตถุประสงค์ที่ 1** เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนของ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ข้อมูลด้านสภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และทัศนวิสัยการมองเห็น (กม.) จากกรมอุตุนิยมวิทยา

**ตัวแปรตาม** เป็นตัวแปรเชิงปริมาณ คือ จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ เพิ่มขึ้นรายดือน (คน) จาก 3 กลุ่มโรค ที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉียบพลันและเรื้อรัง คือ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ และกลุ่มโรคหลอดเลือดในสมอง

**ตัวแปรอธิบาย** ประกอบด้วย ตัวแปรสภาพอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรวม อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และทัศนวิสัย (กม.) ตัวแปรฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{10}$) จุดความร้อน Hotspot ดาวเทียม MOIDS ในพื้นที่ศึกษา และแนวโน้มเวลาตัวแทนเวลาเปลี่ยนแปลงไป

**แบบจำลองเชิงประจักษ์**

จากวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก จาก 3 กลุ่มโรค ที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉียบพลันและเรื้อรัง คือ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ (โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง) COPD กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD และกลุ่มโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE นั้นสามารถเขียนออกมาในรูปแบบแบบจำลองได้ดังนี้

**กลุ่มโรคทางเดินหายใจ (โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง)**

$$COPD_{it} = \propto_1 + \beta_{11} MINT_{it} + \beta_{12} MAXT_{it} + \beta_{13} TRAI_{it} + \beta_{14} RHM_{it} + \beta_{15} VISIT_{it} + \beta_{16} PM_{2.5_{it}} + \beta_{17} HOTS_{it} + \beta_{18} TIME_{it} + \mu_{it}$$

| | |
|---|---|
| $\mathrm{COPD_{it}}$ | คือ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ |
| $MINT_{it}$ | คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $MAXT_{it}$ | คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $TRAI_{it}$ | คือ ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร) |
| $RHM_{it}$ | คือ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพันธ์ (%) |
| $VISIT_{it}$ | คือ ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) |
| $PM_{2.5_{it}}$ | คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (มคก. ต่อ ลบ.ม.) |
| $HOTS_{it}$ | คือ จุดความร้อน Hotspot จุด |
| $TIME_{it}$ | คือ ตัวแปรแนวโน้มเวลา |
| $\mu_{it}$ | คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกต |
| $\beta$ | คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากแบบลำลอง |
| $\alpha$ | คือ ค่าคงที่จากแบบลำลอง |
| $i$ และ$t$ | คือ พื้นที่ของจังหวัดที่ $i$ ณ ช่วงเวลาที่ $t$ |

**กลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจ**

$$CHD_{it} = \propto_2 + \beta_{11} MINT_{it} + \beta_{12} MAXT_{it} + \beta_{13} TRAI_{it} + \beta_{14} RHM_{it} + \beta_{15} VISIT_{it} + \beta_{16} PM_{2.5_{it}} + \beta_{17} HOTS_{it} + \beta_{18} TIME_{it} + \mu_{it}$$

| | |
|---|---|
| $\mathrm{CHD_{it}}$ | คือ กลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจ |
| $MINT_{it}$ | คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $MAXT_{it}$ | คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $TRAI_{it}$ | คือ ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร) |
| $RHM_{it}$ | คือ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพันธ์ (%) |
| $VISIT_{it}$ | คือ ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) |
| $PM_{2.5_{it}}$ | คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (มคก. ต่อ ลบ.ม.) |
| $HOTS_{it}$ | คือ จุดความร้อน Hotspot จุด |
| $TIME_{it}$ | คือ ตัวแปรแนวโน้มเวลา |
| $\mu_{it}$ | คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกต |

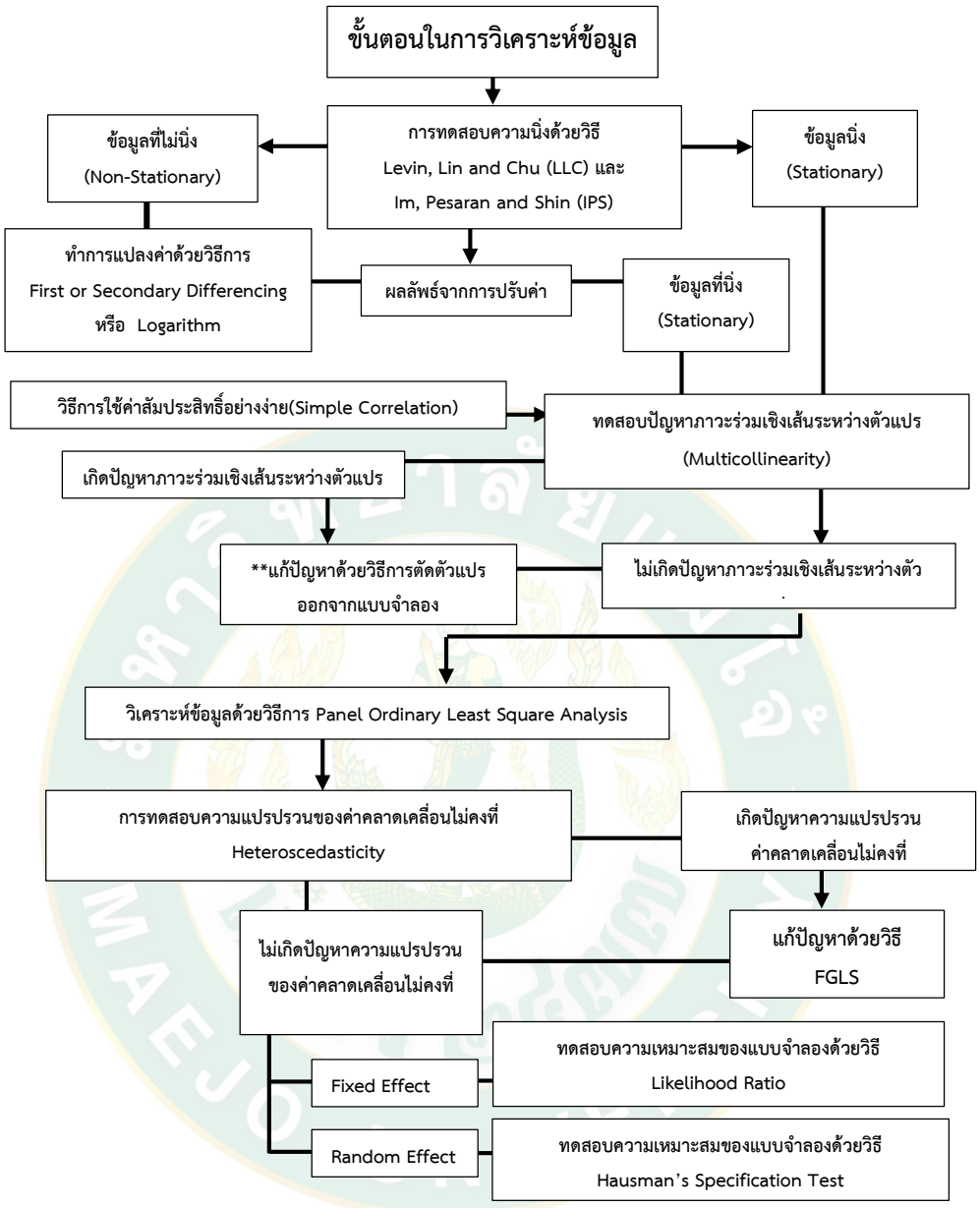
| | |
|---|---|
| $\beta$ | คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากแบบลำลอง |
| $\alpha$ | คือ ค่าคงที่จากแบบลำลอง |
| $i$ และ$t$ | คือ พื้นที่ของจังหวัดที่ $i$ ณ ช่วงเวลาที่ $t$ |

**กลุ่มโรคหลอดเลือดในสมอง**

$$CD_{it} = \propto_2 + \beta_{11}MINT_{it} + \beta_{12}MAXT_{it} + \beta_{13}TRAI_{it} + \beta_{14}RHM_{it} + \beta_{15}VISIT_{it} + \beta_{16}PM_{2.5_{it}} + \beta_{17}HOTS_{it} + \beta_{18}TIME_{it} + \mu_{it}$$

| | |
|---|---|
| $\mathrm{CD_{it}}$ | คือ กลุ่มโรคหลอดเลือดในสมอง |
| $MERANT_{it}$ | คือ อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $MINT_{it}$ | คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $MAXT_{it}$ | คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) |
| $TRAI_{it}$ | คือ ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร) |
| $RHM_{it}$ | คือ ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพันธ์ (%) |
| $VISIT_{it}$ | คือ ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) |
| $PM_{2.5_{it}}$ | คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (มคก. ต่อ ลบ.ม.) |
| $HOTS_{it}$ | คือ จุดความร้อน Hotspot จุด |
| $TIME_{it}$ | คือ ตัวแปรแนวโน้มเวลา |
| $\mu_{it}$ | คือ ค่าคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถสังเกต |
| $\beta$ | คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากแบบลำลอง |
| $\alpha$ | คือ ค่าคงที่จากแบบลำลอง |
| $i$ และ$t$ | คือ พื้นที่ของจังหวัดที่ $i$ ณ ช่วงเวลาที่ $t$ |

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เป็นวิจัยความสัมพันธ์ศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายจังหวัดโดยการใช้วิธีการทางสถิติโดยที่ใช้สถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางเศรษฐมิติโดยที่จะมีขั้นตอนดังนี้




**ภาพที่ 22** แผนผังขั้นตอนการทดสอบความสัมพันธ์ทางเศรษฐมิติ

ที่มา: ปิยรัฐ แก้วประเสริฐ (2562)

ซึ่งเป็นข้อมูลพาเนล (Panel Data) มาหาความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในขั้นตอนแรกเป็นการตรวจสอบความนิ่งของข้อมูล โดยใช้วิธีการทดสอบความนิ่งด้วยวิธี Augmanted Dickey-Fuller Unit Root Test ถ้าหากข้อมูลมีความนิ่งดีแล้วให้ใช้ได้ในขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าหากข้อมูลยังมีความไม่นิ่ง (Non-Stationary) จะต้องทำการปรับข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลนิ่งเสียก่อน

โดยการทำ Differencing หรือใส่ Logarithm ให้กับข้อมูลเพื่อที่ทำให้ข้อมูลเกิดความนิ่งหลังจากที่ทดสอบกับทุกตัวแปรเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทดสอบความสัมพันธ์ภาวะเส้นตรงเชิงร่วม (Multicollinearity) เพื่อศึกษาว่าตัวแปรตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ ในรูปแบบของภาวะเส้นตรงร่วม ซึ่งจะทำการแก้ไขปัญหาโดยการตัดตัวแปรออกจากแบบจำลองเพื่อลดปัญหาความสัมพันธ์และทำให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จะทำการทดสอบโดยการวิธีการวิธีการใช้ค่าสัมประสิทธิ์อย่างง่าย (Simple Correlation) เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเมื่อผ่านการทดสอบความสัมพันธ์ภาวะเส้นตรงเชิงร่วมเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาจะทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบพาเนล (Panel Regression Analysis) เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในรูปแบบกำลังสองน้อยที่สุด หลังจากนั้นจะทำการทดสอบปัญหาความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Heteroscedasticity) เพื่อทดสอบความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง และทำการแก้ปัญหาความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนไม่คงที่ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุด (Generalized Least Square, GLS) และทาการทดสอบรูปแบบของ Random Effect และ Fixed Effect เพื่อดูว่าการทดสอบรูปแบบไหนดีที่สุดสาหรับแบบจำลอง ซึ่งมีรูปแบบของการทดสอบทางเลือกด้วยการวิธีการทดสอบ Hausman's Specification Test เพื่อศึกษาว่าแบบจำลองของ Fixed Effect หรือ Random Effect แบบใดสามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

หลังจากที่ได้ผลการวิจัยในวัตถุประสงค์ข้อที่หนึ่ง จะใช้ผลการศึกษาจากวัตถุประสงค์จากข้อที่หนึ่งใช้ในการเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่มีอิทธิพลต่อจำนวนผู้ป่วยที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยการเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิในรูปแบบของร้อยละ ที่ส่งผลทำให้เกิดการการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จำนวนผู้ป่วยเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งคิดให้อยู่ในรูปแบบของร้อยละของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยที่มีการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในด้านของตัวแปรด้านสภาพอากาศ แหล่งข้อมูลแรก คือ ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนของ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ข้อมูลด้านสภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และทัศนวิสัย (กม.) จากกรมอุตุนิยมวิทยา แหล่งข้อมูลที่ 2 คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนจาก 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากส่วนแผนงานและประมวลผล กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ แหล่งข้อมูลที่ 3 คือ ปัจจัยด้านจุดความร้อน ดาวเทียม MOIDS ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนจาก 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

แหล่งข้อมูลที่ 4 คือ จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ กลุ่มโรคสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก เฉียบพลันและเรื้อรัง ได้แก่ โรคทางเดินหายใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดในสมอง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือนของ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากระบบ HDC HIE เป็นระบบที่ผู้ให้บริการ (บุคลากรทางการแพทย์) สามารถเรียกดูประวัติการรับบริการของผู้ป่วย/ผู้รับบริการ จากสถานบริการสาธารณสุขที่ส่งข้อมูลตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้กับระบบ HDC ได้ทั่วประเทศโดยที่ต้องผ่านการยินยอมจากผู้รับบริการ/ผู้ป่วยก่อน เพื่อรองรับนโยบายระบบบริการก้าวหน้าและการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านสาธารณสุข

**วัตถุประสงค์ที่ 2** เพื่อวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผลกระทบด้านสุขภาพจากฝุ่นละออง ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแนวปฏิบัติวิธีการป้องกัน “ฝุ่นละอองในอากาศ” และปัจจัยที่ส่งผลต่อวิธีการป้องกันฝุ่นละอองใช้ในพื้นที่ศึกษา เป็นข้อมูลที่ได้จากการสอบถาม ประชาชนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (อ้างอิงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กย้อนหลังสูงที่สุด พ.ศ. 2560-2563) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ประชากรในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงสุดในจังหวัดเชียงใหม่ จากเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศ กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษในพื้นที่ตำบลช้างเผือก และ ในพื้นที่ ตำบลศรีภูมิ อ.เมือง จังหวัดเชียงใหม่ และพื้นที่อำเภอใกล้เคียง โดยใช้ข้อมูลย้อยหลัง 3 ปี พ.ศ. 2560-2563 ผู้วิจัยใช้วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างวิธีการคำนวณ ทาโรยามาเน่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 ราย จากประชากรในจังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่ใกล้เคียงเครื่องวัดคุณภาพอากาศ จำนวน 2 จุด ที่ตำบลช้างเผือกและตำบลศรีภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ แล้วทำการสุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้แก่ อำเภอเมือง 100 ราย อำเภอสันทราย 100 ราย อำเภอสารภี 100 ราย และอำเภอหางดง 100 ราย แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยเลือกใช้ Ordered logit regression models ในการวิเคราะห์ โดยที่เครื่องมือการวิเคราะห์มีข้อดี คือ สามารถเปรียบเทียบวิธีการป้องกันแต่ละระดับได้ เมื่อเทียบกับกลุ่มอ้างอิง โดยประยุกต์แนวคิดของ Griffiths et al. (2008) และ Verbeek (2000) (อ้างถึงในนิโรจน์ สินณรงค์, 2559)

การวิเคราะห์ข้อมูล 3 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา
2. การวิเคราะห์แบบจำลองทางเศรษฐมิติ (Econometrics Model) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยแบบจำลองการถดถอยลอจิสติกแบบเรียงลำดับ (Ordered Logistic Regression) ซึ่งสามารถกำหนดแบบจำลองเชิงประจักษ์ (Empirical Model) สำหรับการปรับตัวในรูปแบบต่างๆ ได้

2 รูปแบบ คือ การปรับตัวและป้องกันตนเองด้านสุขภาพ และการป้องกันการเกิดโรค โดยกำหนดตัวแปรตามและตัวแปรอธิบายในแต่ละแบบจำลองดังนี้

ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพแบบเรียงลำดับทางเลือก โดยผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินระดับการปรับตัวจากผลการสัมภาษณ์ประชาชน เริ่มด้วยการแยกกลุ่มประชาชนที่ไม่มีการปรับตัวออกก่อนสำหรับกลุ่มที่มีการปรับตัวจะมีการเรียงลำดับจากความถี่ในการปรับตัวของประชาชนด้านต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน จากมากที่สุดไปจนถึงน้อยที่สุด เป็นกลุ่มที่มีการปรับตัวมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และไม่ปรับตัวเลย ทั้งนี้กำหนดให้ตัวแปรตามเป็นการปรับตัวของประชาชนเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ มี 4 ระดับ ดังนี้

การปรับตัว = 1 เมื่อประชาชนมีการปรับตัวในระดับน้อย (ทำน้อย)

การปรับตัว = 2 เมื่อประชาชนมีการปรับตัวในระดับปานกลาง (ทำบางครั้ง)

การปรับตัว = 3 เมื่อประชาชนมีการปรับตัวในระดับมาก (ทำเกือบทุกครั้ง)

การปรับตัว = 4 เมื่อประชาชนมีการปรับตัวในระดับมากที่สุด (ทำทุกครั้ง)

โดยการวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยลอจิสติกแบบเรียงลำดับจะเป็นการเปรียบเทียบโอกาสของการปรับตัวในระดับน้อย การปรับตัวระดับปานกลาง การปรับตัวะดับค่อนข้างมาก และการปรับตัวในระดับมาก ซึ่งเป็นกลุ่มอ้างอิง ตัวแปรอธิบาย ประกอบด้วยกลุ่มตัวแปร 3 กลุ่ม ดังนี้

ตัวแปรกายภาพ ได้แก่ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ประกอบด้วย เพศ อายุ คนในพื้นที่ จำนวนสมาชิก โรคประจำตัว อาชีพ รายได้ของครัวเรือน แหล่งสัมผัสฝุ่น ช่วงเวลา และการรับข้อมูลข่าวสาร

ตัวแปรด้านการปฏิบัติตัวด้านสุขภาพ ได้แก่ พฤติกรรมการใส่หน้ากากอนามัยและเครื่องฟอกอากาศ ต้นทุนค่าใช้จ่าย อาการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ ค่ารักษาพยาบาล สิทธิการรักษาพยาบาล

กำหนดให้ตัวแปรตาม คือ การปฏิบัติตามข้อปฏิบัติของประชาชนเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยจัดลำดับจากคะแนนเฉลี่ยการปรับตัวตามข้อปฏิบัติ (กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ประกอบด้วย 11 ข้อ ได้แก่

1. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคาร หรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง
2. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในบ้าน
3. ใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อช่วยฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก
4. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคาร
5. ดูแลทำความสะอาดภายในที่พักอาศัยด้วยการเช็ดถูเป็นประจำ
6. ปลูกต้นไม้ในบ้านหรือรอบๆ บริเวณเพื่อช่วยฟอกอากาศ

7. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้ง

8. ดื่มน้ำมากๆ หรือกลั้วคอด้วยน้ำสะอาดเมื่อได้รับฝุ่น

9. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเอง

10. สังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย หากรู้สึกมีอาการแพ้ฝุ่นผิดปกติ รีบพบแพทย์

11. งดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่ง

ทั้งนี้เมื่อกำหนดให้ คะแนนการปรับตัวตามข้อปฏิบัติของประชาชนในพื้นที่ศึกษา มี 5 ระดับ คือ = 0,1, 2, 3, และ 4 ตามมาตรวัด (Rating Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบ ดังนี้

$CMSHC_i$ = 1 ถ้าประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับ น้อย

$CMSHC_i$ = 2 ถ้าประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับ ปานกลาง

$CMSHC_i$ = 3 ถ้าประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับ ค่อนข้างมาก

$CMSHC_i$ = 4 ถ้าประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับ มาก

$$\text{ช่องกว้างอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{4\text{-}1}{4} = 1$$

คะแนนเฉลี่ย 0.00 – 1.00 แปลความว่า ประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.01 – 2.00 แปลความว่า ประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 2.01 – 3.00 แปลความว่า ประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติค่อนข้างมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.01 – 4.00 แปลความว่า ประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติมาก

เนื่องจากการปฏิบัติตามแนว CMSHC เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถสังเกตได้ (Unobservable variable) จึงกำหนดเป็นตัวแปรแฝง (Latent variable) เท่ากับ CMSHC และกำหนดสมการความสัมพันธ์ของโอกาสในการ ปฏิบัติตามแนว CMSHC ของเกษตรกรกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในเชิงเส้นตรง (นิโรจน์ สินณรงค์, 2562) ได้ดังสมการที่ 4

$$\text{CMSHC}^* = X_i'\beta + u_i \qquad \text{สมการที่ (4)}$$

โดยค่าตัวแปร $\mathbf{CMSHC_i}$ มีค่าเท่ากับ 1, 2, 3, 4, 5 ขึ้นอยู่กับค่าของตัวแปรแฝง $\mathbf{CMSHC^*}$ ว่าอยู่ในช่วงใดต่อไปนี้

$\mathbf{CMSHC_i}$ = 1 ถ้าประชาชนปฏิบัติตามแนว CMSHC ในระดับน้อย ($\mathbf{CMSHC^*} \leqq u_1$)

$\mathbf{CMSHC_i}$ = 2 ถ้าประชาชนปฏิบัติตามแนว CMSHC ในระดับปานกลาง ($u_1 < \mathbf{CMSHC^*} < u_2$)

$\mathbf{CMSHC_i}$ = 3 ถ้าประชาชนปฏิบัติตามแนว CMSHC ในระดับค่อนข้างมาก ($u_2 < \mathbf{CMSHC^*} < u_3$)

$\mathbf{CMSHC_i}$ = 4 ถ้าประชาชนปฏิบัติตามแนว CMSHC ในระดับมาก ($\mathbf{CMSHC^*} \leqq u_4$)

$\beta_i$ คือ ค่าพารามิเตอร์

$x_i$ คือ ตัวแปรอธิบาย

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

$$\mathbf{CMSHC^*} = \beta_1 \text{sex} + \beta_2 \text{age} + \beta_3 \text{cm} + \beta_4 \text{household} + \beta_5 \text{congenital disease} + \beta_6 \text{career} + \beta_7 \text{income} + \beta_8 \text{place1} + \beta_9 \text{place2} + \beta_{10} \text{place3} + \beta_{11} \text{place4} + \beta_{12} \text{place5} + \beta_{13} \text{time1} + \beta_{14} \text{time2} + \beta_{15} \text{app1} + \beta_{16} \text{app2} + \beta_{17} \text{app3} + \beta_{18} \text{app4} + \beta_{19} \text{app5} + \beta_{20} \text{app6} + \beta_{20} \text{app6} + \beta_{21} \text{yes and mask} + \beta_{22} \text{mask1} + \beta_{23} \text{mask2} + \beta_{24} \text{mask3} + \beta_{25} \text{N95mask4} + \beta_{26} \text{mask cost1} + \beta_{27} \text{frequency} + \beta_{28} \text{mask WTP1} + \beta_{29} \text{mask WTP2} + \beta_{30} \text{mask WTP3} + \beta_{31} \text{mask WTP4} + \beta_{32} \text{yes no sick} + \beta_{33} \text{treatment method} + \beta_{34} \text{treatment method cost} + \beta_{35} \text{medical treatment} + \beta_{36} \text{air purifier} + \beta_{37} \text{air purifier cost} + \beta_{38} \text{air purifier WTP1} + \beta_{39} \text{air purifier WTP2} + \beta_{40} \text{air purifier WTP3} + \beta_{41} \text{air purifier WTP4} + \varepsilon$$

สมการที่ (5)

โดยรายละเอียดตัวแปร สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8 ทั้งนี้ สมการที่ (5) สามารถนำไปใช้ในการประมาณดังสมการที่ (6)

$$\mathrm{P} = \beta_1 \text{sex} + \beta_2 \text{age} + \beta_3 \text{cm} + \beta_4 \text{household} + \beta_5 \text{congenital disease} + \beta_6 \text{career} + \beta_7 \text{income} + \beta_8 \text{place1} + \beta_9 \text{place2} + \beta_{10} \text{place3} + \beta_{11} \text{place4} + \beta_{12} \text{place5} + \beta_{13} \text{time1} + \beta_{14} \text{time2} + \beta_{15} \text{app1} + \beta_{16} \text{app2} + \beta_{17} \text{app3} + \beta_{18} \text{app4} + \beta_{19} \text{app5} + \beta_{20} \text{app6} + \beta_{20} \text{app6} + \beta_{21} \text{yes and mask} + \beta_{22} \text{mask1} + \beta_{23} \text{mask2} + \beta_{24} \text{mask3} + \beta_{25} \text{N95mask4} + \beta_{26} \text{ mask cost1} + \beta_{27} \text{ frequency} + \beta_{28} \text{mask WTP1} + \beta_{29} \text{mask WTP2} + \beta_{30} \text{mask WTP3} + \beta_{31} \text{mask WTP4} + \beta_{32} \text{yes no sick} + \beta_{33} \text{treatment method} + \beta_{34} \text{treatment method cost} + \beta_{35} \text{medical treatment} + \beta_{36} \text{air purifier} + \beta_{37} \text{air purifier cost} + \beta_{38} \text{air purifier WTP1} + \beta_{39} \text{air purifier WTP2} + \beta_{40} \text{air purifier WTP3} + \beta_{41} \text{air purifier WTP4} = \mathrm{E}(\mathrm{CMSHC}^*)$$

สมการที่ (6)

พารามิเตอร์ที่ต้องประมาณ ได้แก่ $\boldsymbol{\beta_i}$ จำนวน 41 ตัว และ $u_i$ จำนวน 4 ตัว ซึ่งผลการประมาณค่าจากแบบจำลองดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าหาความน่าจะเป็นเกี่ยวกับการปฏิบัติตามแนว CMSHC ของประชาชน สมการที่ (7) ดังต่อไปนี้

$$\text{Prob}(\text{CMSHC} = 1) = (1 + \exp(\text{P} - \text{u}_1))^{-1}$$
$$\text{Prob}(\text{CMSHC} = 2) = (1 + \exp(\text{P} - \text{u}_2))^{-1} - (1 + \exp(\text{P} - \text{u}_1))^{-1}$$
$$\text{Prob}(\text{CMSHC} = 3) = (1 + \exp(\text{P} - \text{u}_3))^{-1} - (1 + \exp(\text{P} - \text{u}_2))^{-1}$$
$$\text{Prob}(\text{CMSHC} = 4) = (1 + \exp(\text{P} - \text{u}_4))^{-1}$$

สมการที่ (7)

การหาผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect) ของตัวแปรอิสระต่อความน่าจะเป็นที่ประชาชนจะปฏิบัติตามแนว CMSHC ในแต่ละระดับ ในที่นี้ ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous Variable) เมื่อกำหนดปัจจัยอื่น ๆ คงที่หาได้จากสมการที่ (8) ดังนี้

$$\frac{\partial prob(CMSHC = 1)}{\partial x_i} = \{(1 + \exp(P - u_1))^{-2}(\exp(P - u_1))\}\beta_i$$

$$\frac{\partial prob(CMSHC = 2)}{\partial x_i} = \{(1 + \exp(P - u_2))^{-2}(\exp(P - u_2)) + (1 + \exp(P - u_1))^{-2}(\exp(P - u_1))\}\beta_i$$

$$\frac{\partial prob(CMSHC = 3)}{\partial x_i} = \{(1 + \exp(P - u_3))^{-2}(\exp(P - u_3)) + (1 + \exp(P - u_2))^{-2}(\exp(P - u_2))\}\beta_i$$

$$\frac{\partial prob(CMSHC = 4)}{\partial x_i} = \left\{(1 + \exp(P - u_4))^{-2}(\exp(P - u_4))\right\}\beta_i$$

สมการที่ (8)

โดยรายละเอียดตัวแปร ความหมายและวิธีการวัดในแต่ละตัวแปรของการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8

**ตารางที่ 8** ตัวแปร ความหมายและวิธีการวัด ในแต่ละตัวแปรและวิธีการวิเคราะห์

| ตัวแปร | ความหมาย | หน่วย/ค่าตัวแปร | วิธีวัด/การพิจารณาข้อมูล |
|---|---|---|---|
| CMSHC | การปฏิบัติตามแนว CMSHC | 1 = ปฏิบัติในระดับน้อย<br>2 =ปฏิบัติในระดับ ปานกลาง<br>3 = ปฏิบัติในระดับค่อนข้างมาก<br>4 = ปฏิบัติในระดับ มาก | จัดระดับจากคะแนนเฉลี่ยการปฏิบัติตามแนว CMSHC ของประชาชน |
| **ปัจจัยบุคคลและการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก** | | | |
| sex | เพศ | 1 = ชาย<br>2 = หญิง<br>3 = เพศทางเลือก | เพศของประชาชน |
| age | อายุ | 1 = น้อยกว่า 30 ปี<br>2 = 31-40 ปี<br>3 = 41-50 ปี<br>4 = 51-60 ปี<br>5 = 60 ปีขึ้นไป | อายุของประชาชน |
| cm | คนในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ | 1 = ใช่<br>2 = ไม่ใช่ | คนในพื้นที่โดยกำเนิดของประชาชน |
| household | จำนวนสมาชิกในครัวเรือน | 1 = นอยกวา 3 คน<br>2 = 3 – 6 คน<br>3 = มากกว่า 6 คนขึ้นไป | จำนวนสมาชิกในครัวเรือนของประชาชน |
| congenital disease | มีโรคประจำตัวหรือไม่ | 0 = ไม่มี<br>1 = ไม่เคยได้รับการตรวจ<br>2 = มี (ตอบได้มากกว่า 1 โรค) | โรคประจำตัวของประชาชน |
| career | อาชีพ | 1 = เกษตรกรรม<br>2 = วางงาน/ไมมีงานทำแนนอน<br>3 = รับจางทั่วไป<br>4 = คาขาย<br>5 = ขาราชการ<br>6 = พนักงานรัฐวิสาหกิจ<br>7 = ธุรกิจสวนตัว | อาชีพของประชาชน |

**ตารางที่ 8** (ต่อ)

| ตัวแปร | ความหมาย | หน่วย/ค่าตัวแปร | วิธีวัด/การพิจารณาข้อมูล |
|---|---|---|---|
| | | 8 = ทำงานบริษัทเอกชน<br>9 = อื่นๆ ระบุ..... | |
| income | รายได้รวมทั้งครัวเรือน | ระบุจำนวน หน่วย/บาท | รายได้รวมทั้งครัวเรือน |
| Place1 | สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดของประชาชน |
| Place2 | สัมผัสฝุ่นละอองการเผาขยะหรือเศษใบไม้ | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดของประชาชน |
| Place3 | สัมผัสฝุ่นละอองจากการประกอบอาหาร | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดของประชาชน |
| Place4 | สัมผัสฝุ่นละอองจากยานพาหนะเช่น ฝุ่นจากถนน/รถบรรทุก | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดของประชาชน |
| Place5 | สัมผัสฝุ่นละอองจากการสร้างถนน | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดของประชาชน |
| Place6 | สัมผัสฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดของประชาชน |
| Time1 | ช่วงเวลาที่ได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก กลางวัน | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่วงเวลาที่ประชาชนได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| Time2 | ช่วงเวลาที่ได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก กลางคืน | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่วงเวลาที่ประชาชนได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| App1 | รับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก แอปพลิชั่น | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่องทางการรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| App2 | รับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก เว็ปไซด์ เฟซบุ๊ก | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่องทางการรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| App3 | รับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก โทรทัศน์ | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่องทางการรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| App4 | รับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก วิทยุ | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่องทางการรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| App5 | รับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่องทางการรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก |

**ตารางที่ 8** (ต่อ)

| ตัวแปร | ความหมาย | หน่วย/ค่าตัวแปร | วิธีวัด/การพิจารณาข้อมูล |
|---|---|---|---|
| App6 | รับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก อื่นๆ | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | ช่องทางการรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| **การป้องกันและดูแลตัวเองจากผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก** | | | |
| Yes and mask | ปฏิบัติตัวขณะทำงานหรืออยู่ในที่สาธารณะ เมื่อฝุ่นละอองขนาเล็กสูง | 0 = ไม่ทำอะไร<br>1 = สวมหน้ากาก | พฤติกรรมการป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กของประชาชน |
| Mask1 | หน้ากากอนามัย | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การเลือกสวมใส่หน้ากากของประชากร |
| Mask2 | หน้ากากผ้า | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การเลือกสวมใส่หน้ากากของประชากร |
| Mask3 | หน้ากากผ้า+แผ่นกรองอากาศ | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การเลือกสวมใส่หน้ากากของประชากร |
| N95mask4 | หน้ากาก N95 | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | การเลือกสวมใส่หน้ากากของประชากร |
| Mask cost1 | ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน บาท/เดือน | 1 = น้อยกว่า 500 บาท<br>2 = 500- 1,000 บาท<br>3 = มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป | ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน บาท/เดือนของประชาชน |
| frequency | พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก ความสม่ำเสมอ | 1 = ทำประจำ (ระหว่าง 4 ถึง 7 ครั้ง/สัปดาห์)<br>2 = ทำบางครั้ง (ระหว่าง 1 ถึง 3 ครั้ง/สัปดาห์) | พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากากความสม่ำเสมอของประชาชน |
| Mask WTP1 | ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน เทียบกับไม่ซื้อ หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| Mask WTP2 | มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน เทียบกับไม่ซื้อ หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก |

**ตารางที่ 8** (ต่อ)

| ตัวแปร | ความหมาย | หน่วย/ค่าตัวแปร | วิธีวัด/การพิจารณาข้อมูล |
|---|---|---|---|
| Mask WTP3 | ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน เทียบกับไม่ซื้อ หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| Mask WTP4 | ต้องการให้ครอบครัวลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน เทียบกับไม่ซื้อ หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก |
| Yes no sick | อาการที่เกิดขึ้นเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | อาการที่เกิดขึ้นเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายของประชาชน |
| Treatment method | รักษาตามอาการที่เกิดขึ้นเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | รักษาตามอาการที่เกิดขึ้นเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายของประชาชน |
| Treatment method cost | ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาต่อครั้งบาท/เดือน เมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย | 1 = น้อยกว่า 500 บาท<br>2 = 500- 1,000 บาท<br>3 = มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป | ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาต่อครั้งบาท/เดือน เมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายของประชาชน |
| Medical treatment | สิทธิในการรักษาพยาบาล | 1= สิทธิหลักประกันสุขภาพ 30 บาท<br>2 = สิทธิประกันสังคม<br>3 = สิทธิข้าราชการ<br>4 = ประกันชีวิตส่วนบุคคล | สิทธิในการรักษาพยาบาลขแงประชาชน |
| Air purifier | เครื่องฟอกอากาศ | 0 = ไม่มี<br>1 = มี | มีเครื่องฟอกอากาศของประชาชน |
| Air purifier cost | ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศ ต่อครัวเรือน/บาท | 1 = น้อยกว่า 5,000 บาท<br>2 = 5,000 - 10,000 บาท<br>3 = มากกว่า 10,000 บาท | ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศ ต่อครัวเรือน/บาท ของประชาชน |

**ตารางที่ 8** (ต่อ)

| ตัวแปร | ความหมาย | หน่วย/ค่าตัวแปร | วิธีวัด/การพิจารณาข้อมูล |
|---|---|---|---|
| Air purifier WTP1 | ถึงยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของประชาชน |
| Air purifier WTP2 | มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของประชาชน |
| Air purifier WTP3 | ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของประชาชน |
| Air purifier WTP4 | ต้องการให้ครอบครัวลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 0 = ใช่<br>1 = ไม่ใช่ | เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของประชาชน |

**วัตถุประสงค์ที่ 3** เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจาะลึก (In-Depth Interview) จากการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพื่อให้ได้มาด้านนโยบาย ระบบการบริหารจัดการ โครงการหรือกิจกรรม ผลที่เกิดขึ้น โอกาส ข้อจำกัดและอุปสรรค ด้านสุขภาพ ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐกิจ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-Depth Interview) ใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกแบบออนไลน์โดยใช้โปรแกรมซูม (Zoom) ตั้งแต่วันที่ 10-20 กันยายน 2564 จากกลุ่มเป้าหมายเจาะจงผู้ให้สัมภาษณ์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 7 ราย กับกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มนักวิชาการเกี่ยวกับด้านฝุ่นละอองขนาดเล็ก ด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ราย ได้แก่ 1) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง 2) ศูนย์ภูมิอากาศเพื่อการศึกษาด้านภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 ภาคเหนือ และ 3) หัวหน้าศูนย์ภูมิภาคและเทคโนโลยี

อวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) หรือ GISTNORTH ภาควิชาภูมิศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. กลุ่มนักวิชาการเกี่ยวกับด้านฝุ่นละอองขนาดเล็ก ด้านสาธารณสุขและสุขภาพ จำนวน 2 ราย ได้แก่ 1) นักวิชาการสาธารสุขชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสื่อสารความเสี่ยงโรคและภัยสุขภาพ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 เชียงใหม่ และ 2) ผู้จัดการภาคมูลนิธิเครือข่ายสุขภาพ สำนักงานภาคเหนือ

3. กลุ่มองค์กรภาคประชาชน สภาลมหายใจเชียงใหม่ จำนวน 2 ราย

ซึ่งกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษานี้ถูกเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง โดยเป็นการสัมภาษณ์ทางออนไลน์ระบบ zoom เพื่อให้เป็นไปตามมาตรการ Social Distancing ของรัฐบาลในช่วงการระบาดของ Covid-19 แล้วเก็บข้อมูลด้วยการบันทึกภาพและเสียงและวิธีการวิเคราะห์ผล (Content Analysis) โดยมีประเด็นคำถามหลัก 5 ข้อคำถาม สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) และเลือกข้อคำถามมีค่า IOC เท่ากับหรือมากกว่า 0.50 ดังนี้

1. ท่านคิดเห็นอย่างไรว่ากับคำว่า “สภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก”

2. ท่านคิดว่าประชาชนทราบถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กด้านสุขภาพมากน้อยเพียงใด

3. ท่านมีวิธีการอย่างไรให้ประชาชนตระหนักรู้ปัญหาสุขภาพที่จะตามมาจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

4. ท่านคิดว่า “มีวิธีการใดบ้างที่เหมาะสมกับคนในพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน”

5. ท่านมีแนวทางการดูแลสุขภาพและการปรับตัวของประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเมื่อถึงเวลาที่เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่างไร

# บทที่ 4
# ผลการศึกษา

งานวิจัยเรื่อง “ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน” มีผลการศึกษาจำแนกตามวัตถุประสงค์การศึกษา ดังนี้

1 ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

2 การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

3 แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

## ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

การศึกษานี้มุ่งศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ และปัจจัยเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง น่าน แพร่ พะเยา และแม่ฮ่องสอน ข้อมูลรายเดือน ปี พ.ศ. 2557-2563 โดยวิธีวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD หรือ STROKE

**ผลการการศึกษาศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

1. การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จากการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือน ในรอบ 8 ปี สามารถแสดงผลการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของแต่ละตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาได้ดังตารางที่ 7 พบว่า

1.1 อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 38.50 และในจังหวัดเชียงใหม่ เดือนมกราคม อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 18.10

1.2 อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) ในจังหวัดลำปาง เดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2559 อยู่ที่ 43.65

1.3 อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ในจังหวัดเชียงใหม่ เดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2559 อยู่ที่ 5.70

1.4 ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิลิตร) ปริมาณน้ำฝนรวมสูงสุดในจังหวัดแพร่ 1,061.8 มิลลิลิตร เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2557 และปริมาณน้ำฝนรวมต่ำสุด คือ ไม่ฝนตกตามฤดูกาล

1.5 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) อยู่ที่ 86% ปกติค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์มีคาเฉลี่ยอยูระหวาง รอยละ 73-77 ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงขึ้นจะทำให้อุณหภูมิลดลง กล่าวคือมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกัน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)

**ตารางที่ 9** สถิติเชิงพรรณนาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

| ตัวแปร | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าสูงสุด | ค่าต่ำสุด |
|---|---|---|---|---|
| อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) | 35.71 | 3.15 | 43.65 | 26.65 |
| อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) | 16.66 | 4.55 | 26.50 | 5.70 |
| ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิลิตร) | 48.24 | 187.52 | 1,061.8 | 0.00 |
| ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) | 73.63 | 9.49 | 86.00 | 45.00 |
| ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) | 7.46 | 2.08 | 12.50 | 1.50 |
| ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, $\mu g\ m^{-3}$ | 144.71 | 29.51 | 258.00 | 61.00 |
| จุดความร้อน Hotspot (จุด) | 233.07 | 2.10 | 2703.00 | 2.00 |
| กลุ่มโรคทางเดินหายใจ (คน) | 32.72 | 36.99 | 464.00 | 0.00 |
| กลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจ (คน) | 26.18 | 43.01 | 318.00 | 0.00 |
| กลุ่มโรคหลอดเลือดสมอง (คน) | 32.00 | 53.46 | 251.00 | 0.00 |

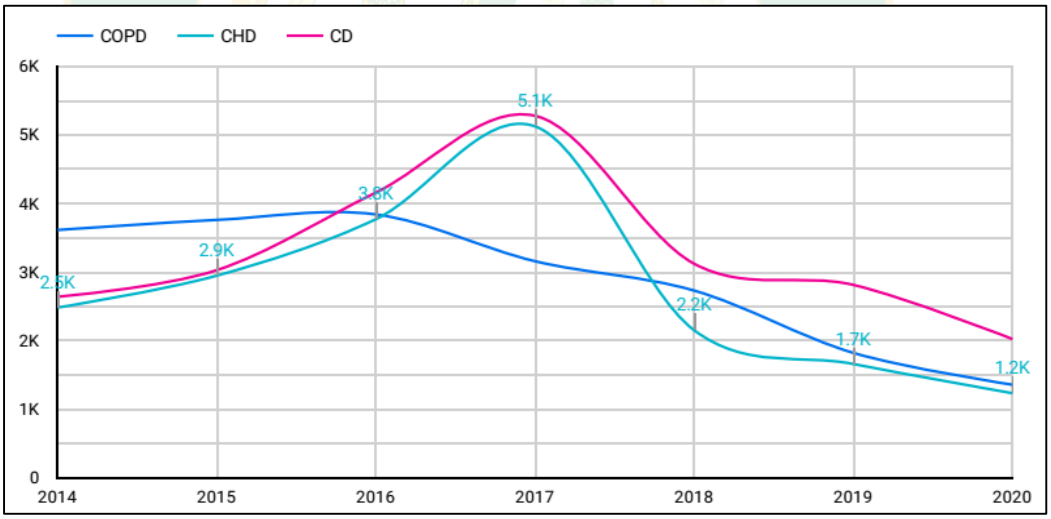
ที่มา: จากการคำนวณ Individual Sample (ข้อมูลรายเดือน ปี พ.ศ. 2557-2563)

นอกจากนั้นพบว่า จำนวนผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กวัดอัตราผู้ป่วยใหม่หรืออัตราอุบัติการณ์ของโรค (Incidence Rate) ได้แก่ โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD หรือ STROKE สะสมรายปี ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจากการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือน 12 เดือน ในรอบ 8 ปี จากข้อมูลพบว่า ในปี ค.ศ. 2016 หรือ พ.ศ. 2559 พบผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ COPD แสดงจำนวนการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดสูงที่ 3,839 ราย ปีในปี ค.ศ. 2017 หรือ พ.ศ. 2560 พบผู้ป่วยโรคโรคหลอดเลือดสมอง CHD แสดงจำนวนการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดสูงที่ 5,123 คน และในปีเดียวกันพบผู้ป่วยโรคโรคหลอดเลือดสมอง CD หรือ STROKE แสดงจำนวนการเพิ่มขึ้นสูงที่สุดสูงที่ 5,277 คน ดังตารางที่ 10

**ตารางที่ 10** แสดงจำนวนผู้ป่วยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD

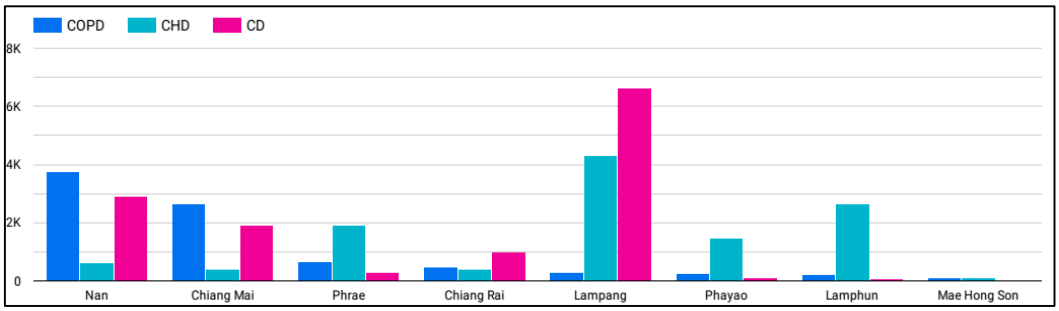
| ลำดับ | ปี | โรคทางเดินหายใจ COPD | โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD | โรคหลอดเลือดสมอง CDหรือ STROKE |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2020 | 1,357 | 1,233 | 2,022 |
| 2 | 2019 | 1,821 | 1,659 | 2,812 |
| 3 | 2018 | 2,729 | 2,151 | 3,120 |
| 4 | 2017 | 3,157 | 5,123 | 5,277 |
| 5 | 2016 | 3,839 | 3,769 | 4,157 |
| 6 | 2015 | 3,759 | 2,946 | 3,026 |
| 7 | 2014 | 3,612 | 2,481 | 2,639 |

ที่มา: จากการคำนวณ




**ภาพที่ 23** แสดงกราฟจำนวนผู้ป่วยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD สูงสุดและต่ำสุด

ที่มา: จากการคำนวณ

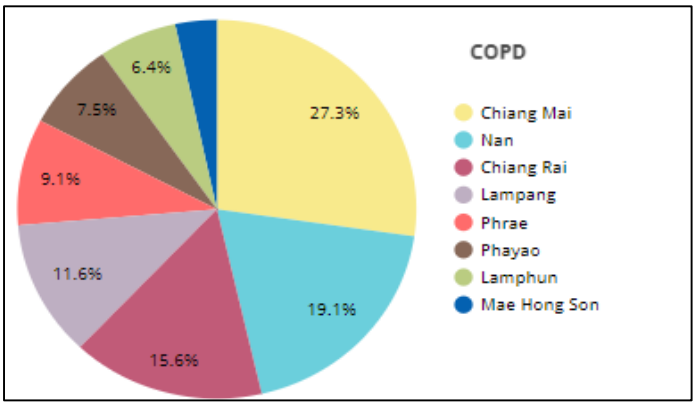



**ภาพที่ 24** แสดงกราฟจำนวนผู้ป่วยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 และรายจังหวัด โรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากนี้จากการคำนวณ กราฟแสดงอัตราอุบัติการณ์ของโรค (Incidence Rate) ทำให้ทราบถึงโอกาสหรือความเสี่ยงของคนในชุมชนที่จะเกิดโรคในช่วงเวลาหนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือน 12 เดือน ในรอบ 8 ปี และ 8 จังหวัด ดังภาพที่ 24

ผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยการวัดอัตราผู้ป่วยใหม่โรคทางเดินหายใจ COPD รายจังหวัดที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่า จังหวัดเชียงใหม่พบผู้ป่วยสูงที่สุดคิดเป็น 27.3% สูง คือ 5,532 ราย รองลงมาจังหวัดน่านคิดเป็น 19.1% คือ 3,873 ราย ลำดับที่ 3 จังหวัดเชียงรายคิดเป็น 15.6% คือ 3,169 ราย ลำดับที่ 4 จังหวัดลำปางคิดเป็น 11.6% คือ 2,358 ราย ลำดับที่ 5 จังหวัดแพร่คิดเป็น 9.1% คือ 1,842 ราย ลำดับที่ 6 จังหวัดพะเยาคิดเป็น 7.5% คือ 1,526 ราย ลำดับที่ 7 จังหวัดลำพูนคิดเป็น 6.4% คือ 1,292 ราย และลำดับที่ 8 จังหวัดแม่ฮ่องสอน คิดเป็น 3.4% คือ 682 ราย




**ภาพที่ 25** การวัดอัตราผู้ป่วยใหม่โรคทางเดินหายใจ COPD รายจังหวัด ที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย

ที่มา: จากการคำนวณ

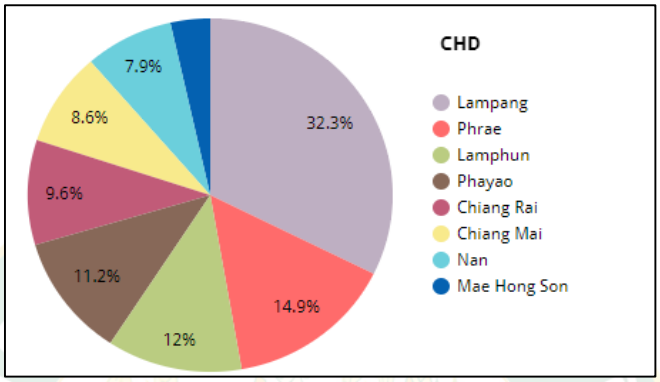
**ตารางที่ 11** แสดงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดเรียงลำดับสูงสุดถึงต่ำสุดโรคทางเดินหายใจ COPD

| ลำดับ | จังหวัด | จำนวนโรคทางเดินหายใจ COPD |
|---|---|---|
| 1 | เชียงใหม่ | 5,532 |
| 2 | น่าน | 3,873 |
| 3 | เชียงราย | 3,169 |
| 4 | ลำปาง | 2,358 |
| 5 | แพร่ | 1,842 |
| 6 | พะเยา | 1,526 |
| 7 | ลำปาง | 1,292 |
| 8 | แม่ฮ่องสอน | 682 |

ที่มา: จากการคำนวณ

ทั้งนี้ผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD รายจังหวัดที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่า จังหวัดลำปางพบผู้ป่วยสูงที่สุดคิดเป็น 32.3% คือ 6,262 ราย รองลงมาจังหวัดแพร่ คิดเป็น 14.9% เท่ากับ 2,885 ราย อันดับที่ 3 คือ จังหวัดลำปาง

คิดเป็น 12% เท่ากับ 2,318 ราย อันดับที่ 4 จังหวัดพะเยา คิดเป็น 11.2% เท่ากับ 2,176 ราย อันดับที่ 5 จังหวัดเชียงราย คิดเป็น 9.6% เท่ากับ 1,856 ราย อันดับที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่ 8.6% เท่ากับ 1,663 ราย อันดับที่ 7 จังหวัดน่าน 7.9% เท่ากับ 1,521 ราย และลำดับที่ 8 จังหวัดแม่ฮ่องสอน 3.5% เท่ากับ 681 ราย ดังภาพที่ 26




**ภาพที่ 26** ผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD รายจังหวัด ที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย

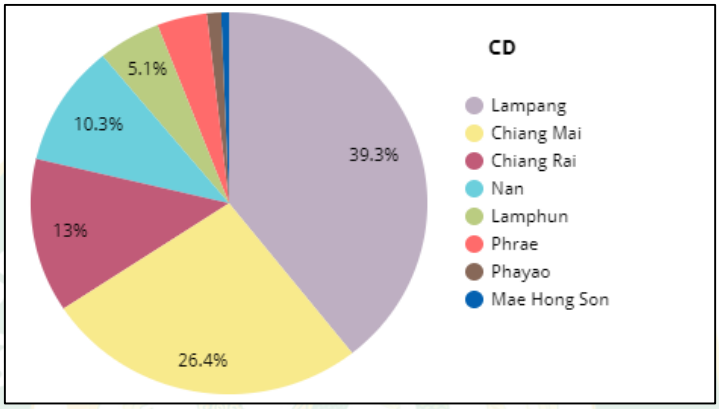
ที่มา: จากการคำนวณ

**ตารางที่ 12** แสดงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดเรียงลำดับสูงสุดถึงต่ำสุดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD

| ลำดับ | จังหวัด | จำนวนโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD |
|---|---|---|
| 1 | ลำปาง | 6,262 |
| 2 | แพร่ | 2,885 |
| 3 | ลำพูน | 2,318 |
| 4 | พะเยา | 2,176 |
| 5 | เชียงราย | 1,856 |
| 6 | เชียงใหม่ | 1,663 |
| 7 | น่าน | 1,521 |
| 8 | แม่ฮ่องสอน | 681 |

ที่มา: จากการคำนวณ

อีกทั้งกลุ่มโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD จังหวัดที่มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด คือ จังหวัดลำปาง 39.3% เท่ากับ 9,069 ราย รองลงมาจังหวัดเชียงใหม่ 26.4% เท่ากับ 6,078 ราย อันดับที่ 3 จังหวัดเชียงราย 13% เท่ากับ 3,004 ราย อันดับที่ 4 จังหวัดน่าน 10.3% เท่ากับ 2,367 ราย อันดับที่ 5 จังหวัดลำพูน 5.1% เท่ากับ 1,181 ราย อันดับที่ 6 จังหวัดแพร่ เท่ากับ 4.1% เท่ากับ 940 รายบ อันดับที่ 7 จังหวัดพะเยา 1.2% เท่ากับ 266 ราย อันดับที่ 8 จังหวัดแม่ฮ่องสอน 0.6% เท่ากับ 148 ราย ดังภาพที่ 27




**ภาพที่ 27** ผู้ป่วยที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD รายจังหวัดที่พบผู้ป่วยสูงที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย

ที่มา: จากการคำนวณ

**ตารางที่ 13** แสดงจำนวนผู้ป่วยรายจังหวัดเรียงลำดับสูงที่สุดถึงต่ำที่สุดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD

| ลำดับ | จังหวัด | จำนวนโรคหลอดเลือดในสมอง CD |
|---|---|---|
| 1 | ลำปาง | 9,069 |
| 2 | เชียงใหม่ | 6,078 |
| 3 | เชียงราย | 3,004 |
| 4 | น่าน | 2,367 |
| 5 | ลำพูน | 1,181 |
| 6 | แพร่ | 940 |
| 7 | พะเยา | 266 |
| 8 | แม่ฮ่องสอน | 148 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**การกำหนดแบบจำลองเชิงทฤษฎี (Theoretical Model)**

เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก สามารถประยุกต์แนวคิดการสร้างแบบจำลองทางเศรษฐมิติสำหรับข้อมูลแบบพาเนล ซึ่งมีข้อดีในการคำนึงถึงผลกระทบของความแตกต่างในเชิงพื้นที่ในจังหวัดต่างๆ และความแตกต่างเชิงเวลาในช่วงที่ศึกษาจำนวนผู้ป่วยในช่วงเวลาที่เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก สูงที่สุดเดือนมกราคมถึงเมษายนของทุกปี โดยสามารถแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กดังนี้

การทดสอบลักษณะการกำหนดแบบจำลอง (Model Specification Test) 3 ขั้นตอน คือ

1. การทดสอบความนิ่งของข้อมูลพาเนล (Panel Unit Root Test)

2. การทดสอบรูปแบบสมการแบบ Fixed และ Random Effects ด้วยวิธี Hausman’s Specification Test

3. การทดสอบปัญหาค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ (Heteroscedasticity Test) ด้วยวิธี Wald Test

**ผลการทดสอบ Panel Unit Root Test**

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบ Panel Unit Root Test พบว่า สามารถยอมรับได้ว่าข้อมูลทั้งหมดมีลักษณะนิ่งของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 ดังนั้น ผู้วิจัยสามารถใช้ข้อมูลพาเนล (Panel Data) วิเคราะห์ด้วยวิธี Fixed Effects Model และ Random Effect Model ในการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 14

**ตารางที่ 14** ผลการทดสอบ Panel Unit Root Test ที่ระดับ Level I(0) โดยวิธี ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธี Augmented Dickey-Fuller tests และ ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธี PP-Fisher Chi-Square Tests PP-Fisher Chi-Square Unit Root Tests

| ตัวแปร | ADF Test | PPFC Test |
|---|---|---|
| กลุ่มโรคทางเดินหายใจ (คน) ( $COPD_{it}$) | 94.7405*** | 210.021*** |
| กลุ่มโรคหลอดเลือดหัวใจ (คน) ( $CHD_{it}$) | 79.4369*** | 182.023*** |
| กลุ่มโรคหลอดเลือดสมอง (คน) ( $CD_{it}$) | 58.8433*** | 213.948*** |
| อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) ( $MAXT_{it}$) | 151.368*** | 85.1101*** |
| อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ( $MINT_{it}$) | 163.888*** | 97.7393*** |
| ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิลิตร) ( $TRAI_{it}$) | 124.026*** | 144.305*** |
| ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ($RHM_{it}$) | 173.912*** | 86.9104*** |
| ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) ( $VISIT_{it}$) | 193.170*** | 127.205*** |
| ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, $\mu g./m^{3)}$ ( $PM_{2.5_{it}}$) | 196.165*** | 93.1704*** |
| จุดความร้อน Hotspot (จุด) ( $HOTS_{it}$) | 213.082*** | 189.1841*** |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 14 ผลการทดสอบ Panel Unit Root Test ด้วยวิธี Augmented Dickey-Fuller testsและ ผลการทดสอบความนิ่งของข้อมูลโดยวิธี PP-Fisher Chi-square Tests PP-Fisher Chi-Square Unit Root Tests พบว่า สามารถยอมรับได้ว่าข้อมูลทั้งหมดมีลักษณะนิ่งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 หรือ ที่ระดับ Level I(0) ของตัวแปรทุกตัว ดังนั้นผู้วิจัยสามารถใช้ข้อมูลพาเนล (Panel Data) วิเคราะห์ด้วยวิธี Fixed Effects Model และ Random Effect Model ในการวิเคราะห์ได้

**การทดสอบรูปแบบสมการแบบ Fixed และ Random Effects ด้วยวิธี Hausman's Specification Test**

การประมาณแบบจำลองพาเนล สามารถประมาณได้ทั้ง 2 วิธี คือ Fixed และ Random Effects Model ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือเพื่อช่วยทดสอบว่าวิธีใดเหมาะสมกับแบบจำลองมากที่สุด โดยการทดสอบด้วยวิธี Hausman's Specification Test เมื่อสมการทดสอบ คือ

$H_0$ : Cov($\beta$i, Xit) = 0 (การใช้ Ramdom Effect Model มีความเหมาะสม)

$H_1$ : Cov($\beta$i, Xit) ≠ 0 (การใช้ Fixed Effect Model มีความเหมาะสม)

**ตารางที่ 15** ผลการทดสอบ Hausman's Specification Test ในโรคทางเดินหายใจ (COPD) โรคหัวใจและหลอดเลือด (CHD) และโรคหลอดเลือดสมอง (CD) สะสมรายปี ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จากการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557- 2563 รายเดือน 12 เดือนในรอบ 7 ปี และ 8 จังหวัด

| Hausman's Specification Test | Chi-Square Statistic | Probability |
|---|---|---|
| โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) | 49.48*** | (0.000) |
| โรคหัวใจและหลอดเลือด (CHD) | 78.47*** | (0.000) |
| โรคหลอดเลือดสมอง (CD) | 143.69*** | (0.000) |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 15 จัดรูปแบบสมการให้อยู่ในรูปแบบของ Double-Log และพิจารณาค่า P-value จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชั่นค่าเฉลี่ยแบบ Fixed Effect Model และ Random Effect Model โดยค่าที่ได้คือ 0.000 มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 หมายความว่า การใช้ Fixed Effect Model มีความเหมาะสมมากกว่า Random Effect Model การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชั่นค่าเฉลี่ยแบบ Fixed Effect Model จึงมีความเหมาะสมกว่าโดยเปรียบเทียบ

**การทดสอบปัญหาค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนไม่คงที่ (Heteroscedasticity test) ด้วยวิธี Wald Test**

ปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ (Heteroskedasticity) ซึ่งผิดข้อสมมติพื้นฐานของวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งมีข้อสมมติพื้นฐานว่า ตัวคลาดเคลื่อนต้องมีค่าความแปรปรวนคงที่ปกติ การใช้ข้อมูลภาคตัดขวางมักจะมีโอกาสที่ค่าความคลาดเคลื่อนจะมีความแปรปรวนไม่คงที่สูงกว่ากรณีที่ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา เนื่องจากค่าสังเกตของข้อมูลภาคตัดขวางจะมีความแตกต่างกันตามขนาดหรือลำดับการเกิดปัญหาความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ซึ่งจะทำให้ตัวประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยยังคงมีคุณสมบัติ Unbiased และ Consistency ดังนั้นจึงต้องทดสอบปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่โดยมีสมมติฐานดังนี้

$H_0$ : ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ (Homoscedasticity)

$H_1$ : ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ (Heteroscedasticity)

หากผลการทดสอบ พบว่า ค่าสถิติ Chi-Square ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต (Prob. < $\alpha$)จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่า สมการถดถอยมีปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ (Heteroscedasticity) การตรวจสอบปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ด้วยวิธีการ Wald Test และแก้ไขปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ (A Feasible Generalized Least Squares: FGLS)

**ตารางที่ 16** ผลการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity Test ด้วยวิธี Wald Test ในโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD สะสมรายปี

| Wald Test for Groupwise Heteroscedasticity in Fixed Effect Regression Model | Chi-Square Statistic | Probability |
|---|---|---|
| COPD | 34.10* | (0.000) |
| CHD | 21.37* | (0.000) |
| CD | 53.24* | (0.000) |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 16 ผลการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity Test ด้วยวิธี Wald Test ของแบบจำลองโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD สะสมรายปี ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน จากการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557-2563 รายเดือน 12 เดือน ในรอบ 7 ปี และ 8 จังหวัด แบบ Fixed Effect Model พบว่า ค่าสถิติ Chi-Square ที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤต (Prob. < $\alpha$) ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 99 (Prob. = 0.000) ปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่า สมการถดถอยมีปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ (Heteroscedasticity) ดังนั้นการประมาณค่าแบบจำลอง แบบ Fixed Effect Model เพื่อแก้ปัญหาค่าความแปรปรวนของค่าความความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ (A Feasible Generalized Least Squares: FGLS) สามารถแสดงผลการประมาณค่าเปรียบเทียบ แบบจำลอง Fixed Effect Model และ Fixed Effects Model With FGLS แยกรายโรค โรคทางเดินหายใจ COPD ได้ดังตารางที่ 17

**ตารางที่ 17** ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD

| ตัวแปร | แบบจำลอง Fixed Effects Model | แบบจำลอง Fixed Effects Model with FGLS |
|---|---|---|
| อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) ($lnMAXT_{it}$) | 0.604151**<br>(0.200479) | 0.420052**<br>(0.026439) |
| อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ($lnMINT_{it}$) | 0.953027***<br>(0.270286) | 0.923923***<br>(0.193871) |
| ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิลิตร) ( $lnTRAI_{it}$) | 0.071944<br>(0.039457) | 0.006262<br>(0.024365) |
| ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ($lnRHM_{it}$) | -0.020536*<br>(0.786628) | -0.425054*<br>(0.660889) |
| ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) ($lnVISIT_{it}$) | 0.231764<br>(0.198121) | 0.232925<br>(0.182433) |
| ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศกก์เมตร μg./$m^3$)( $lnPM_{2.5_{it}}$) | 0.241168***<br>(0.284312) | 0.256456*<br>(0.194969) |
| จุดความร้อน Hotspot (จุด) ( $lnHOTS_{it}$) | 0.115116*<br>(0.066606) | 0.049328***<br>(0.048660) |
| แนวโน้มเวลา ($lnTT_{it}$) ( $lnTT_{it}$) | 0.296496<br>(0.256582) | 0.022844<br>(0.179575) |
| Constant | 30.31845<br>(6.391891) | 3.811666<br>(5.750375) |

**ตารางที่ 17** (ต่อ)

| ตัวแปร | แบบจำลอง Fixed Effects Model | แบบจำลอง Fixed Effects Model with FGLS |
|---|---|---|
| Akaike info criterion | 2.091190 | |
| R-squared (overall) | 0.589322 | 0.608333 |
| S.E. of regression | 0.664969 | 0.662105 |
| Prob (F-statistic) | 0.0000 | 0.0000 |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 17 ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ตัวแปรอธิบาย (X) อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณจุดความร้อน Hotspot มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ตัวแปรค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และตัวแปรอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็น แนวโน้มเวลา มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.6083 แสดงว่า จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD สามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัยดังกล่าวข้างต้นได้ถึงร้อยละ 60.83 ที่เหลือร้อยละ 39.17 เป็นผลกระทบมาจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาร่วมในแบบจำลองนี้ ทั้งนี้สามารถอธิปรายผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD จำแนกผลของแต่ละปัจจัยอธิบายได้ดังนี้

**อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.4200 สามารถอธิบายได้ว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้นร้อยละ 42.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ (วัชราภรณ์ เชื่อมกลาง และคณะ, 2562) พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดมีอิทธิพลต่อการคาดการณ์การเกิดโรคทางเดินหายใจจากมลพิษและความแปรปรวนสภาวะภูมิอากาศ

**อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.9239 สามารถอธิบายได้ว่า

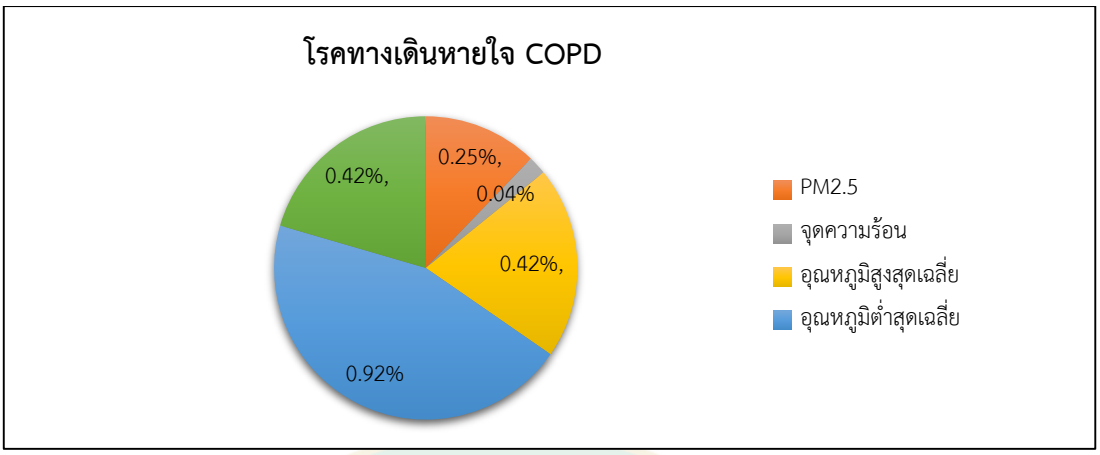
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.9239 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ทั้งนี้สอดคล้องกับช่วงเวลาการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ เป็นช่วงฤดูหนาวที่อุณภูมิต่ำ สภาพอากาศปิด

**ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%)** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.4250 สามารถอธิบายได้ว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.4250 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ทั้งนี้สอดคล้องกับทิศทางความสัมพันธ์ของดัชนีความร้อนของร่างกายมนุษย์ซึ่งตรงกันข้ามกับความชื้นสัมพันธ์ในอากาศ นั้นคือความชื้นสัมพันธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ดัชนีความร้อนในร่างกายมนุษย์จะลดลง (เย็นลง) ส่งผลให้อัตราการป่วยผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้น

**จุดความร้อน Hotspot** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของปริมาณจุดความร้อนในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.0493 สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณจุดความร้อนในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0493 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

**ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.2564 สามารถอธิบายได้ว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.2564 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Junling (2019)

จากตัวแปรอธิบายปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กโรคทางเดินหายใจ COPD สามารถสรุปลักษณะผลกระทบได้ดังนี้ ตัวแปรอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ตัวแปรอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ตัวแปรจุดความร้อน Hotspot ตัวแปรค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และตัวแปรฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เชิงบวก ดังแสดงภาพที่ 28




**ภาพที่ 28** แสดงร้อยละของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากนี้ตัวแปรบางตัวแม้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แสดงให้เห็นผลกระทบเชิงบวกหรือ ตัวแปรที่ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้น หรือตัวแปรเพิ่มความเสี่ยง (Risk-Increased Variables) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็นและแนวโน้มเวลา ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD หรือเพิ่มความเสี่ยงต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคทางเดินหายใจ COPD เพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 18** ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD

| ตัวแปร | แบบจำลอง Fixed Effects Model | แบบจำลอง Fixed Effects Model With FGLS |
|---|---|---|
| อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) $lnMAXT_{it}$ | 5.150137*** | **2.284460*** ** |
| | (1.519720) | **(1.398377)** |
| อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) $lnMINT_{it}$ | -0.246462 | 0.331838 |
| | (0.294700) | (0.317391) |
| ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิลิตร) $lnTRAI_{it}$ | 0.061348 | -0.017513 |
| | (0.040045) | (0.046317) |

**ตารางที่ 18** (ต่อ)

| ตัวแปร | แบบจำลอง Fixed Effects Model | แบบจำลอง Fixed Effects Model With FGLS |
|---|---|---|
| ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%)$lnRHM_{it}$ | 3.257618** | **2.121537**** |
| | (1.004979) | **(0.926911)** |
| ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) $lnVISIT_{it}$ | 0.098951 | 0.095103 |
| | (0.266253) | (0.230741) |
| ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, μg./$m^{3)}$ $lnPM_{2.5it}$ | 0.354607** | **0.068127**** |
| | (0.305695) | **(0.330560)** |
| จุดความร้อน Hotspot (จุด) $lnHOTS_{it}$ | 0.058001** | **0.035137**** |
| | (0.074661) | **(0.077929)** |
| แนวโน้มเวลา $lnTt_{it}$ | -0.281489 | -0.120022 |
| | (0.285117) | (0.302153) |
| Constant | -26.84101 | -15.36768 |
| | (8.633671) | (7.443426) |
| Akaike info criterion | 2.684027 | |
| R-squared (overall) | 0.346792 | 0.537632 |
| Prob (F-statistic) | 0.0000 | 0.0000 |

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 18 ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ตัวแปรอธิบาย (X) อุณหภูมิสูงสุด มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ CHD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99, ตัวแปรค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ จุดความร้อน Hotspot มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ CHD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และตัวแปรอุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็น แนวโน้มเวลา มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.5376 แสดงว่า จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD สามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัยดังกล่าวข้างต้นได้ถึงร้อยละ 53.76 ที่เหลือร้อยละ 46.24 เป็นผลกระทบมาจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาร่วมในแบบจำลองนี้ ทั้งนี้สามารถอธิปรายผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD จำแนกผลของแต่ละปัจจัยอธิบายได้ดังนี้

**อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 2.2844 สามารถอธิบายได้ว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.2844 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 สอดคล้องกับผลการศึกษา

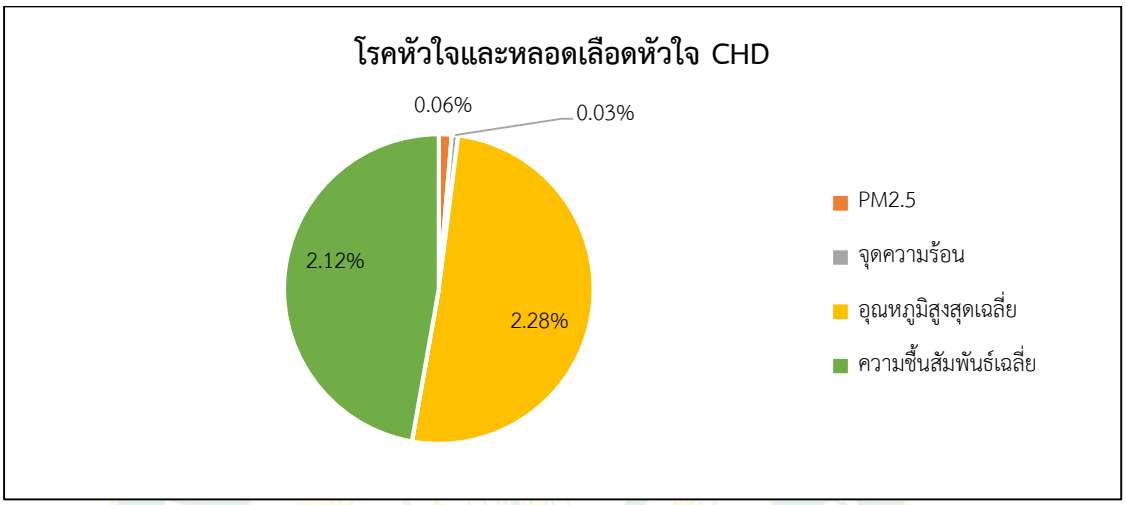
**ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%)** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 2.1215 สามารถอธิบายได้ว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD ลดลงร้อยละ 2.1215 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้สอดคล้องกับทิศทางความสัมพันธ์ของดัชนีความร้อนของร่างกายมนุษย์ซึ่งตรงกันข้ามกับความชื้นสัมพันธ์ในอากาศนั้นคือความชื้นสัมพันธ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ดัชนีความร้อนในร่างกายมนุษย์จะลดลง (เย็นลง) ส่งผลให้อัตราการป่วยผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคทางเดินหายใจ CHD ลดลง

**ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.0681 สามารถอธิบายได้ว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0681 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งจะเห็นได้ว่า การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) มีความเสี่ยงก่อให้เกิดโรคต่างๆ มากมาย เช่น โรคหัวใจ โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจและโรคเบาหวาน (Feng et al. 2016; Haikerwal et al., 2015; Hopke et al., 2019)

**จุดความร้อน Hotspot** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของปริมาณจุดความร้อนในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.0351สามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณจุดความร้อนในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0351 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตัวแปรอธิบายปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD สามารถสรุปลักษณะผลกระทบได้ดังนี้ ตัวแปรอุณหภูมิสูงสุด

เฉลี่ย ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ตัวแปรจุดความร้อน Hotspot และตัวแปรฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดหัวใจ CHD เชิงบวก ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยใหม่เพิ่มขึ้น ดังแสดงภาพที่ 29




**ภาพที่ 29** แสดงร้อยละของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากนี้ตัวแปรบางตัวแม้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แสดงให้เห็นผลกระทบเชิงบวกหรือ ตัวแปรที่ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้น หรือตัวแปรเพิ่มความเสี่ยง (Risk-Increased Variables) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็น และแนวโน้มเวลา ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดหัวใจ CHD หรือเพิ่มความเสี่ยงต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 19** ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE

| ตัวแปร | แบบจำลอง Fixed Effects Model | แบบจำลอง Fixed Effects Model With FGLS |
|---|---|---|
| อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) $lnMAXT_{it}$ | 2.912471*<br>(1.555801) | **1.476040****<br>**(1.277844)** |
| อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) $lnMINT_{it}$ | 0.063334<br>(0.281787) | 0.364533<br>(0.246669) |
| ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิลิตร) $lnTRAI_{it}$ | -0.022232<br>(0.038970) | -0.041153<br>(0.032667) |
| ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%)$lnRHM_{it}$ | 1.508590*<br>(0.971598) | **1.481811****<br>**(0.742732**)** |
| ทัศนวิสัยการมองเห็น (กิโลเมตร) $lnVISIT_{it}$ | -0.270837<br>(0.257453) | -0.090989<br>(0.207584) |
| ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร, μg./m$^{3)}$ $lnPM_{2.5\,it}$ | 0.143529*<br>(0.297046) | **0.092571***<br>**(0.232800)** |
| จุดความร้อน Hotspot (จุด) $lnHOTS_{it}$ | -0.025015<br>(0.070737) | -0.004604<br>(0.063003) |
| แนวโน้มเวลา $lnTt_{it}$ | -0.494239<br>(0.283332) | -0.374065<br>(0.231180) |
| Constant | -12.34232<br>(8.572875) | -8.683830<br>(6.159405) |
| Akaike info criterion | 3.443404 | |
| R-squared (overall) | 0.703405 | 0.792970 |

ที่มา: จากการคำนวณ

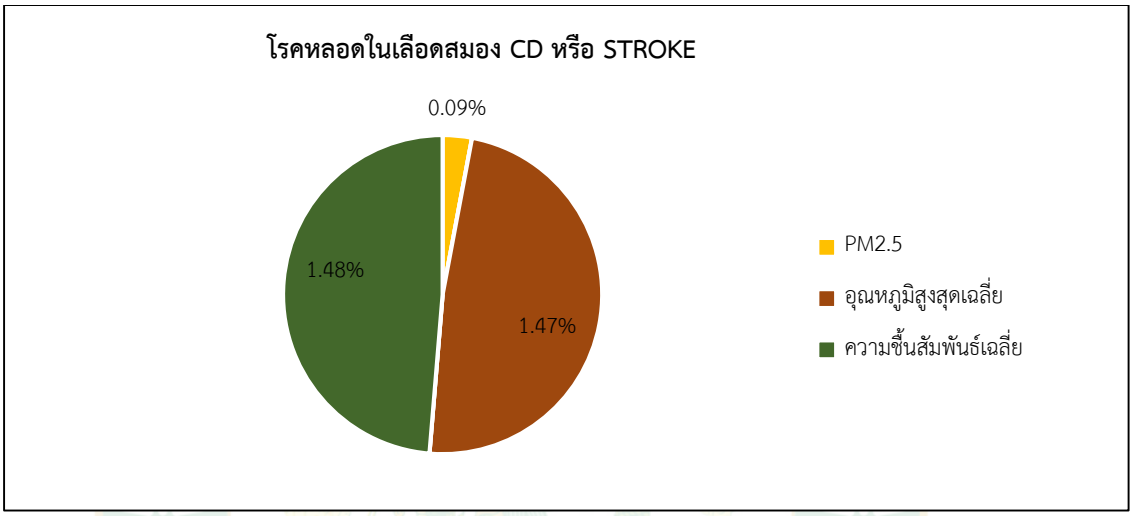
จากตารางที่ 19 ผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE ข้อมูลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ตัวแปรอธิบาย (X) อุณหภูมิสูงสุด ตัวแปรค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ มีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ตัวแปรฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และตัวแปรอุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็น แนวโน้มเวลาและจุดความร้อน Hotspot มีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.7929 แสดงว่า จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE สามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัยดังกล่าวข้างต้นได้ถึงร้อยละ 79.29 ที่เหลือร้อยละ 20.71 เป็นผลกระทบมาจากปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาร่วมในแบบจำลองนี้ ทั้งนี้สามารถอธิปรายผลการประมาณค่าแบบจำลองปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE จำแนกผลของแต่ละปัจจัยอธิบายได้ดังนี้

**อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 1.4760 สามารถอธิบายได้ว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4760 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%)** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 1.4818 สามารถอธิบายได้ว่า ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4818 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$** เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในช่วงเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เท่ากับ 0.0681 สามารถอธิบายได้ว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ จะทำให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0681 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Xiao Lin (2019) การสัมผัส $PM_{2.5}$ กับต่อประชากร 100,000 คนในปี 2552 ยืนยันผลกระทบด้านสุขภาพในประชากรที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดและมะเร็งปอด

จากตัวแปรอธิบายปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE สามารถสรุปลักษณะผลกระทบได้ดังนี้ ตัวแปรอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) และตัวแปรฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE เชิงบวก ดังแสดงภาพที่ 30




**ภาพที่ 30** แสดงร้อยละของปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากนี้ตัวแปรบางตัว แม้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แสดงให้เห็นผลกระทบเชิงบวกหรือตัวแปรที่ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE หรือตัวแปรเพิ่มความเสี่ยง (Risk-Increased Variables) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรวม ทัศนวิสัยการมองเห็น จุดความร้อน Hotspot และแนวโน้มเวลา ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE หรือเพิ่มความเสี่ยงต่อจำนวนผู้ป่วยใหม่ที่เกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE เพิ่มขึ้น

**ตารางที่ 20** สรุปปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

| ตัวแปร | โรคทางเดินหายใจ COPD | โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD | โรคหลอดเลือดสมอง CD |
|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | 0.25% | 0.06% | 0.09% |
| จุดความร้อน | 0.04% | 0.03% | - |
| อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย | 0.42% | 2.28% | 1.47% |
| อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย | 0.92% | - | - |
| ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย | 0.42% | 2.12% | 1.48% |

ที่มา: จากการคำนวณ

สรุปปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งนี้ยังสามารถแสดงได้ดังแสดงภาพที่ 31

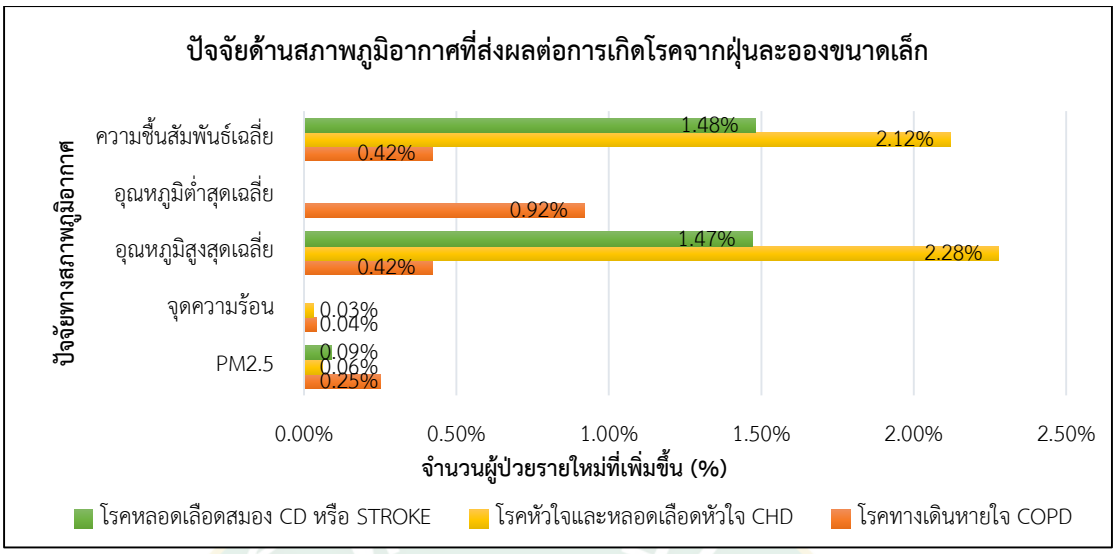
1. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ส่งผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD มากที่สุด ร้อยละ 0.25 รองลงมา $PM_{2.5}$ ส่งผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง CD ร้อยละ 0.09 และ $PM_{2.5}$ ส่งผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD ร้อยละ 0.06

2. จุดความร้อน ส่งผลต่การเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD มากที่สุด ร้อยละ 0.04 และจุดความร้อน ส่งผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD ร้อยละ 0.03

3. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ส่งผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD มากที่สุด ร้อยละ 2.28 รองลงมา อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ส่งผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง CD ร้อยละ 1.47 และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ส่งผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD ร้อยละ 0.42

4. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ส่งผลต่การเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD ร้อยละ 0.92

5. ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย ส่งผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD มากที่สุด ร้อยละ 2.12 รองลงมา ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยส่งผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง CD ร้อยละ 1.48 และความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย ส่งผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD ร้อยละ 0.42




**ภาพที่ 31** สรุปปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

## การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**วัตถุประสงค์การศึกษาที่ 2** ของวิจัยนี้ คือ การศึกษาการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 400 คน โดยนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลการวิเคราะห์ผลข้อมูลการวิจัยดังนี้ นำเสนอรูปแบบการวิเคระห์เป็นรูปแบบตาราง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

### ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก จำนวน 400 ตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 49.50 เพศชายคิดเป็นร้อยละ 44.25 และเพศทางเลือก คิดเป็นร้อยละ 6.25 อายุผู้ตอบแบบสอบถามน้อยกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 28.75 ลำดับที่ 2 อายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 19.75 ลำดับที่ 3 อายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.00 ลำดับที่ 4 อายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.50 และอายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 16.00 โดยข้อมูลการกระจายสอบถามทุกกลุ่มอายุเพื่อการกระจายข้อมูลทั่วถึง ทั้งนี้สอบถามผู้ตอบแบบสอบถามคนที่อยู่ในพื้นที่แต่กำเนิดคิดเป็นร้อยละ 68.75 และคนที่อาศัย

ในพื้นที่เชียงใหม่อาศัยอยู่มากกว่า 3 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 31.25 สมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ 3-6 คน คิดเป็นร้อยละ 45.25 ลำดับที่ 2 น้อยกว่า 3 คนคิดเป็นร้อยละ 35.75 และมากกว่า 6 คนขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 19.00 การประกอบอาชีพส่วนใหญ่เกษตรกรรมคิดเป็นร้อยละ 23.50 เป็นพลเมืองในกลุ่มเมืองลำดับที่ 2 อาชีพค้าขายร้อยละ 22.25 ทำงานบริษัทเอกชนร้อยละ 11.75 ข้าราชการร้อยละ 11.25 รับจ้างทั่วไปร้อยละ 9.50 รายได้รวมเฉลี่ยต่อครัวเรือน 33,656.25 บาท

**ตารางที่ 21** ข้อมูลทั่วไปและรายได้รวมต่อครัวเรือน

| ข้อมูลส่วนบุคคล | ความถี่ | ร้อยละ | ค่าเฉลี่ย | S.D. |
|---|---|---|---|---|
| 1. เพศ | | | | |
| ชาย | 177 | 44.25 | - | - |
| หญิง | 198 | 49.50 | - | - |
| เพศทางเลือก | 25 | 6.25 | - | - |
| 2. อายุ | | | | |
| น้อยกว่า 30 ปี | 115 | 28.75 | - | - |
| 31-40 ปี | 70 | 17.50 | - | - |
| 41-50 ปี | 72 | 18.00 | - | - |
| 51-60 ปี | 79 | 19.75 | - | - |
| 60 ปีขึ้นไป | 64 | 16.00 | - | - |
| 3. อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ คนในพื้นที่ | | | | |
| ใช่ | 275 | 68.75 | - | - |
| ไม่ใช่และอาศัยอยู่มากกว่า 3 ปีขึ้นไป | 125 | 31.25 | - | - |
| 4. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน | | | | |
| น้อยกว่า 3 คน | 143 | 35.75 | - | - |
| 3-6 คน | 181 | 45.25 | - | - |
| มากกว่า 6 คนขึ้นไป | 76 | 19.00 | - | - |
| 5. อาชีพหลัก | | | | |
| เกษตรกรรม | 94 | 23.50 | - | - |
| วางงาน/ไม่มีงานทำแนนอน | 27 | 6.75 | - | - |
| รับจางทั่วไป | 38 | 9.50 | - | - |

**ตารางที่ 21** (ต่อ)

| ข้อมูลส่วนบุคคล | ความถี่ | ร้อยละ | ค่าเฉลี่ย | S.D. |
|---|---|---|---|---|
| ค้าขาย | 89 | 22.25 | - | - |
| ข้าราชการ | 45 | 11.25 | - | - |
| พนักงานรัฐวิสาหกิจ | 17 | 4.25 | - | - |
| ธุรกิจส่วนตัว | 27 | 6.75 | - | - |
| ทำงานบริษัทเอกชน | 47 | 11.75 | - | - |
| อื่นๆ ระบุ..... | 16 | 4.00 | - | - |
| 7. รายได้รวมทั้งครัวเรือนต่อเดือน | - | - | 33,656.25 | 2,194.59 |
| น้อยกว่า 10,000 บาท | 154 | 38.50 | - | - |
| 10,0001-20,000 บาท | 25 | 6.25 | - | - |
| 20,001-30,000 บาท | 127 | 31.75 | - | - |
| 30,001-40,000 บาท | 65 | 16.25 | - | - |
| มากกว่า 40,000 บาท | 29 | 7.25 | - | - |

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ * ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

**โรคประจำตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม**

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีโรคประตัวคิดเป็นร้อยละ 46.50 ไม่มีโรคประจำตัวคิดเป็นร้อยละ 42.50 และไม่เคยได้รับการตรวจคิดเป็นร้อยละ 11.00 ทั้งนี้โรคประจำที่พบมากที่สุด ลำดับที่ 1 คือ โรคเกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจมากที่สุดร้อยละ 61.29 ลำดับที่ 2 โรคหอบหืด ร้อยละ 9.67 ลำดับที่ 3 โรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 7.52 ลำดับที่ 4 โรคภูมิแพ้ร้อยละ 6.45 จะเห็นได้ว่า เกี่ยวข้องกับโรคทางเดินหายใจสองลำดับแรกเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศที่เกิดผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก กลุ่มโรคเรื้อรังโรคเกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดหัวใจหัวใจและโรคเบาหวาน ร้อยละ 4.30 โรคมะเร็งและโรคเกี่ยวข้องกับเส้นเลือดสมอง ร้อยละ 3.22 และร้อยละ 2.15 ตามลำดับ ลำดับสุดท้ายโรคเครียดและโรคซึมเศร้า ร้อยละ 1.07

**ตารางที่ 22** โรคประจำตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

| ข้อมูลส่วนบุคคล | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| โรคประจำตัว | | |
| ไม่เคยได้รับการตรวจ | 44 | 11.00 |
| ไม่มี | 170 | 42.50 |
| มีโปรดเลือกโรคที่พบ* | 186 | 46.50 |
| - โรคเกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ | 114 | 61.29 |
| - โรคหอบหืด | 18 | 9.67 |
| - โรคภูมิแพ้ | 12 | 6.45 |
| - โรคเกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดหัวใจหัวใจ | 8 | 4.30 |
| - โรคความดันโลหิตสูง | 14 | 7.52 |
| - โรคเบาหวาน | 8 | 4.30 |
| - โรคเกี่ยวข้องกับเส้นเลือดสมอง | 4 | 2.15 |
| - โรคมะเร็ง | 6 | 3.22 |
| - อื่นๆ โปรดระบุ โรคเครียด, โรคซึมเศร้า | 2 | 1.07 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

จากการศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่แหล่งสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย ร้อยละ 65.27 ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ ร้อยละ 51.75 ฝุ่น/ควันรถจากยานพาหนะ/รถบรรทุก ร้อยละ 59.00 ฝุ่นจากการสร้างถนนร้อยละ 53.00 ควันจากการประกอบอาหาร ร้อยละ 51.75 อีกทั้งประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารทางโทรทัศน์ ร้อยละ 69.25 ทางเว็บไซต์ ร้อยละ 65.00 และช่วงเวลาที่ได้รับฝุ่นกลางวันถึงร้อยละ 89.25 และกลางคืนร้อยละ 10.75 เคยรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก โทรทัศน์มากที่สุด ร้อยละ 69.25 ข่าวสารทางเว็ปไซด์ ร้อยละ 65.00 เฟซบุ๊ก ร้อยละ 45.25 ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน ร้อยละ 44.25 วิทยุ 35.50 และแอปพลิเคชั่น ร้อยละ 10

**ตารางที่ 23** การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **แหล่งสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งใดบ้าง*** | | |
| ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าวหรือไร่หรือนาหรืออ้อย | | |
| - ใช่ | 261 | 65.27 |
| - ไม่ใช่ | 139 | 34.75 |
| ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ | | |
| - ใช่ | 207 | 51.75 |
| - ไม่ใช่ | 193 | 48.25 |
| ฝุ่น/ควันรถจากยานพาหนะ เช่น ฝุ่นจากถนน/รถบรรทุก | | |
| - ใช่ | 236 | 59.00 |
| - ไม่ใช่ | 164 | 41.00 |
| ฝุ่นจากการสร้างถนน | | |
| - ใช่ | 212 | 53.00 |
| - ไม่ใช่ | 188 | 47.00 |
| ควันจากการประกอบอาหาร | 207 | 51.75 |
| - ใช่ | 193 | 48.25 |
| - ไม่ใช่ | | |
| ฝุ่น/ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม | | |
| - ใช่ | 8 | 2.00 |
| - ไม่ใช่ | 392 | 98.00 |
| **ช่วงเวลาใดที่ได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก*** | | |
| กลางวัน | | |
| - ใช่ | 357 | 89.25 |
| - ไม่ใช่ | 43 | 10.75 |
| กลางคืน | | |
| - ใช่ | 99 | 24.75 |
| - ไม่ใช่ | 301 | 75.25 |

**ตารางที่ 23** (ต่อ)

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **เคยรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก*** | | |
| แอปพลิเคชั่น | | |
| - ใช่ | 40 | 10.00 |
| - ไม่ใช่ | 360 | 90.00 |
| เว็บไซต์ | | |
| - ใช่ | 260 | 65.00 |
| - ไม่ใช่ | 140 | 35.00 |
| เฟซบุ๊ก | | |
| - ใช่ | 219 | 45.25 |
| - ไม่ใช่ | 181 | 54.75 |
| โทรทัศน์ | | |
| - ใช่ | 277 | 69.25 |
| - ไม่ใช่ | 123 | 30.75 |
| วิทยุ | | |
| - ใช่ | 142 | 35.50 |
| - ไม่ใช่ | 258 | 64.50 |
| ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน | | |
| - ใช่ | 177 | 44.25 |
| - ไม่ใช่ | 233 | 55.75 |

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ * ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

**การปรับตัวและการป้องกันตนเองด้านสุขภาพ**

**การสวมหน้ากากอนามัย** การป้องกันตนเองของประชาชน พบว่า สวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันทางเดินหายใจ ร้อยละ 92.75 ทั้งนี้มีการสวมใส่หน้ากากอนามัย ร้อยละ 90.00 หน้ากากผ้า ร้อยละ 91.00 หน้ากากผ้า+แผ่นกรองอากาศ ร้อยละ 62.50 หน้ากาก N95 ร้อยละ 6.50

**พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก** ทำประจำ (ระหว่าง 4 ถึง 7 ครั้ง/สัปดาห์) ร้อยละ 61.75 และทำบางครั้ง (ระหว่าง 1 ถึง 3 ครั้ง/สัปดาห์) ร้อยละ 30.75 ปฏิบัติตัวปกติไม่ได้สวมใส่หน้ากากอนามัยเมื่อเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ร้อยละ 7.25 ผู้ที่สวมใส่หน้ากากอนามัยทั้งหมดมี

**ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือนบาท/เดือน** น้อยกว่า 500 บาท ร้อยละ 88.25 ระหว่าง 500-1,000 บาท ร้อยละ 5.00 และมากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป ร้อยละ 1.25

**เหตุผลที่ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน** อันดับแรกหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ร้อยละ 77.25 อันดับที่ 2 ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ร้อยละ 50.75 อันดับที่ 3 ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว ร้อยละ 47.00 และลำดับที่ 5 มีปัญหาสุขภาพ ร้อยละ 34.50 ดังข้อมูลตารางที่ 24

**ตารางที่ 24** การปรับตัวและการป้องกันตนเองด้านสุขภาพ

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **ปฏิบัติตัวเมื่อฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากเกินมาตรฐานและสัมผัสได้ ขณะทำงานหรืออยู่ในที่สาธารณะ** | | |
| ปฏิบัติตัวปกติไม่ได้ทำอะไร | 30 | 7.25 |
| สวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันทางเดินหายใจ | 370 | 92.75 |
| **หน้ากากที่สวมใส่*** | | |
| หน้ากากอนามัย | | |
| - ใช่ | 360 | 90.00 |
| - ไม่ใช่ | 40 | 10.00 |
| หน้ากากผ้า | | |
| - ใช่ | 364 | 91.00 |
| - ไม่ใช่ | 36 | 9.00 |
| หน้ากากผ้า+แผ่นกรองอากาศ | | |
| - ใช่ | 250 | 62.50 |

**ตารางที่ 24** (ต่อ)

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| - ไม่ใช่ | 150 | 37.50 |
| หน้ากาก N95 | | |
| - ใช่ | 26 | 6.50 |
| - ไม่ใช่ | 374 | 93.50 |
| **พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก** | | |
| ทำประจำ (ระหว่าง 4 ถึง 7 ครั้ง/สัปดาห์) | 247 | 61.75 |
| ทำบางครั้ง (ระหว่าง 1 ถึง 3 ครั้ง/สัปดาห์) | 123 | 30.75 |
| อื่นๆ | 30 | 7.50 |
| **ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน บาท/เดือน** | | |
| น้อยกว่า 500 บาท | 353 | 88.25 |
| 500-1,000 บาท | 20 | 5.00 |
| มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป | 5 | 1.25 |
| อื่นๆ | 22 | 5.50 |
| **เหตุใดท่านถึงยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน*** | | |
| หลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย | 309 | 77.25 |
| มีปัญหาสุขภาพ | 138 | 34.50 |
| ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว | 188 | 47.00 |
| ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 203 | 50.75 |

หมายเหตุ * ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

**อาการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย**

อาการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายติดต่อกันในระยะเวลา 1 ชั่วโมงขึ้นไป พบว่า จากผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ไม่มีอาการร้อยละ 32.25 มีอาการร้อยละ 67.75 อาการพบมากที่สุดแสบคอ/เสียงแหบ ร้อยละ 49.50 ไอแห้ง ไอต่อเนื่องและบ่อย ร้อยละ 46.75 คันผิวหนัง/มีผื่นแดงตามร่างกาย ร้อยละ 33.50 หายใจลำบาก ร้อยละ 30.75 ปวดหัว/เวียนหัว ร้อยละ 28.50 แสบตา/คันตา ร้อยละ 23.00 น้ำตาไหล/มองภาพไม่ค่อยชัด ร้อยละ 22.50 ดังตารางที่ 25

**ตารางที่ 25** อาการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **อาการเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย** | | |
| ไม่มีอาการ | 129 | 32.25 |
| มีอาการ | 271 | 67.75 |
| **หายใจลำบาก** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 123 | 30.75 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 13 | 3.25 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวันหรือการนอน | 12 | 3.00 |
| **คัดจมูก/แสบจมูก** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 175 | 43.75 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 40 | 10.00 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | 11 | 2.75 |
| **มีน้ำมูก** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 124 | 31.00 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | - | - |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | - | - |
| **แสบคอ/เสียงแหบ** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 198 | 49.50 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 58 | 14.50 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | 34 | 8.50 |

**ตารางที่ 25** (ต่อ)

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **ไอแห้ง ไอต่อเนื่องและบ่อย** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 187 | 46.75 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 33 | 8.25 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | 15 | 3.75 |
| **ปวดหัว/เวียนหัว** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 114 | 28.50 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 37 | 9.25 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | 3 | 0.75 |
| **คันผิวหนัง /มีผื่นแดงตามร่างกาย** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 134 | 33.50 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 16 | 4.00 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | 25 | 6.25 |
| **แสบตา/คันตา** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 92 | 23.00 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 36 | 9.00 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | - | - |
| **น้ำตาไหล/มองภาพไม่ค่อยชัด** | | |
| ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา | 90 | 22.50 |
| ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน | 1 | 0.25 |
| ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวัน | 11 | 2.75 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**ระดับอาการที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

ระดับอาการที่เกิดขึ้นต่อร่างกายหลังจากได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายจากผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า อาการที่เกิดขึ้นภาพรวมน้อย ($\bar{X}$= 0.64, S.D.= 0.74) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาการที่แสดงหลังได้รับผุ่นละอองขนาดเล็กเกิดขึ้นโดยระดับน้อยในระยะเฉียบพลัน และมีอาการแสบคอ/เสียงแหบระดับปานกลาง ($\bar{X}$= 1.04, S.D.= 0.87) แสดงอาการสามารถแสดงรายละเอียดอาการที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ดังตารางที่ 26

**ตารางที่ 26** ระดับอาการที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับผลกระทบจากฝุ่น $PM_{2.5}$

| รายการ | ค่าเฉลี่ย | S.D. | แปลผล |
|---|---|---|---|
| หายใจลำบาก | 0.46 | 0.70 | ระดับน้อย |
| คัดจมูก/แสบจมูก | 0.72 | 0.75 | ระดับน้อย |
| มีน้ำมูก | 1.00 | 0.83 | ระดับน้อย |
| แสบคอ/เสียงแหบ | 1.04 | 0.87 | ระดับปานกลาง |
| ไอแห้ง ไอต่อเนื่องและบ่อย | 0.74 | 0.76 | ระดับน้อย |
| ปวดหัว/เวียนหัว | 0.49 | 0.69 | ระดับน้อย |
| คันผิวหนัง /มีผื่นแดงตามร่างกาย | 0.60 | 0.83 | ระดับน้อย |
| แสบตา/คันตา | 0.41 | 0.65 | ระดับน้อย |
| น้ำตาไหล/มองภาพไม่ค่อยชัด | 0.31 | 0.62 | ระดับน้อย |
| **รวม** | **0.64** | **0.74** | **ระดับน้อย** |

หมายเหตุ ระดับมาก 2.01-3.00 ระดับปานกลาง 1.01-2.00 และระดับน้อย 0.00-1.00

**การรักษาอาการเมื่อเกิดผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

การรักษาอาการเมื่อเกิดผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย พบว่า ไม่ได้ทำการรักษาพยาบาล ร้อยละ 70.75 พบแพทย์เพื่อรักษา ร้อยละ 15.00 และซื้อยากินเอง ร้อยละ 14.25 แล้วมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาต่อครั้ง พบว่า ไม่มีค่าใช้จ่ายการรักษาพยาบาล ร้อยละ 77.75 จากการไม่ได้ทำการรักษาปล่อยให้หายเอง ค่าใช้จ่ายในการรักษาน้อยกว่า 500 บาท ร้อยละ 15.00 ระหว่าง 500-1,000 บาท ร้อยละ 4.50 ค่าใช้จ่ายในการรักษามากกว่า 1,000 บาท

ขึ้นไป ร้อยละ 2.75 ส่วนใหญ่สิทธิในการรักษาพยาบาลสิทธิหลักประกันสุขภาพ 30 บาท ร้อยละ 86.50 สิทธิประกันสังคม ร้อยละ 10.25 สิทธิข้าราชการ ร้อยละ 1.00 ประกันชีวิตส่วนบุคคล ร้อยละ 0.50 อื่นๆ คือ ไม่มีสิทธิการรักษาพยาบาลใดๆ ร้อยละ1.75 ได้ดังตารางที่ 27

**ตารางที่ 27** การรักษาอาการเมื่อเกิดผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **การรักษาเมื่อเกิดอาการที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก** | | |
| ไม่ได้รักษา | 283 | 70.75 |
| ซื้อยากินเอง | 57 | 14.25 |
| พบแพทย์ | 60 | 15.00 |
| **ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาต่อครั้งกี่บาท** | | |
| ไม่มี | 311 | 77.75 |
| น้อยกว่า 500 บาท | 60 | 15.00 |
| 500-1,000 บาท | 18 | 4.50 |
| มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป | 11 | 2.75 |
| **สิทธิในการรักษาพยาบาล** | | |
| สิทธิหลักประกันสุขภาพ 30 บาท | 346 | 86.50 |
| สิทธิประกันสังคม | 41 | 10.25 |
| สิทธิข้าราชการ | 4 | 1.00 |
| ประกันชีวิตส่วนบุคคล | 2 | 0.50 |
| อื่นๆ | 7 | 1.75 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**การป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเครื่องฟอกอากาศในบ้าน**

การป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเครื่องฟอกอากาศในบ้าน พบว่า มีเครื่องฟอกอากาศภายในบ้านพักอาศัย ร้อยละ 28.25 ไม่มี ร้อยละ 71.75 ทั้งนี้ผู้ที่มีเครื่องฟอกอากาศต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศ ต่อครัวเรือนน้อยกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 13.00 ระหว่าง 5,000-10,000 บาท ร้อยละ 12.75 และมากกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 6.00 เหตุผลยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือนเพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ร้อยละ 28.25 ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว ร้อยละ 27.25 มีปัญหาสุขภาพ ร้อยละ 26.50 และต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ร้อยละ 20.25 ดังตารางที่ 28

**ตารางที่ 28** การป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเครื่องฟอกอากาศในบ้าน

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **ที่พักอาศัยมีเครื่องฟอกอากาศ** | | |
| มี | 113 | 28.25 |
| ไม่มี | 287 | 71.75 |
| **ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน/บาท** | | |
| ไม่มีเครื่องฟอกอากาศ | 273 | 68.25 |
| น้อยกว่า 5,000 บาท | 52 | 13.00 |
| 5,000-10,000 บาท | 51 | 12.75 |
| มากกว่า 10,000 บาท | 24 | 6.00 |
| **ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน*** | | |
| หลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย | 113 | 28.25 |
| มีปัญหาสุขภาพ | 106 | 26.50 |
| ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว | 109 | 27.25 |
| ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 81 | 20.25 |

หมายเหตุ * ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

**ลำดับการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ**

การปฏิบัติตัวเมื่ออยู่ในช่วงฝุ่นละอองขนาดเล็กสูง ผลการศึกษาพบว่า

1. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง ทำทุกครั้งร้อยละ 33.25 และใกล้เคียงกับไม่กระทำเลยดำเนินชีวิตปกติ ร้อยละ 30.50

2. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในบ้านหรือเปิดแอร์เครื่องทำความเย็นไม่กระทำเลย (0) ร้อยละ 35.25 เพราะไม่มีเครื่องปรับอากาศ รองลงมาทำทุกครั้ง ร้อยละ 30.75

3. ใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อช่วยฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก ทำทุกครั้งร้อยละ 39.50 เฉพาะผู้ตอบแบบสอบถามที่มีเครื่องฟอกอากาศภายในบ้าน ไม่กระทำเลย ร้อยละ 25.75

4. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคารบ้านเรือน ร้อยละ 47.75 ทำเกือบทุกครั้งร้อยละ 18.00

5. ดูแลทำความสะอาดภายในที่พักอาศัยด้วยการเช็ดถูเป็นประจำ ร้อยละ 56.50 รองลงมาทำบางครั้งและไม่กระทำเลย ร้อยละ 12.25

6. ปลูกต้นไม้ในบ้านหรือรอบๆ บริเวณ เพื่อช่วยฟอกอากาศทุกครั้งหรือปลูกต้นไม้บริเวณบ้านร้อยละ 35.50 และทำเกือบทุกครั้งหรือปลูกต้นไม้ประจำ ร้อยละ 24.75

7. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้งทำทุกครั้ง (4) มากอยู่ที่ร้อยละ 35.00

8. ดื่มน้ำมากๆ หรือกลั้วคอด้วยน้ำสะอาดเมื่อได้รับฝุ่นทำทุกครั้ง (4) มากอยู่ที่ ร้อยละ 48.75

9. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเองไม่กระทำเลย (0) ร้อยละ 54.50

10. สังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย หากรู้สึกมีอาการแพ้ฝุ่นผิดปกติ รีบพบแพทย์ทำทุกครั้งมาก ร้อยละ 39.00 และงดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่งแจ้งทุกครั้ง (4) มาก ร้อยละ 36.75 ดังตารางที่ 29

**ตารางที่ 29** ลำดับการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **1. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 133 | 33.25 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 63 | 15.75 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 53 | 13.25 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 29 | 7.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 122 | 30.50 |
| **2. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในบ้าน** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 123 | 30.75 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 50 | 12.50 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 33 | 8.25 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 53 | 13.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 141 | 35.25 |
| **3. ใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อช่วยฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 158 | 39.50 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 78 | 19.50 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 32 | 8.00 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 29 | 7.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 103 | 25.75 |
| **4. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคาร บ้านเรือน** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 191 | 47.75 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 72 | 18.00 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 45 | 11.25 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 43 | 10.75 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 49 | 12.25 |

**ตารางที่ 29** (ต่อ)

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **5. ดูแลทำความสะอาดภายในที่พักอาศัยด้วยการเช็ดถูเป็นประจำ** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 226 | 56.50 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 39 | 9.75 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 49 | 12.25 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 37 | 9.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 49 | 12.25 |
| **6. ปลูกต้นไม้ในบ้านหรือรอบๆ บริเวณ เพื่อช่วยฟอกอากาศ** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 142 | 35.50 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 99 | 24.75 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 49 | 12.25 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 45 | 11.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 65 | 16.25 |
| **7. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้ง** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 140 | 35.00 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 103 | 25.75 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 42 | 10.50 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 82 | 20.50 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 33 | 8.25 |
| **8. ดื่มน้ำมากๆ หรือกลั้วคอด้วยน้ำสะอาดเมื่อได้รับฝุ่น** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 195 | 48.75 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 62 | 15.50 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 52 | 13.00 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 39 | 9.75 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 52 | 13.00 |

**ตารางที่ 29** (ต่อ)

| รายการ | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **9. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเอง** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 44 | 11.00 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 55 | 13.75 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 17 | 4.25 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 66 | 16.50 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 218 | 54.50 |
| **10. สังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย หากรู้สึกมีอาการแพ้ฝุ่นผิดปกติ รีบพบแพทย์** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 156 | 39.00 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 88 | 22.00 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 70 | 17.50 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 17 | 4.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 69 | 17.25 |
| **11. งดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่งแจ้ง** | | |
| ทำทุกครั้ง (4) มาก | 147 | 36.75 |
| ทำเกือบทุกครั้ง (3) ค่อนข้างมาก | 106 | 26.50 |
| ทำบางครั้ง (2) ปานกลาง | 50 | 12.50 |
| ทำน้อย (1) น้อย | 37 | 9.25 |
| ไม่กระทำเลย (0) | 60 | 15.00 |

ที่มา: จากการคำนวณ

**การปรับตัวตามแนวปฏิบัติเพื่อป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

การปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันตัวเองจากผลกระทบที่ได้รับจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามปฏิบัติตัวเพื่อป้องกันตัวเองจากผลกระทบที่ได้รับจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในภาพรวมค่อนข้างมาก ($\bar{X}$= 2.39, S.D.= 1.50) สามารถแสดงรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้ (ตารางที่ 30)

**ตารางที่ 30** การปรับตัวตามแนวปฏิบัติเพื่อป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

| รายการ | ค่าเฉลี่ย | S.D. | Interpret |
|---|---|---|---|
| 1. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง | 2.14 | 1.66 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 2. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในบ้าน | 1.90 | 1.70 | ปฏิบัติปานกลาง |
| 3. ใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อช่วยฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก | 2.39 | 1.65 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 4. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคารบ้านเรือน | 2.78 | 1.44 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 5. ดูแลทำความสะอาดภายในที่พักอาศัยด้วยการเช็ด ถู เป็นประจำ | 2.89 | 1.46 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 6. ปลูกต้นไม้ในบ้านหรือรอบๆ บริเวณ เพื่อช่วยฟอกอากาศ | 2.52 | 1.47 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 7. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้ง | 2.58 | 1.36 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 8. ดื่มน้ำมากๆ หรือกลั้วคอด้วยน้ำสะอาดเมื่อได้รับฝุ่น | 2.77 | 1.36 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 9. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเอง | 1.10 | 1.45 | ปฏิบัติปานกลาง |
| 10. สังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย หากรู้สึกมีอาการแพ้ฝุ่นผิดปกติ รีบพบแพทย์ | 2.61 | 1.45 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| 11. งดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่งแจ้ง | 2.60 | 1.46 | ปฏิบัติค่อนข้างมาก |
| **รวม** | **2.39** | **1.50** | **ปฏิบัติค่อนข้างมาก** |

หมายเหตุ ระดับมาก 3.01-4.00
ระดับค่อนข้างมาก 2.01-3.00
ระดับปานกลาง 1.01-2.00
ระดับน้อย 0.00-1.00

**การปรับตัวจากแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

เป็นข้อมูลที่ได้จากการสอบถามประชากร ตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 400 ราย แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยเลือกใช้ Ordered Logit Models ในการวิเคราะห์ โดยเรียงลำดับเป็น 4 ลำดับ คือ ทำทุกครั้ง หมายถึง มาก (4) ทำเกือบทุกครั้ง หมายถึง ค่อนข้างมาก (3) ทำบางครั้ง หมายถึง ปานกลาง (2) ทำน้อย หมายถึง น้อย (1) และการกระจายของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (Errors follow Logistic Distribution) ด้วยการวิเคราะห์สถิติ Shapiro Wilk Test คือ Prob. = 0.000 เมื่อ $H_0$: ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ภายใต้สมมติฐานที่ว่า ตัวแปร x ส่งผลต่อการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ในการวิเคราะห์ได้ทำการพิจารณาค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ พบว่า ไม่เกิดปัญหา Multicollinearity โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทุกคู่มีค่าน้อยกว่า 0.70 ต่อมาผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามออกจากสมการครั้งละ 1 ตัว เพื่อให้สมการประมาณค่ามีความเหมาะสมที่สุด ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 25 พบว่า ผลการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Test) ด้วยค่าสถิติ Likelihood Ratio (LR) Chi-Square (354.73, Prob = 0.00) สรุปได้ว่า ตัวแปรอธิบายทุกตัว (ส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และการปฏิบัติตัว) ที่นำเข้ามาในแบบจำลองส่งผลต่อการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และผลการทดสอบสารูปสนิทดี (Goodness of Fit) ของแบบจำลองจากค่า Pseudo R2 มีค่าเท่ากับ 0.3393 หมายความว่า ตัวแปรทุกตัวมีประสิทธิภาพในการอธิบายโอกาสการปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก การหลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง ได้ร้อยละ 33.93

**ตารางที่ 31** การปรับตัวจากแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

| ตัวแปร (Variable) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Error) | ค่าสถิติ Z (Z-Statistic) | ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) |
|---|---|---|---|---|
| เพศ (Sex) | 0.1830303 | 0.1971264 | 0.93 | 0.353 |
| อายุ (age) | -0.1379499 | 0.0872963 | -1.58 | 0.114 |
| อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (cm) | -0.1920398 | 0.2708479 | -0.71 | 0.478 |
| จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (household) | -0.1798504 | 0.1677760 | -1.07 | 0.284 |
| โรคประจำตัว (congenital disease) | 0.1307363 | 0.1307281 | 1.00 | 0.007*** |
| อาชีพหลัก (career) | -0.0385857 | 0.0478447 | -0.81 | 0.420 |
| รายได้รวมครัวเรือนต่อเดือน (income) | -1.14e-06 | 2.71e-06 | -0.42 | 0.673 |
| สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย (place1) | 0.0557758 | 0.2595852 | 0.21* | 0.830** |
| ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ (place2) | -0.7193114 | 0.2451169 | -2.93 | 0.003*** |
| ควันจากการประกอบอาหาร (place3) | 0.0933148 | 0.2301997 | 0.41 | 0.685 |
| ฝุ่น/ควันรถจากยานพาหนะเช่น ฝุ่นจากถนน/รถบรรทุก (place4) | -0.1237939 | 0.2251558 | -0.55 | 0.582 |
| ฝุ่น/ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม (place5) | 0.0727805 | 0.2328629 | 0.755 | 0.755 |
| ช่วงเวลา – กลางวัน (time1) | 0.5864764 | 0.4175283 | 1.40 | 0.060* |
| กลางคืน (time2) | 0.2335955 | 0.2966357 | 0.79 | 0.431 |
| ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก แอปพลิชั่น (app1) | 0.1244996 | 0.4111829 | 0.30 | 0.762 |
| app2 | 0.8681309 | 0.2911589 | 2.98 | 0.003*** |
| โทรทัศน์ (app 3) | 0.9034054 | 0.3302883 | 2.74 | 0.006*** |
| app4 | 0.8032704 | 0.3358831 | 2.39 | 0.017 |
| app5 | 0.154086 | 0.2968794 | 0.52 | 0.604 |
| app6 | 0.6581583 | 0.3244601 | 2.03 | 0.043 |
| สวมหน้ากากอนามัย (yes no mask) | -1.371786 | 0.624393 | -2.20 | 0.008*** |
| mask1 | -0.7018635 | 0.6041418 | -1.16 | 0.245 |
| mask2 | -0.3401934 | 0.478877 | -0.71 | 0.477 |
| mask3 | -0.0163871 | 0.3155735 | -0.05 | 0.959 |
| (N95 mask4) | 1.670455 | 0.5939174 | 2.81 | 0.005*** |
| ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (mask cost1) | 1.420783 | 0.3952838 | 3.59 | 0.000*** |
| พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (frequency) | 0.505534 | 0.2860837 | 0.077 | 0.077* |

**ตารางที่ 31** (ต่อ)

| ตัวแปร (Variable) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Error) | ค่าสถิติ Z (Z-Statistic) | ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) |
|---|---|---|---|---|
| ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน | | | | |
| เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง (mask WTP1) | 0.3864849 | 0.3122874 | 1.24 | 0.216 |
| มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (mask WTP2) | 0.7900335 | 0.2748347 | 2.87 | 0.004*** |
| ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (mask WTP3) | 0.3203464 | 0.1646774 | 1.95 | 0.052* |
| ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mask WTP4) | 1.344068 | 0.3159699 | 4.25 | 0.000*** |
| อาการเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย (yes no sick) | -1.724249 | 0.3070161 | -5.62 | 0.000*** |
| รักษาพยาบาลตามอาการ (treatment method) | 0.1527643 | 0.205985 | . 0.74 | 0.458 |
| ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลต่อครั้ง บาท/เดือน (treatment method cost) | 0.0060863 | 0.2138925 | 0.977 | 0.977 |
| สิทธิในการรักษาพยาบาล (medical treatment) | 0.043155 | 0.2524272 | 0.17 | 0.864 |
| เครื่องฟอกอากาศ (air purifier) | 0.9814638 | 0.6683029 | 1.47 | 0.142 |
| ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศ (air purifier cost) | -0.4024124 | 0.2394531 | -1.68 | 0.093* |
| ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง (air purifier WTP1) | 0.5295832 | 0.5160238 | 1.03 | 0.305 |
| มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (air purifier WTP2) | -1.491315 | 0.5309835 | -2.81 | 0.005*** |
| ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (air purifier WTP3) | -0.0151863 | 0.5959164 | -0.03 | 0.980 |
| ต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (air purifier WTP4) | 0.9202947 | 0.4954172 | . 1.86 | 0.063* |

**ตารางที่ 31** (ต่อ)

| ตัวแปร (Variable) | ค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Error) | ค่าสถิติ Z (Z-Statistic) | ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significant) |
|---|---|---|---|---|
| Cut1 | -1.395887 | -3.338407 | Loglikelihood | = -345.43 |
| Cut2 | 4242663 | .9853956 | LR chi2 | = 354.73 |
| Cut3 | 4.302804 | 1.024298 | Prob > chi2 | = 0.0000 |

หมายเหตุ *, **, *** ระดับนัยสำคัญที่ 0.10, 0.05, 0.01

กำหนดให้ $CMSHC_i$ คือ ตัวแปรแฝง (Latent variable) แสดงระดับการปรับตัว (Climate-Smart Healthcare) ได้แก่

$CMSHC_i$ = 1 ถ้า ประชาชนการปรับตัว ในระดับน้อย $(CMSHC^* \leq \mu_1)$

$CMSHC_i$ = 2 ถ้า ประชาชนการปรับตัว ในระดับปานกลาง $(\mu_1 < CMSHC^* CMSHC_i^* < \mu_2)$

$CMSHC_i$ = 3 ถ้า ประชาชนการปรับตัว ในระดับค่อนข้างมาก $(\mu_2 < CMSHC^* < \mu_3)$

$CMSHC_i$ = 4 ถ้า ประชาชนการปรับตัว ในระดับมาก $(CMSHC^* \geq \mu_3)$

เมื่อ $\mu_j$ ($j$=1, 2, 3, 4) คือ จุดแบ่งแยกค่าของการปรับตัว (Threshold Value) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะสนับสนุนให้ประชากรกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามแนวปฏิบัติในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นจากตารางที่ 31 สามารถแบ่งกลุ่มการปรับตัว ดังนี้

$CMSHC_i$ = 1 เมื่อ $CMSHC^* \leq -1.395887$

$CMSHC_i$ = 2 เมื่อ $-1.395887 < CMSHC^* < 0.4242663$

$CMSHC_i$ = 3 เมื่อ $0.4242663 < CMSHC^* \leq 4.302804$

$CMSHC_i$ = 4 เมื่อ $CMSHC^* \geq 4.302804$

สามารถแสดงเป็นสมการประมาณค่าจากแบบจำลองได้ดังสมกา

$$CMSHC^* = \underset{(0.197)}{0.183sex} - \underset{(.087)}{0.137age} - \underset{(0.270)}{0.192cm} - \underset{(0.167)}{0.179hous} + \underset{(0.130)}{0.137^{***}con} - \underset{(0.047)}{0.0385career} - \underset{(2.71e-06)}{(1.14e-06)} + \underset{(0.259)}{0.055^{*}place1} - \underset{(0.245)}{0.713^{*}place2} + \underset{(0.230)}{0.093place3} - \underset{(0.225)}{0.123place4} + \underset{(0.232)}{0.072place5} + \underset{(0.417)}{0.586^{*}time1} + \underset{(0.296)}{0.233time2} + \underset{(0.411)}{0.903app1} + \underset{(0.291)}{0.803^{***}aspp2} + \underset{(0.330)}{0.903^{***}app3} +$$

$$0.8032_{(0.335)}app4 + 0.1540_{(0.296)}app5 + 0.6581_{(0.324)}app6 - 1.371^{***}_{(0.624)}yes\ no\ mask - 0.7018_{(0.604)}mask1 - 0.3401_{(0.478)}mask2 - 0.0163_{(0.315)}mask3 + 1.6704_{(0.593)}N95\ mask4^{****} + 1.42078_{(0.395)}mask\ cost1^{***} + 0.5055_{(0.286)}frequency^{*} + 0.38648_{(0.312)}mask\ WTP1 + 0.7900_{(0.274)}mask\ WTP2^{***} + 0.3203_{(0.164)}mask\ WTP3^{*} + 1.3440_{(0.315)}mask\ WTP4^{***} - 1.7242_{(0.307)}yes\ no\ sick + 0.1527_{(0.205)}treatment\ method + 0.0060_{(0.213)}treatment\ method\ cost + 0.0431_{(0.252)}medical\ treatment + 0.9814_{(0.668)}air\ purifier - 0.4024_{(0.239)}air\ purifier\ cost^{*} + 0.5295_{(0.516)}air\ purifier\ WTP1 - 1.4913_{(0.530)}air\ purifier\ WTP2^{***} - 0.01518_{(0.595)}air\ purifier\ WTP3 + 0.920^{*}_{(0.495)}air\ purifier\ WTP4$$

หมายเหตุ ตัวเลขใน () หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* , ** , *** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10, 0.05, 0.01

การดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Healthcare) คือ วิธีการดูแลสุขภาพที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไปนอกจากนี้ยังสามารถหาผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal) ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวต่อความน่าจะเป็นที่ประชาชนจะปฏิบัติตามแนว CMSHC (Climate-Smart Healthcare)

**ตารางที่ 32** การดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Healthcare)

| ตัวแปร (Variable) | Pr($CMSHC_i$ =1) .05609 | Pr($CMSHC_i$ =2) .21348 | Pr($CMSHC_i$ =3) .67934 | Pr($CMSHC_i$ =4) .05108 |
|---|---|---|---|---|
| **ปัจจัยบุคคล** | | | | |
| **สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่ง** ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย (place1) | 0.0557758 | 0.2595852 | 0.21** | 0.830** |
| **สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่ง** ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ (place2) /dum | 0.3726*** | 0.0996*** | 0.1020 | 0.0348 |
| **ข้อมูลข่าวสารฝุ่น** เว็ปไซต์ (app 2) /dum | 0.0525** | 0.1268*** | 0.1411 | 0.0382*** |
| เฟซบุ๊ก (app 3) /dum | 0.0318 | -0.0864 | 0.0875 | 0.0306* |
| โทรทัศน์ (app 4) /dum | 0.0377* | 0.1084** | 0.1007*** | 0.0454** |

**ตารางที่ 32** (ต่อ)

| ตัวแปร (Variable) | Pr($CMSHC_i$ =1) .05609 | Pr($CMSHC_i$ =2) .21348 | Pr($CMSHC_i$ =3) .67934 | Pr($CMSHC_i$ =4) .05108 |
|---|---|---|---|---|
| ประกาศเสียงตามสาย ผู้ใหญ่บ้าน (app 6) $/^{dum}$ | 0.0341** | 0.0928** | 0.0935** | 0.0334* |
| **พฤติกรรมการป้องกันและดูแลสุขภาพ** | | | | |
| สวมหน้ากากอนามัย (yes no mask) $/^{dum}$ | 0.0473*** | 0.0158*** | 0.0763* | 0.1297 |
| พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก หน้ากากอนามัย $/^{dum}$ | 0.0292 | 0.0902 | 0.0754* | 0.0441 |
| หน้ากาก (N95 mask4) $/^{dum}$ | 0.0505*** | 0.1727*** | 0.0573 | 0.0245* |
| ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (mask cost1) $/^{dum}$ | 0.0267* | 0.0727* | 0.1867* | 0.0609*** |
| พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (frequency) $/^{dum}$ | 0.0666*** | 0.1811*** | 0.0750* | 0.0245* |
| มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (mask WTP2) $/^{dum}$ | 0.0403*** | 0.1097*** | 0.1131*** | 0.0369*** |
| ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (mask WTP3) $/^{dum}$ | 0.0196 | 0.0534** | 0.0551* | 0.0179** |
| ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลาน และคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mask WTP4) $/^{dum}$ | 0.0594*** | 0.1615*** | 0.1666*** | 0.0544*** |
| อาการเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย (yes no sick) $/^{dum}$ | 0.0731*** | 0.2062*** | 0.1678*** | 0.1114*** |
| เครื่องฟอกอากาศ (air purifier) $/^{dum}$ | 0.0445*** | 0.1301* | 0.1150* | 0.0597 |
| มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (air purifier WTP2) $/^{dum}$ | 0.1118 | 0.2124*** | -0.2681** | 0.0561*** |

ที่มา: จากการคำนวณ

หมายเหตุ *, **, *** ระดับนัยสำคัญที่ 0.10, 0.05, 0.01/$^{dum}$ คือ ตัวแปรหุ่น

จากตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า

**แหล่งสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งฝุ่นควันจากการเผาทางการเกษตร (ฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย)** (place1) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประชาชนในการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัว สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนที่สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งฝุ่นควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย ใบไม้ ส่งผลให้ประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมาก เพิ่มขึ้นร้อยละ 21.00 และร้อยละ 83.00 อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

**แหล่งสัมผัสฝุ่นควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้** (Place2) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประชาชนในการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัว สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนที่สัมผัสฝุ่นควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ ส่งผลให้ประชาชนมีการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลาง เพิ่มขึ้นร้อยละ 37.26 และร้อยละ 9.96 อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 กล่าวคือ เมื่อได้รับรู้ถึงฝุ่นควันจากการเผามากขึ้นประชาชนจะปรับตัวเพิ่มขึ้น อีกทั้งส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมาก เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.20 และร้อยละ 3.48 อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือกพบว่า หากประชาชนสัมผัสฝุ่นจากแหล่งอื่นๆ ความน่าจะเป็นที่ประชาชนปรับตัวในระดับน้อย เปลี่ยนแปลเพิ่มขึ้นจาก 5.60 เป็น 42.86 อีกทั้งความน่าจะเป็นที่ประชาชนปรับตัวในระดับปานกลาง เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 21.34 เป็น 31.3 อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ในขณะที่ความน่าจะเป็นที่ประชาชนปรับตัวในระดับค่อนข้างมาก เพิ่มขึ้นจาก 67.94 เป็น 78.14 อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 และความน่าจะเป็นที่ประชาชนปรับตัวในระดับมาก เพิ่มขึ้นจาก 5.10 เป็น 8.58 อย่างมีนัยสำคัญ 0.05

**ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเว็ปไซต์** (App2) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารจากเว็ปไซต์ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลให้ประชาชนปรับตัวตามแนวปฏิบัติของประชาชนการปรับตัวระดับค่อนข้างน้อยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.84 อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 และส่งผลให้ประชาชนปรับตัวตามแนวปฏิบัติของประชาชนการปรับตัวระดับปานกลางและมาก เพิ่มขึ้น ร้อยละ 12.68 และ 3.82 อย่างมีนัยสำคัญ 0.05

**ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเฟซบุ๊ก** (App3) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่าประชาชนได้รับ

ข้อมูลข่าวสารทางเฟซบุ๊ก ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อย เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.18 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ประชาชนปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 8.64 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และส่งผลให้การปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับมาก เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.06 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1

**ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กโทรทัศน์** (App4) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารทางโทรทัศน์ ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวในระดับน้อยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.77 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ0.1 การปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 การปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมาก เพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.07 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และส่งผลให้การปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับมาก เพิ่มขึ้น ร้อยละ 4.54 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ0.05

**ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน** (App6) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนได้รับข้อมูลข่าวสารทางช่องทางประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวในระดับน้อย เพิ่มขึ้น ระดับร้อยละ 3.41 ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวในระดับปานกลางลดลง ร้อยละ9.28 และส่งผลให้ความน่าจะเป็นของประชาชนการปรับตัวในระดับค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 9.35 และ 3.34 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ 0.1 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ประชาชนรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเว็บไซต์ เฟซบุ๊ก โทรทัศน์ และประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน จากผลการวิจัยนี้ สะท้อนให้เห็นว่า ประชาชน ที่มีการตรวจสอบข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ จะส่งผลต่อการตัดสินใจป้องกันสุขภาพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Brabers, Rademakers, Groenewegen, Dijk, & De Jong, 2017; Jansen et al., 2013; Yadollahi, Siavashi, & Mostaghim, 2018) ที่ค้นพบว่า การตรวจสอบข้อมูลด้านสุขภาพที่ดี จะช่วยให้เกิดการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทางด้านป้องกันสุขภาพมากขึ้น เกิดการเข้าใช้บริการทางด้านสุขภาพมากขึ้น และช่วยลดความไม่แน่นอนในการตัดสินใจลง ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดรูปแบบบูรณาการของความรอบรู้ด้านสุขภาพของ Sorensen et al. (2012) โดยรูปแบบนี้ มุ่งเน้นความสามารถของบุคคลที่มีลักษณะที่เป็นกระบวนการโดยการตรวจสอบ ข้อมูลสุขภาพส่งผลให้เกิดการตัดสินใจเพื่อป้องกันทางด้านสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็กของตนเอง

**สวมหน้ากากอนามัย** (Yes No Mask) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับ

การปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนสวมหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลาง เพิ่มขึ้น ร้อยละ 4.73 ร้อยละ 1.58 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และส่งผลให้ประชาชนปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมาก เพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.63 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1

**หน้ากาก N95** (mask4) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า สวมหน้ากากอนามัยหน้ากาก N95 ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.05 ปรับตัวตามแนวปฏิบัติในปานกลางลดลง และ 17.27 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และส่งผลให้ประชาชนปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.45 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1

เมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของแต่ละทางเลือกพบว่า หากประชาชนสวมหน้ากากชนิดอื่นๆ (หน้ากากอนามัย, หน้ากากผ้า) ความน่าจะเป็นที่ประชาชนปรับตัวในน้อย เปลี่ยนแปลเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5.60 เป็น 10.65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ขณะที่ความน่าจะเป็นที่ประชาชนปรับตัวในระดับมาก เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5.10 เป็น 7.55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

**ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน** (mask cost1) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวในระดับน้อยและปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.67 และ 7.27 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 กล่วคือ ถ้าหน้ากากอนามัยต้นทุนสูงขึ้น ประชาชนที่ปรับตัวระดับน้อยและปานกลางจะปรับตัวเพิ่มขึ้น ในขณะที่ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือนเพิ่มขึ้น การปรับตัวของประชาชนตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 18.67 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 และการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ6.09 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

**พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก** (Frequency) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผู้คนควรให้ความสนใจกับการเฝ้าระวังอันตรายเวลาที่มีการทำกิจกรรมนอกบ้าน โดยมีการสวมหน้ากากอนามัย สวมใส่หน้ากากทำประจำ (ระหว่าง 4 ถึง 7 ครั้ง/สัปดาห์) และทำบางครั้ง (ระหว่าง 1 ถึง 3 ครั้ง/สัปดาห์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก สามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในค่อนข้างมากและมาก เพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.50 และ 2.45 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ตามลำดับ

**ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันเมื่อมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง** (mask WTP2) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันเมื่อมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลาง เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.03 และ 10.97 แล้วยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันเมื่อมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.31 และ 3.69 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ตามลำดับ

**ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว** (mask WTP3) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว ทุกๆ การ ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับปานกลางเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.34 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05, ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.10 และการระดับมากเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.79 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

**ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก** (mask WTP4) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อย ปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5.94 และ 16.15 การปรับตัวตามแนวปฏิบัติในค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้น 16.66 และ 5.44 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ตามลำดับ

**อาการที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย** (yes no sick) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก สามารถสรุปได้ว่า หากประชาชนได้รับฝุ่นละอองแล้วเกิดอาการเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.31 และ 20.62 การปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 16.78 และ 11.14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ตามลำดับ

**เครื่องฟอกอากาศ** (Air Purifier) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติของประชาชนเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนมีเครื่องฟอกอากาศภายในบ้านแล้ว เลือกเปิดเครื่องฟอกอากาศที่มีความสามารถช่วยลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lin et al. (2018) นั่นคือ การเฝ้าระวังอันตรายที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของตนเองและผู้อื่น พบว่าการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยลดลง ร้อยละ 4.45 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ขณะที่ประชาชนมีเครื่องฟอกอากาศภายในบ้านแล้วการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ13.01 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 และการปรับตัวค่อนข้างมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 11.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1

**ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง** (air purifier WTP2) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับปานกลางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 21.24 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้น ร้อยละ 26.81 และ 5.61 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ตามลำดับ

**ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก** (Air Purifier WTP4) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.10 เมื่อพิจารณาจากค่า Marginal Effect ในแต่ละระดับการปรับตัวตามแนวปฏิบัติ สามารถสรุปได้ว่า ประชาชนมีความยินดีที่จะจ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.10

สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองเชิงประจักษ์ ด้านการปรับตัวและป้องกันตนเองด้านสุขภาพ $PM_{2.5}$ ตัวแปรปัจจัยบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเว็ปไซด์ App2 เฟซบุ๊ก App3 โทรทัศน์ app 4 และด้านการป้องกันการเกิดโรคจาก $PM_{2.5}$ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (mask cost1) พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (frequency) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันเมื่อมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง (mask WTP2) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (mask WTP3)

ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mask WTP4) เครื่องฟอกอากาศ (air purifier) ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (air purifier WTP4) ส่งผลต่อการเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลาง เพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

นอกจากนี้ แบบจำลองเชิงประจักษ์ ด้านการปรับตัวและป้องกันตนเองด้านสุขภาพ $PM_{2.5}$ ปัจจัยบุคคลประกอบด้วย แหล่งสัมผัสฝุ่นควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย (place1) จากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ (place2) แหล่งรับข้อมูลข่าวสารเว็บไซต์ (app2) เฟซบุ๊ก (app3) ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน (app6) และและ ด้านการป้องกันการเกิดโรคจาก $PM_{2.5}$ ประกอบด้วย หน้ากาก (N95 mask4) ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (mask cost1) พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (frequency) มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (mask WTP2) ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (mask WTP3) ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mask WTP4) อาการเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย (yes no sick) ส่งผลต่อการเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 ดังสามารถสรุปได้ตารางที่ 33

**ตารางที่ 33** การเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติแต่ละระดับ

| รายการตัวแปร | น้อย | ปานกลาง | ค่อนข้างมาก | มาก |
|---|---|---|---|---|
| **ปัจจัยส่วนบุคคล** | | | | |
| **สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่ง** ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย (place1) | 0.0557758 | 0.2595852 | 0.21** | 0.830** |
| ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ (place2) $/^{dum}$ | 0.3726*** | 0.0996*** | 0.1020*** | 0.0348** |
| **รับข้อมูลข่าวสาร** เว็ปไซด์ (app 2) $/^{dum}$ | 0.0525** | 0.1268*** | 0.1411 | 0.0382*** |
| เฟซบุ๊ก (app 3) $/^{dum}$ | 0.0318* | 0.0864** | 0.0875 | 0.0306* |
| ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็ก โทรทัศน์ (app 4) $/^{dum}$ | 0.0377* | 0.1084** | 0.1007*** | 0.0454** |
| ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน (app 6) $/^{dum}$ | 0.0341** | 0.0928** | 0.0935** | 0.0334* |

**ตารางที่ 33** (ต่อ)

| รายการตัวแปร | น้อย | ปานกลาง | ค่อนข้างมาก | มาก |
|---|---|---|---|---|
| **พฤติกรรมการป้องกันและดูแลสุขภาพ** | | | | |
| หน้ากาก (N95 mask4) $/^{dum}$ | 0.0505*** | 0.1727*** | 0.0573 | 0.0245* |
| ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (mask cost1) $/^{dum}$ | 0.0267* | 0.0727* | 0.1867* | 0.0609*** |
| พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (frequency) $/^{dum}$ | 0.0666*** | 0.1811*** | 0.0750* | 0.0245* |
| มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (mask WTP2) $/^{dum}$ | 0.0403*** | 0.1097*** | 0.1131*** | 0.0369*** |
| ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (mask WTP3) $/^{dum}$ | 0.0196 | 0.0534** | 0.0551* | 0.0179** |
| ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mask WTP4) $/^{dum}$ | 0.0594*** | 0.1615*** | 0.1666*** | 0.0544*** |
| อาการเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย (yes no sick) $/^{dum}$ | 0.0731*** | 0.2062*** | 0.1678*** | 0.1114*** |
| เครื่องฟอกอากาศ (air purifier) $/^{dum}$ | 0.0445*** | 0.1301* | 0.1150* | 0.0597 |
| มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง (air purifier WTP2) $/^{dum}$ | 0.1118 | 0.2124*** | 0.2681** | 0.0561*** |
| ต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (air purifier WTP4) $/^{dum}$ | 0.0355* | 0.1068 | 0.0922 | 0.050 |

หมายเหตุ *, **, *** ระดับนัยสำคัญที่ 0.10, 0.05, 0.01 $/^{dum}$ คือ ตัวแปรหุ่น

**แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

**ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน**

ผลการศึกษาพบว่า สาเหตุของการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. สภาพภูมิอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กความกดอากาศและทิศทางลม อีกทั้งในพื้นที่เขตร้อนได้รับอิทธิพลของปรากฏการณ์เอนโซ่เป็นความแปรปรวนอุณหภูมิระดับผิวน้ำทะเลหรือเปลี่ยนแปลงมากขึ้นจะเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์เอลนีโญก็จะเกิดการส่งผลต่อความรุนแรงของฝุ่นมากขึ้น และทางตรงกันข้ามถ้าปรากฏการณ์ลานีญาส่งผลกระทบต่อ

ความรุนแรงของฝุ่นลดลง ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการเกิดปรากฏการณ์นั้นๆ อีกทั้งภาวะโลกร้อนปัจจัยนี้จะส่งผลกระทบต่อความรุนแรงฝุ่นเพิ่มขึ้น ถ้าแหล่งกำเนิดฝุ่นยังคงที่หรือเหมือนเดิม เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อน ส่งผลให้การที่บรรยากาศอุ่นขึ้น แต่อุณหภูมิที่พื้นดินอุ่นขึ้นช้ากว่าส่งผลให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ คือ อากาศจะระบายในภาคพื้นดินลดลงยิ่งส่งผลกระทบต่อความรุนแรงของฝุ่นรุนแรงมากขึ้น

2. สภาพภูมิประเทศ เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญของพื้นที่ภาคเหนือตอนบนเป็นเทือกเขาสูงสลับกับที่ราบหุบเขาเป็นแอ่งกระทะรวมกับสภาวะอากาศปิดเพราะสภาพอากาศเปลี่ยนอากาศนิ่งสะสมสภาพอากาศปิด ทำให้มีการสะสมของฝุ่นละอองในอากาศเพิ่มขึ้น

3. แหล่งกำเนิดฝุ่น พื้นที่นอกเมืองโดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือเกิดจากการเผาพื้นที่เกษตรและพื้นที่ป่าเกิดไฟป่าตามธรรมชาติ ไฟป่าที่เกิดจากการกระทำของคน โดยมีสาเหตุ ได้แก่ เก็บหาของป่า เผาไร่ แกล้งจุด ความประมาท ล่าสัตว์ และความคึกคะนอง

4. หมอกควันข้ามแดนประเทศ จากทิศทางลมที่พัดจากประเทศเพื่อนบ้านที่มีการเผา

**แนวโน้มของผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

ผลการศึกษาพบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีผลกระทบต่อสุขภาพสามารถแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ได้ดังต่อไปนี้

1. ฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นอันตรายต่อสุขภาพกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงยิ่งขึ้น เด็ก หญิงมีครรภ์ ผู้สูงวัย ผู้ที่เป็นโรคปอดหรือโรคหัวใจและผู้มีโรคประจำตัวเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กจะเป็นสาเหตุอาการกำเริบได้

**เด็กอยู่ในกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง** ส่วนใหญ่แล้วเด็กยิ่งอายุน้อยเท่าใด ความเสี่ยงยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ปอดและระบบภูมิคุ้มกันของเด็กยังอยู่ในระยะที่กำลังพัฒนา เมื่อเกิดการเผชิญกับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศจะขัดขวางการเจริญเติบโตของปอดในเด็กในวัยเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ใหญ่แล้วสอดคล้องกับ ภรณี อนุสนธิ (2558) เพราะเด็กใช้เวลาอยู่กลางแจ้งเพื่อเล่นกีฬาและทำกิจกรรมนอกบ้านมากกว่า นอกจากนั้นเด็กยังมีอัตราที่จะเป็นโรคหอบหืดและโรคระบบทางเดินหายใจที่รุนแรงอื่นๆ มากกว่า ซึ่งโรคเหล่านี้กำเริบขึ้นได้อย่างง่ายดายเมื่อระดับมลพิษในอากาศสูง

**หญิงมีครรภ์** ร่างกายจะอ่อนแอเป็นพิเศษกับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ การเผชิญกับมลพิษในอากาศจากฝุ่นละอองในระดับสูงระหว่างตั้งครรภ์มีความเชื่อมโยงกันกับการคลอดก่อนกำหนด น้ำหนักตัวทารกแรกคลอดต่ำ และความเสี่ยงที่จะเกิดการแท้งบุตรและอัตราการตายของทารกเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ (2563)

**ผู้สูงวัย** ต้องเผชิญกับความเสี่ยงเพิ่มขึ้นที่จะมีปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ ทั้งนี้เพราะระบบภูมิคุ้มกันของผู้สูงอายุมักจะอ่อนแอลง และร่างกายมักจะมีความสามารถ

น้อยลงที่จะรับมือกับมลพิษในอากาศ สอดคล้องกับ ชาธิสา เลาะครบุรี (2563) นอกจากนั้น ผู้สูงอายุยังมีแนวโน้มมากขึ้นที่จะมีอาการเกี่ยวกับโรคหัวใจหรือระบบทางเดินหายใจที่ยังไม่ได้รับการวินิจฉัย ซึ่งกำเริบขึ้นเนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

**ผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** คือ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้ โรคข้ออักเสบ โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง

2. ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศเป็นทั้งสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับปอดและระบบทางเดินหายใจและที่ทำให้โรคกำเริบขึ้นได้ ซึ่งรวมถึงโรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และโรคมะเร็งปอด

3. ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศอาจทำให้เกิดเหตุรุนแรงเฉียบพลันกับกล้ามเนื้อหัวใจได้ รวมทั้งหัวใจวาย หัวใจเต้นผิดจังหวะ หัวใจเต้นแรงขึ้น อัตราการผันแปรการเต้นของหัวใจลดลง ตลอดจนมีความเสี่ยงที่จะเกิดการตายจากภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน

4. การเผชิญกับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศเป็นระยะยาวเพิ่มความเสี่ยงที่จะทำให้หลอดเลือดแดงในสมองแข็งตัว ทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น และความหนืดของเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งล้วนแต่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดลิ่มเลือดในสมองได้

**แนวทางการป้องกันโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

ผลการศึกษาพบว่า การป้องกันและปฏิบัติของประชาชน 2 ข้อ ดังนี้

1. ประชาชนสวมหน้ากากอนามัยป้องกันฝุ่นหรือหน้ากาก $PM_{2.5}$

2. สังเกตด้วยสายตาและดูแอปพลิชั่นวัดค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ แล้วเปรียบค่ากับระดับสีการวัดคุณภาพอากาศ AQI ซึ่งของประเทศไทย

**แนวนโยบายของรัฐ**

ผลการศึกษาพบว่า แนวนโยบายของรัฐ 3 ข้อ ดังนี้

1. กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนกับภาครัฐเชื่อมโยงพลังทุกภาคส่วน แผนชุมชนจัดการแผนของชุมชนตัวเอง ตำบล จัดการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพเจอปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กเปลี่ยนจากยิ่งห้าม ยิ่งเผา ปรับวิธีสู่การประณีประนอมเพื่อสอดคล้องกับการดำรงชีพของคนในพื้นที่ “ไฟ” ยังจำเป็นต่อบริบทของชุมชนและสังคมการแก้แบบยั่งยืนแก้ทุกสาเหตุอย่างต่อเนื่องทั้งปี

2. ประเด็นด้านกฎหมายและนโยบาย เช่น เปลี่ยนจากห้ามเผาเด็ดขาด (Zero Burning) เป็นการบริการจัดการเชื้อเพลิง (File Management) เชื่อมโยงแผนจัดการของชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) กับข้อมูลวิทยาศาสตร์การเชื่อมโยงเครือข่ายสภาลมหายใจภาคเหนือเพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน

3. สิ่งที่ต้องเปลี่ยนในอนาคตจาก พระราชบัญญัติบรรเทาสาธารณภัย เมื่อเกิดภัยพิบัติไฟป่า ฝุ่นละอองขนาดเล็ก เป็น “พระราชบัญญัติกำกับดูแลการจัดการอากาศสะอาดเพื่อสุขภาพแบบบูรณาการ” ที่เน้นการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีกลไกและมีแผนยุทธศาสตร์ของภาครัฐอย่างชัดเจนเพื่อแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน เพราะบุคคลมีสิทธิที่จะดำรงชีวิตด้วยอากาศสะอาดที่ไม่ส่งผลร้ายต่อสุขภาพและไม่เสียชีวิตก่อนวัยอันควร ด้วยเพราะมีสิทธิในสุขภาพและสิทธิในชีวิตอันเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานที่ได้รับการคุ้มครองในฐานะสิทธิมนุษยชน อากาศสะอาด หมายถึง อากาศบริสุทธิ์ที่มีสิ่งแปลกปลอมและสารเคมีอยู่ในระดับต่ำที่ทำให้ทุกคนดำรงชีวิตได้อย่างปลอดภัยปราศจากโรค เมื่อรู้ว่าทุกคนต้องการอากาศที่สะอาด จึงเป็นหน้าที่ของทุกคนที่จะต้องร่วมมือกันรักษาคุณภาพอากาศซึ่งเป็นสาธารณะสมบัติของทุกคนให้สะอาด

**แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก CMSHC (Climate-Smart Healthcare)**

ผลการศึกษาพบว่า

1. ควรลดกิจกรรมนอกบ้าน (Reduce Outdoor Activities) อันตรายความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้จากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศจะเพิ่มขึ้นหากทำกิจกรรมนอกบ้านที่ใช้กำลังมากตามระยะเวลาที่อยู่กลางแจ้ง และระดับความรุนแรงของมลพิษ ดังนั้น เราสามารถลดอันตรายลงได้โดยลดระดับการใช้กำลัง (ตัวอย่างเช่น เดินแทนที่จะวิ่งเหยาะๆ) ลดเวลาอยู่กลางแจ้งลง และวางแผนเลี่ยงทำกิจกรรมในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่มีมลพิษสูง

2. อยู่ภายในอาคารเมื่อระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง (Protection Inside the Building) เมื่อระดับค่าฝุ่นขึ้นสูงขนาดที่เป็นอันตราย ให้พิจารณาการอยู่ภายในอาคารและย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคาร เช่น แทนที่จะออกกำลังบริหารร่างกายกลางแจ้ง ให้มาออกกำลังในโรงยิมแทนเพื่อใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมที่อากาศสะอาดกว่า

3. ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Improve Indoor Air Quality) ปิดหน้าต่างให้หมดในช่วงฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง ปรับเครื่องปรับอากาศให้ใช้อากาศภายในอาคารหมุนเวียนแทนการดึงเอาอากาศภายนอกเข้ามา พิจารณาการใช้เครื่องฟอกอากาศที่มีเครื่องกรองอนุภาคฝุ่นละอองที่มีประสิทธิภาพสูง ทั้งนี้เพื่อลดระดับอนุภาคภายในอาคาร แต่ควรมั่นใจว่าเครื่องฟอกอากาศนั้นมีขนาดเหมาะกับห้อง คอยดูแลให้บริเวณแวดล้อมบ้านปราศจากควัน และหลีกเลี่ยงการใช้สิ่งของที่ก่อให้มีการเผาไหม้

4. สวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสม (Masked) เมื่อสวมอย่างถูกต้องแล้วหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจจะสามารถกรองอนุภาคฝุ่นละอองที่สร้างมลพิษในอากาศได้สูงถึงร้อยละ 99 (หน้ากาก N95 กรองได้อย่างน้อย ร้อยละ 95 ส่วนหน้ากาก N99 กรองได้ ร้อยละ 99)

แต่หน้ากากเหล่านี้จะใช้การได้ดีก็ต่อเมื่อสวมอย่างถูกต้องเท่านั้น ดังนั้น ต้องแน่ใจว่าสวมตามวิธีการที่ระบุไว้และหมั่นตรวจสอบให้หน้ากากกระชับกับหน้าอย่างเหมาะสม อนึ่ง ควรเข้าใจว่าหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจต้านฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เหมือนกับกับหน้ากากที่แพทย์และพยาบาลใส่ในห้องผ่าตัดหรือหน้ากากที่ทำจากผ้าหรือกระดาษ ซึ่งหน้ากากพวกนี้ไม่มีประสิทธิผลโดยสิ้นเชิงในการต้านมลพิษในอากาศจากอนุภาคฝุ่นละออง หน้ากาก N95 และ N99 มีจำหน่ายตามร้านค้าส่วนใหญ่

5. การเฝ้าตรวจสอบระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบเรียลไทม์และการพยากรณ์ดัชนีคุณภาพอากาศ (Real-time monitoring of $PM_{2.5}$) ซึ่งมีพร้อมให้ดูออนไลน์และผ่านสมาร์ทโฟน เช่น Asia Air Quality (Android), Global Air Quality (Android) และ Air Quality Index (iOS)

6. เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาด $PM_{2.5}$ เปรียบเทียบกับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI เพื่อปฏิบัติตามข้อที่ถูกต้อง (Compare $PM_{2.5}$ and AQI to Comply with the Guidelines)

**ตารางที่ 34** เปรียบเทียบ $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI

| | 0-50 | 51-100 | 101-150 | 151-200 | 201-300 | 301-500 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ความหมายของสี | ดี | ปานกลาง กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ | ไม่ดีต่อสุขภาพ กลุ่มเสี่ยงและกลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ | ไม่ดีต่อสุขภาพทุกคน | ไม่ดีต่อสุขภาพอย่างมาก ทุกคน | อันตราย ทุกคน |

ที่มา: ผลการศึกษา

## แนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare)

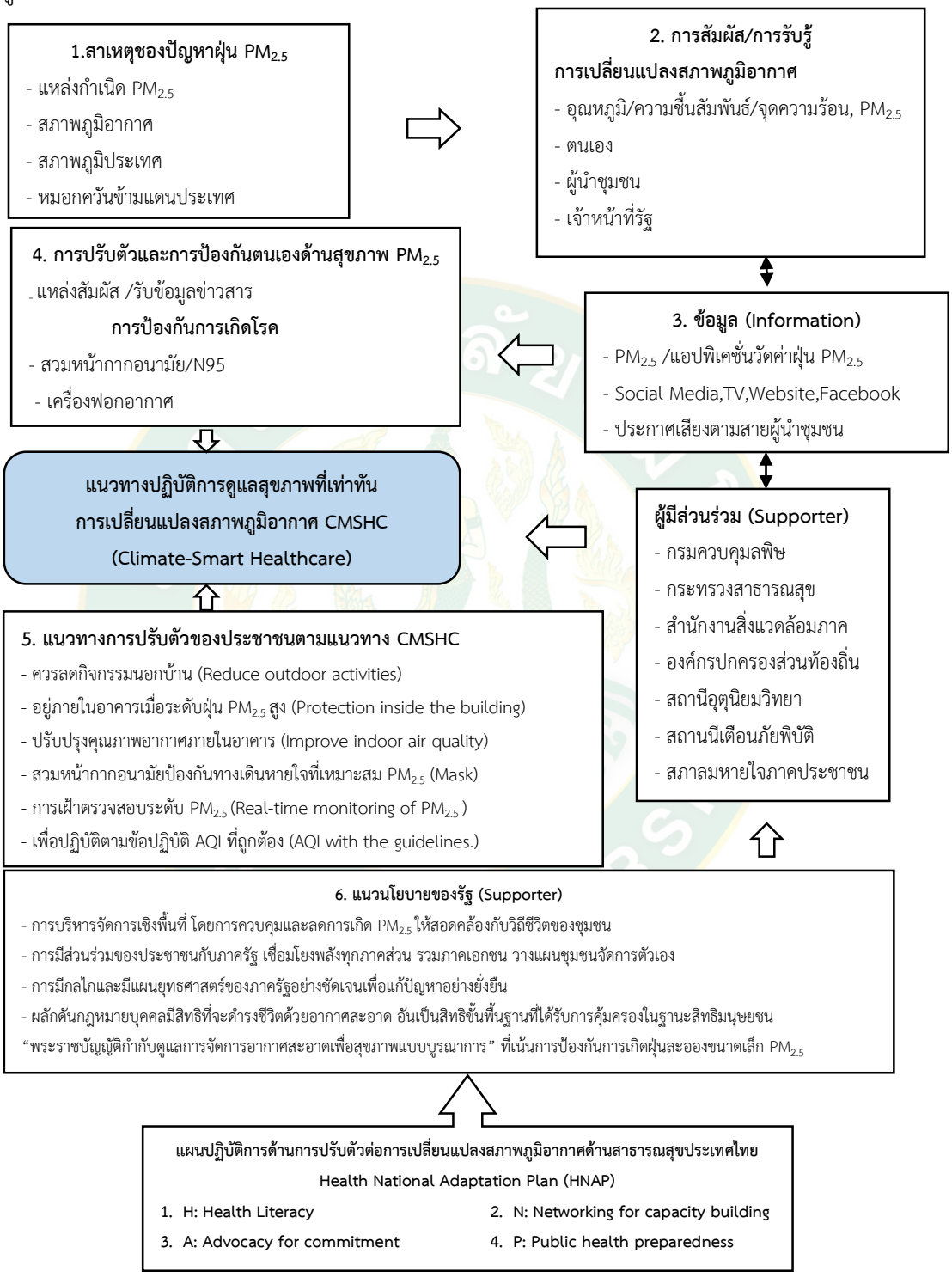
| ดัชนีคุณภาพอากาศ | กลุ่มคนไวต่อมลพิษในอากาศ $PM_{2.5}$ | ข้อควรปฏิบัติ |
|---|---|---|
| **ดี 0-50** | **ทุกคน** คุณภาพอากาศดีมาก ควรออกไปทำกิจกรรมนอกบ้าน | |
| **ปานกลาง 51-100** | **กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** | **กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ:** พิจารณาลดกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน เฝ้าสังเกตอาการอ เช่น หายใจลำบาก หรือหายใจหอบถี่ ไอ ซึ่งเป็นอาการที่แสดงว่าควรลดการใช้กำลังกายลง **ทุกคน:** ควรออกไปทำกิจกรรมนอกบ้าน |
| **ไม่ดีต่อสุขภาพสำหรับกลุ่มเสี่ยง 101-150** | **กลุ่มเสี่ยงและกลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** | **กลุ่มเสี่ยง:** ลดกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน อยู่กลางแจ้งได้ไม่เป็นปัญหา แต่ควรพักบ่อยๆ และทำกิจกรรมที่ไม่หักโหมนัก เฝ้าสังเกตอาการอย่างเช่นหายใจลำบาก หรือหายใจหอบถี่ ไอ **กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** ควรมียาบรรเทาอาการติดตัวอยู่เสมอ เกิดอาการ ใจสั่น หายใจลำบาก หรือเหนื่อยล้าผิดปกติบ่งถึงภาวะร้ายแรงได้ ควรพบแพทย์ผู้ดูแลทันที |
| **ไม่ดีต่อสุขภาพ 151-200** | **ทุกคน** | **กลุ่มเสี่ยง:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน ย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคารหรือเมื่อคุณภาพอากาศดีขึ้น **ทุกคน:** ลดกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน หยุดพักบ่อยขึ้นขณะทำกิจกรรมกลางแจ้ง |
| **ไม่ดีต่อสุขภาพอย่างมาก 201-300** | **ทุกคน** | **กลุ่มเสี่ยง:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมนอกบ้านทุกอย่าง ย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคารหรือเมื่อคุณภาพอากาศดีขึ้น **ทุกคน:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน พิจารณาการย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคารหรือเมื่อคุณภาพอากาศดีขึ้น |
| **อันตราย 301-500** | **ทุกคน** | **ทุกคน:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมนอกบ้านทุกอย่าง **กลุ่มเสี่ยง:** ให้อยู่ภายในอาคารและไม่ทำกิจกรรมมาก ควร**ปฏิบัติตาม CMSHC** |

ที่มา: จากผลการศึกษา

หมายเหตุ กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ คือ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้ โรคข้ออักเสบ โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง
กลุ่มเสี่ยง คือ ผู้สูงอายุ อายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป หญิงตั้งครรภ์และเด็ก
ทุกคน คือ ประชาชนทั่วไป

การศึกษาครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเพื่อแนวทางการดูแลสุขภาพของประชาชนที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผ่านแบบจำลองทางเศรษฐมิติ เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาออกแบบแนวปฏิบัติ (Climate-Smart Healthcare) ทั้งด้านสังคม 1) สาเหตุของปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ 2) การสัมผัส/การรับรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3) ข้อมูล (Information) และ และ 4) การปรับตัวและการป้องกันตนเองด้านสุขภาพ $PM_{2.5}$ และการป้องกันการเกิดโรค ด้านรัฐบาลเป็นผู้มีส่วนร่วม (Supporter) ได้แก่ กรมควบคุมลพิษ กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สถานีอุตุนิยมวิทยา สถานนีเตือนภัยพิบัติ และภาคประชาชน เช่น สภาลมหายใจภาคประชาชน เพื่อเข้าสู่แนวทางการปรับตัวของประชาชนตามแนวทาง CMSHC ดังนี้ 1) ควรลดกิจกรรมนอกบ้าน (Reduce Outdoor Activities) 2) อยู่ภายในอาคารเมื่อระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ สูง (Protection inside the building) 3) ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Improve Indoor Air Quality) 4) สวมหน้ากากอนามัยป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสม $PM_{2.5}$ (Mask) และ 5) การเฝ้าตรวจสอบระดับ $PM_{2.5}$ (Real-Time Monitoring of $PM_{2.5}$) และ 6) เพื่อปฏิบัติตามข้อปฏิบัติ AQI ที่ถูกต้อง (AQI with the Guidelines.) นำเข้าสู่แนวนโยบายของรัฐ (Supporter) 1) การบริหารจัดการเชิงพื้นที่ โดยการควบคุมและลดการเกิด $PM_{2.5}$ ให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชน 2) การมีส่วนร่วมของประชาชนกับภาครัฐ เชื่อมโยงพลังทุกภาคส่วน รวมภาคเอกชน วางแผนชุมชนจัดการตัวเอง 3) การมีกลไกและมีแผนยุทธศาสตร์ของภาครัฐอย่างชัดเจนเพื่อแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน และ 4) ผลักดันกฎหมายบุคคลมีสิทธิที่จะดำรงชีวิตด้วยอากาศสะอาด อันเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานที่ได้รับการคุ้มครองในฐานะสิทธิมนุษยชน “พระราชบัญญัติกำกับดูแลการจัดการอากาศสะอาดเพื่อสุขภาพแบบบูรณาการ” ที่เน้นการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ แผนปฏิบัติการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุขประเทศไทย หรือ Health National Adaptation Plan (HNAP) ของประเทศไทย ประกอบไปด้วยยุทธศาสตร์สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ 1) H: Health Literacy การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและทักษะของประชาชนในการปรับตัวและจัดการตนเองต่อภัยสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2) N: Networking for Capacity Building การบูรณาการศักยภาพทุกภาคส่วนร่วมขับเคลื่อนการสาธารณสุขจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเข้มแข็ง 3) A: Advocacy for Commitment การเสริมสร้างความพร้อมของประเทศด้านการสาธารณสุขจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรองรับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและความมั่นคงของประเทศ และ 4) P: Public Health Preparedness การพัฒนาระบบการสาธารณสุขของประเทศรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีมาตรฐานสากล ซึ่งแผนนี้เราได้จัดทำล้อกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนแม่บทการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับชาติส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมและสุขภาพ

ทั้งนี้สามารถแสดงภาพแนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare) ดังนี้




**ภาพที่ 32** แนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare)

ที่มา: ดัดแปลงจาก นิโรจน์ สินณรงค์ (2559)

# บทที่ 5
# สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา “ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน” โดยข้อมูลทุติยภูมิด้านสภาพอากาศ สถิติค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก ฝุ่นละอองขนาดเล็ก จำนวนจุดความร้อนและสถิติจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ของกลุ่มโรคสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก การสำรวจประชาชนด้วยแบบสอบถามข้อมูลแนวปฏิบัติวิธีการป้องกันฝุ่นละอองในอากาศ และเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการความรู้และประสบการณ์ด้านฝุ่นละอองขนาดเล็ก ด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในพื้นที่ศึกษา ตลอดจนข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

## สรุปผล

### ส่วนที่ 1 ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ผู้วิจัยวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอุตุนิยมวิทยา สถิติค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กจำนวนจุดความร้อนและสถิติจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ของโรคสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่ โรคทางเดินหายใจ โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคหลอดเลือดในสมอง แบบพาเนลแบบรายเดือน 12 เดือน จำนวน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และลำพูน จำนวน 8 ปี (ปี พ.ศ. 2557-2563) โดยทำการวิเคราะห์ความนิ่งของข้อมูล ทดสอบรูปแบบสมการแบบ Fixed และ Random Effects และตรวจสอบปัญหาความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่ และแก้ไขปัญหาด้วยการประมาณค่าแบบกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไปที่เป็นไปได้ ผลการศึกษา พบว่า

**โรคทางเดินหายใจ COPD** ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคทางเดินหายใจ COPD ดังนี้ ตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.42 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.92 จุดความร้อน Hotspot เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่เพิ่มขึ้น

ร้อยละ 0.04 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.25 และตัวแปร ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.42

**โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD** ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD ดังนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.28 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.06 จุดความร้อน Hotspot มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.03 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ CHD เพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.12

**โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE** ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก โรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE ดังนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.47 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE ผู้ป่วยรายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.06 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ (%) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 มีผลต่อมีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.48

ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นความรู้ใหม่ และช่วยเพิ่มความตระหนักรู้แก่ประชาชนด้านสุขภาพต่อปัจจัยที่ส่งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน และเป็นข้อมูลพื้นฐานหลักในการการศึกษาการปรับตัวของประชาชนและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**ส่วนที่ 2 การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 400 คน โดยนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองเชิงประจักษ์ (Empirical Model) 2 รูปแบบ คือ การปรับตัวและป้องกันตนเองด้านสุขภาพ และการป้องกันการโรค มีการแปรผลการวิเคราะห์ ตัวแปรปัจจัยบุคคลการปรับตัวตามแนวปฏิบัติเมื่อได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ประกอบด้วย แหล่งสัมผัสฝุ่นควันจากเผาทางการเกษตร (place1) และการเผาขยะหรือเศษใบไม้ (place2) ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเว็ปไซด์ (App2) จากเฟซบุ๊ก (App3) โทรทัศน์ (App4) และปัจจัยด้านตัวแปรพฤติกรรมการป้องกันและดูแลสุขภาพ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (Mask Cost1) พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (Frequency) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันเมื่อมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง (Mask WTP2) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกัน

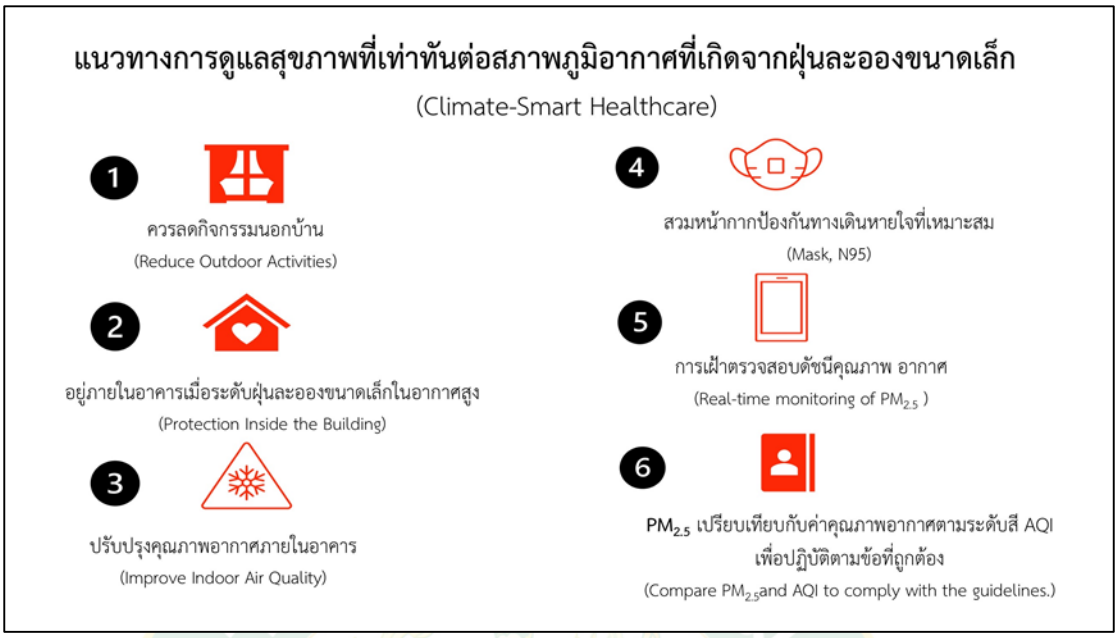
โรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (Mask WTP3) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Mask WTP4) เครื่องฟอกอากาศ (Air Purifier) ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Air Purifier WTP4) ส่งผลต่อการเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลาง ปรับตัวระดับสูงขึ้นในทิศทางบวก

**ส่วนที่ 3 แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

เป็นข้อมูลที่ได้โดยผลการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนักวิชาการเกี่ยวกับด้านฝุ่นละอองขนาดเล็ก ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสาธารณสุขและสุขภาพและกลุ่มองค์กรภาคประชาชน (สภาลมหายใจเชียงใหม่) เพื่อให้ได้แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ข้อควรปฏิบัติของประชาชน ดังนี้

1. ควรลดกิจกรรมนอกบ้าน
2. อยู่ภายในอาคารเมื่อระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง
3. ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารปิดหน้าต่างให้หมดในช่วงฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง โดยการใช้เครื่องฟอกอากาศหรือเครื่องปรับอากาศ (ถ้ามี)
4. สวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสม
5. การเฝ้าตรวจสอบระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบเรียลไทม์
6. เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับค่า AQI ค่าคุณภาพอากาศตามระดับสีเพื่อปฏิบัติตามข้อที่ถูกต้อง

แนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก CMSHC (Climate-Smart Healthcare) ดังภาพที่ 33




**ภาพที่ 33** แนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare)

ทั้งนี้เพื่อให้ประชาชนแนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare) เปรียนเทียบค่า $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI ในการใช้ชีวิตประจำได้ถูกต้องตามสี ดังตารางที่ 35

**ตารางที่ 35** เปรียบเทียบ $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI

| | 0-50 | 51-100 | 101-150 | 151-200 | 201-300 | 301-500 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ความหมายของสี | ดี | ปานกลาง กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ | ไม่ดีต่อสุขภาพ กลุ่มเสี่ยงและกลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ | ไม่ดีต่อสุขภาพ ทุกคน ไม่ดี | ไม่ดีต่อสุขภาพอย่างมาก ทุกคน | อันตราย ทุกคน |

ที่มา: ผลการศึกษา

**ตารางที่ 36** ข้อควรปฏิบัติกลุ่มคนไวต่อมลพิษในอากาศ $PM_{2.5}$ กับค่าคุณภาพอากาศตามระดับสี AQI

| ดัชนีคุณภาพอากาศ | กลุ่มคนไวต่อมลพิษในอากาศ $PM_{2.5}$ | ข้อควรปฏิบัติ |
|---|---|---|
| **ดี 0-50** | **ทุกคน** คุณภาพอากาศดีมาก ควรออกไปทำกิจกรรมนอกบ้าน | |
| **ปานกลาง 51-100** | **กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** | **กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ:** พิจารณาลดกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน เฝ้าสังเกตอาการอ เช่น หายใจลำบาก หรือหายใจหอบถี่ ไอ ซึ่งเป็นอาการที่แสดงว่าควรลดการใช้กำลังกายลง<br>**ทุกคน:** ควรออกไปทำกิจกรรมนอกบ้าน |
| **ไม่ดีต่อสุขภาพสำหรับกลุ่มเสี่ยง 101-150** | **กลุ่มเสี่ยงและกลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** | **กลุ่มเสี่ยง:** ลดกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน อยู่กลางแจ้งได้ไม่เป็นปัญหา แต่ควรพักบ่อยๆ และทำกิจกรรมที่ไม่หักโหมนัก เฝ้าสังเกตอาการอย่างเช่นหายใจลำบาก หรือหายใจหอบถี่ และไอ<br>**กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ** ควรมียาบรรเทาอาการติดตัวอยู่เสมอ เกิดอาการ ใจสั่น หายใจลำบาก หรือเหนื่อยล้าผิดปกติบ่งถึงภาวะร้ายแรงได้ ควรพบแพทย์ผู้ดูแลทันที |
| **ไม่ดีต่อสุขภาพ 151-200** | **ทุกคน** | **กลุ่มเสี่ยง:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน ย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคารหรือเมื่อคุณภาพอากาศดีขึ้น<br>**ทุกคน:** ลดกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน หยุดพักบ่อยขึ้นขณะทำกิจกรรมกลางแจ้ง |
| **ไม่ดีต่อสุขภาพอย่างมาก 201-300** | **ทุกคน** | **กลุ่มเสี่ยง:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมนอกบ้านทุกอย่าง ย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคารหรือเมื่อคุณภาพอากาศดีขึ้น<br>**ทุกคน:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ต้องใช้แรงมากหรือเวลานาน พิจารณาการย้ายไปทำกิจกรรมภายในอาคารหรือเมื่อคุณภาพอากาศดีขึ้น |
| **อันตราย 301-500** | **ทุกคน** | **ทุกคน:** หลีกเลี่ยงกิจกรรมนอกบ้านทุกอย่าง<br>**กลุ่มเสี่ยง:** ให้อยู่ภายในอาคารและไม่ทำกิจกรรมมาก ควรปฏิบัติตาม CMSHC |

ที่มา: จากผลการศึกษา

หมายเหตุ กลุ่มผู้ที่เสี่ยงเป็นพิเศษ คือ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้ โรคข้ออักเสบ โรคเบาหวาน และโรคมะเร็ง
กลุ่มเสี่ยง คือ ผู้สูงอายุ อายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป หญิงตั้งครรภ์และเด็ก
ทุกคน คือ ประชาชนทั่วไป

แนวทางปฏิบัติการดูแลสุขภาพที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ CMSHC (Climate-Smart Healthcare) การศึกษาครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและโรคที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กด้านสังคม 1) สาเหตุของปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ 2) การสัมผัส/การรับรู้ 3) ข้อมูล (Information) และ 4) การปรับตัวและการป้องกันตนเองด้านสุขภาพ $PM_{2.5}$ และการป้องกันการเกิดโรค ด้านรัฐบาลเป็นผู้มีส่วนร่วม (Supporter) ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สถานีอุตุนิยมวิทยา สถานนีเตือนภัยพิบัติและภาคประชาชน เช่น สภาลมหายใจภาคประชาชน เพื่อเข้าสู่แนวทางการปรับตัวของประชาชนตามแนวทาง CMSHC ดังนี้ 1) ควรลดกิจกรรมนอกบ้าน (Reduce Outdoor Activities) 2) อยู่ภายในอาคารเมื่อระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ สูง (Protection Inside the Building) 3) ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Improve Indoor Air Quality) 4) สวมหน้ากากอนามัยป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสม $PM_{2.5}$ (Mask) 5) การเฝ้าตรวจสอบระดับ $PM_{2.5}$ (Real-Time Monitoring of $PM_{2.5}$) และ 6) เพื่อปฏิบัติตามข้อปฏิบัติ AQI ที่ถูกต้อง (AQI with the Guidelines.) นำเข้าสู่ แนวนโยบายของรัฐ (Supporter) 1) การบริหารจัดการเชิงพื้นที่โดยการควบคุมและลดการเกิด $PM_{2.5}$ ให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชน 2) การมีส่วนร่วมของประชาชนกับภาครัฐ เชื่อมโยงพลังทุกภาคส่วน รวมภาคเอกชน วางแผนชุมชนจัดการตัวเอง 3) การมีกลไกและมีแผนยุทธศาสตร์ของภาครัฐอย่างชัดเจนเพื่อแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน และ 4) ผลักดันกฎหมายบุคคลมีสิทธิที่จะดำรงชีวิตด้วยอากาศสะอาด อันเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานที่ได้รับการคุ้มครองในฐานะสิทธิมนุษยชน “พระราชบัญญัติกำกับดูแลการจัดการอากาศสะอาดเพื่อสุขภาพแบบบูรณาการ” เน้นการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ เพื่อให้สอดคล้องกับแผนปฏิบัติการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุขประเทศไทย หรือ Health National Adaptation Plan (HNAP) ของประเทศไทย ประกอบไปด้วยยุทธศาสตร์สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ 1) H: Health Literacy 2) N: Networking for Capacity Building 3) A: Advocacy for Commitment และ 4) P: Public Health Preparedness

## อภิปรายผล

จากการปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ดังนี้ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.25 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ พิพัฒน์ คงทรัพย์ (2564) พบว่า $PM_{2.5}$ เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดอาการกำเริบเฉียบพลันของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง COPD มารับการรักษาที่โรงพยาบาลจังหวัดน่าน ในช่วงหน้าหนาวจนถึงฤดูแล้ง (ธันวาคมถึงมิถุนายน) ของทุกปีซึ่งมีสภาวะ

อากาศแห้งและนิ่ง มักพบการเพิ่มสูงขึ้นของฝุ่นละอองในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด มีผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROK เช่นกันกับผลการศึกษาของ Chairattanawan, & Patthirasinsiri (2020)

นอกจากนี้ $PM_{2.5}$ มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด CHD รายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.06 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Amsalu et al. (2019) พบว่า มลพิษทางอากาศและโรคหัวใจและหลอดเลือดความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) เป็นปัญหาที่เพิ่มขึ้นในประเทศจีน ทั้งนี้ $PM_{2.5}$ มีผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROKE STROKE ผู้ป่วยรายใหม่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.47 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Haikerwal et al. (2015) พบว่า $PM_{2.5}$ ทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดหัวใจเฉียบพลัน รวมทั้งภาวะหัวใจหยุดเต้นและโรคหัวใจขาดเลือดในระหว่างที่เกิดไฟป่าไฟป่าในรัฐวิกตอเรียประเทศออสเตรเลีย โดยที่ความร้อนสูง $PM_{2.5}$ ค่าเฉลี่ยรายวัน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ จุดความร้อน Hot Spot ความร้อนสูงส่งผลโดยตรงต่อการเกิดอาการของโรค เมื่อระดับ $PM_{2.5}$ สูงมากเกินปกติ ยังมีการศึกษาของ Downward et al. (2018) การสัมผัสกับฝุ่นขนาดเล็กมาก $PM_{10}$ และ $PM_{2.5}$ มีผลต่อสาเหตุของโรคต่างๆ รวมทั้งโรคหลอดเลือดหัวใจ

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น พบว่า ตัวแปรสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด อุณภูมิเฉลี่ยต่ำสุด ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์) ตัวแปร $PM_{2.5}$ จุดความร้อน Hotspot ส่งผลต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหัวใจและหลอดเลือด CHD และโรคหลอดเลือดในสมอง CD หรือ STROK ซึ่งข้อมูลที่ได้ช่วยเพิ่มความตระหนักรู้ให้แก่ประชาชนต่อผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate-Smart Healthcare)

นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบว่า ปัจจัยการเกิดฝุ่นแหล่งสัมผัสฝุ่นควันจากการเผาทางการเกษตร (place1) และจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ (place2) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Thongsaeng et al. (2019) ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่เมืองมีแหล่งกำเนิด 5 แหล่ง ได้แก่ Traffic Emission, Biomass Burning, Soil Dust, Construction Dust และ Industry ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเว็ปไซด์ (App2) ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเฟซบุ๊ก (App3) ข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กโทรทัศน์ (app4) และประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน (App5) และปัจจัยด้านตัวแปรพฤติกรรมการป้องกันและดูแลสุขภาพ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน (Mask cost1) พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากาก (Frequency) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันเมื่อมีปัญหาสุขภาพของตัวเอง (Mask WTP2) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว (Mask WTP3) ยินดีจะจ่ายเงินซื้อหน้ากากเพื่อต้องการให้ครอบครัว ลูกหลาน

และคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Mask WTP4) ส่งผลต่อการเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับค่อนข้างมากและมากเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งการซื้อเครื่องฟอกอากาศ (Air Purifier) เพื่อลดปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jaichuen & Sartmoon (2020) การพิจารณาเลือกซื้อเครื่องฟอกอากาศจะดูจากระเบียบสุขอนามัย ความปลอดภัยและสุขภาพ และยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศเพราะต้องการคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็กส่งผลต่อการเพิ่มโอกาสที่ส่งผลให้ประชาชนการปรับตัวตามแนวปฏิบัติในระดับน้อยและปานกลางเพิ่มขึ้น ในทิศทางเดียวกัน (Air Purifier WTP4) สอดกับผลการศึกษาของ Naranuphap & Attavanich (2020) พบว่า เหตุผลจำนวนสมาชิกในครัวเรือนและการที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าความเต็มใจที่จะจ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศเพิ่มขึ้น

ดังนั้นแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Climate-Smart Healthcare) ข้อควรปฏิบัติของประชาชน ดังนี้ 1) ควรลดกิจกรรมนอกบ้าน 2) อยู่ภายในอาคารเมื่อระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง 3) ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ปิดหน้าต่างให้หมดในช่วงฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง โดยการใช้เครื่องฟอกอากาศหรือเครื่องปรับอากาศ (ถ้ามี) 4) สวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสม 5) การเฝ้าตรวจสอบระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบเรียลไทม์ และ 6) เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ กับค่า AQI ค่าคุณภาพอากาศตามระดับสีเพื่อปฏิบัติตามข้อที่ถูกต้อง ทั้งนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chairattanawan & Patthirasinsiri (2020) พบว่า ข้อปฏิบัติภาคประชาชน 1) เข้าถึงข้อมูลจากการประชาสัมพันธ์ของภาครัฐอย่างถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อให้เกิดการมี ส่วนร่วมในการรับรู้เกี่ยวกับแหล่งกำเนิด $PM_{2.5}$ การป้องกันและดูแลสุขภาพตนเองให้ปลอดภัยเมื่อ สภาวะแวดล้อมเกิด $PM_{2.5}$ 2) สวมใส่หน้ากากที่สามารถป้องกันฝุ่น $PM_{2.5}$ เช่น หน้ากาก N95 หรือหน้ากากอนามัย ธรรมดาที่ประกบกับกระดาษทิชชู 2 แผ่น ที่ป้องกัน $PM_{2.5}$ ได้ 90-100 % และ 80-90 % ตามลำดับ 3) งดกิจกรรมภายนอกอาคาร หากพบว่าภายนอกอาคารมี $PM_{2.5}$ ในระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ และ 4) ร่วมกันปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่ทำให้เกิดอากาศบริสุทธิ์อีกทั้งยังทำให้เกิดความชุ่มชื้นของอากาศมากขึ้น

ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องจากผลการศึกษาของ Luhunga et al. (2019) ประเมินการมีส่วนร่วมของ Global Framework for Climate การปรับตัวในประเทศแอฟริกา (GFCS APA) ในกระบวนการปรับแผนแห่งชาติ (NAP) สำหรับแทนซาเนียสอดคล้องกับแผนปฏิบัติการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุข หรือ Health National Adaptation Plan (HNAP) ของประเทศไทย ประกอบไปด้วยยุทธศาสตร์สำคัญ 4 ด้าน ได้แก่

**1. H: Health Literacy** การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนและทักษะของประชาชนในการปรับตัวและจัดการตนเองต่อภัยสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

**2. N: Networking for Capacity Building** การบูรณาการศักยภาพทุกภาคส่วนร่วมขับเคลื่อนการสาธารณสุขจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเข้มแข็ง

**3. A: Advocacy for Commitment** การเสริมสร้างความพร้อมของประเทศด้านการสาธารณสุขจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รองรับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและความมั่นคงของประเทศ

**4. P: Public Health Preparedness** การพัฒนาระบบการสาธารณสุขของประเทศรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีมาตรฐานสากล ซึ่งแผนนี้เราได้จัดทำล้อกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนแม่บทการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับชาติด้วย เพราะฉะนั้นแนวทาง ตัวชี้วัด และเป้าหมายจะมีความสอดคล้องกัน

## ข้อเสนอแนะ

**ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยในครั้งนี้**

จากผลศึกษาวัตถุประสงค์ที่ 1 ศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ข้อพบในข้อเสนอแนะ พบว่า

1. ควรที่จะสนับสนุนภาคประชาชน ประชาชนเข้าใจถึงปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ส่วนลดคูปองสินค้าเกี่ยวข้องการป้องกันฝุ่น

2. ควรจัดทำแผนสุขภาพและสวัสดิการจะดำเนินการเพื่อเชื่อมโยงกับท้องถิ่นและเชื่อมโยงการแพร่โรคระบาดโควิด ใช้หน้ากากป้องกันเหมือนกันที่สามารถป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กและป้องกันโควิดพร้อมกัน

3. เมื่อภาวะฝุ่น $PM_{2.5}$ ให้เจ้าหน้าที่จากอนามัยชุมชนที่ทำหน้าที่เป็น Key Player คอยตรวจสอบว่าแต่ละวันข้อมูลที่กรมอุตุนิยมวิทยาส่งมาอยู่ในเกณฑ์สีอะไร (เขียวถึงม่วง) แล้วจึงให้คำแนะนำตามสีนั้นเพื่อที่จะให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอาสาสมัคร (อสม.) ในพื้นที่สามารถเอาไปใช้ในการสื่อสารเตือนภัยที่เหมาะสมได้ในการสื่อสารกับวิทยุเสียงตามสาย (ผู้ใหญ่บ้าน) หรือเครือข่ายวิทยุชุมชนในพื้นที่ในการออกข่าวประกาศหรือให้คำแนะนำ

จากผลศึกษาวัตถุประสงค์ที่ 2 วิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ข้อพบในข้อเสนอแนะ พบว่า

1. ควรมีมอนิเตอร์รายงายฝุ่นละอองขนาดเล็กในจังหวัด องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) ข้อมูล Big Data แสดงระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กเปรียบเทียบลดลงจากปีที่แล้ว

2. สนับสนุนธุรกิจที่ช่วยลดปัญหาฝุ่น ธุรกิจเอกชน SME หรือ Start Up ป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็กระยะเวลา 10 ปี เช่น ลดอัตราภาษีสำหรับธุรกิจที่สามารถลดปัญหาฝุ่นเพื่อจูงใจผู้ประกอบการ

จากผลศึกษาวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อหาแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ข้อพบในข้อเสนอแนะ พบว่าควรมีนโยบายสาธารณะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทำโครงการปราศจากฝุ่นที่สามารถวัดผลได้และได้รับเงินสนับสนุนหรือรับเงินอุดหนุนจากรัฐ

**ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่มีผู้ศึกษากันน้อยและประชาชนยังไม่ให้ความสนใจหรือตระหนักถึงปัญหามากเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรนำผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปลงแก้ปัญหาในชุมชนด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research) เพื่อนำคนในชุมชนทั้งหมดมาร่วมกันถกปัญหาและแก้ไขปัญหาร่วมกับนักวิจัย เพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาและป้องกันปัญหาผลกระทบทางสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อไป

# บรรณานุกรม


กรมควบคุมมลพิษ. 2562. **มลพิษหมอกควันในประเทศไทย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.pcd.go.th/airandsound/%e0%b8%a1 (30 ตุลาคม 2564).

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2563. **ค่าความชื้อสัมพัทธ์ในอากาศ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.tmd.go.th/region.php?RegionID=1 (30 ตุลาคม 2564).

กระทรวงสาธารณสุข. 2564. **กราฟิกกระบวนส่องผ่านฝุ่นละอองขนาดเล็ก**. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2561. **การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กองพับบก. 2562. **การใช้ ฮ KA-32 เฮลิคอปเตอร์ส่วนบัญชาการของกองทัพบก**. กรุงเทพฯ: กองทัพบก กระทรวงมหาดไทย.

ขจรศักดิ์ แก้วขจร. 2561. **ผลกระทบจากการสัมผัสฝุ่นจิ๋ว $PM_{2.5}$**. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.

ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ และ ณัฐพศุตม ภัทธิราสินสิริ. 2563. แหล่งกำเนิดผลกระทบและแนวทางจัดการฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย. **Journal of the Association of Researchers**, 25, 461-474.

เครือข่ายอากาศสะอาด (CLEAN AIR NETWORK THAILAND). 2562. **ผลกระทบต่อสุขภาพจากการหายใจอากาศที่ปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://thailandcan.org (30 ตุลาคม 2564).

เจนจิรา นามจตุรัส. 2562. **นโยบายระดับชาติสู้มลพิษทางอากาศของประเทศจีน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://techsauce.co/tech-and-biz/chinas-solutions-to-air-pollution (9 กุมภาพันธ์ 2565).

ชลรส เจริญรัตน์. 2563. **การสูดมลพิษก็จะมากกว่าผู้หญิงที่ไม่ตั้งครรภ์**. เชียงใหม่: โรงพยาบาลเชียงใหม่ราม.

ชาติทนง ยอดวุฒิ. 2562. **อันตรายจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลกรุงเทพ.

ชาธิสา เลาะครบุรี. 2563. **มลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศจากท่อไอเสียรถยนต์ส่วนบุคคล**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

ณรงค์พันธ์ ฉุนรัมย์. 2562. **การกระจายและฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก (พี เอ็ม 2.5) ในอากาศภายนอกและภายในอาคารวิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

ทวีศักดิ์ นพเกษร. 2555. **เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**. พิษณุโลก: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ธิดารัตน์ ผลพิบูลย์, อิสรีย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์ และ อนุวัตร รุ่งพิสุทธิพงษ์. 2557. ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$). **EAU Heritage Journal Science and Technology**, 8, 40-46.

นพภาพร พานิช, แสงสันต์ พานิช, วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, วิจิตรา จงวิศาล และ วราวุธ เสือดี. 2550. **โครงการที่ปรึกษาสำหรับโครงการจัดการคุณภาพอากาศมาตราการที่ 1 การบังคับใช้กฎหมายในการควบคุมการปล่อยไอเสียจากยานพาหนะให้ได้มาตราฐาน**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ยริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิโรจน์ สินณรงค์. 2559. **โครงการผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัวที่เหมาะสมของเกษตรกรในตำบลภูฟ้า จังหวัดน่าน**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

ปิยรัฐ แก้วประเสริฐ. 2562. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดภาคการเกษตรของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. 2552. **โครงการระดับรายวันของฝุ่นในอากาศ และผลกระทบต่อสุขภาพในผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรรณวดี สุวัฒิกะ, ณพณัฐ แหวนจอน และ ฐิติมา ตันโสภา. 2554. การพัฒนาเบื้องต้นเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างง่าย. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, 21(1), 80-87.

พิพัฒน์ คงทรัพย์. 2564. ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน. **วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า**, 34(3), 54-61.

พิสุทธิ์ เพียรมนกุล. 2562. **การบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนน้ำมันและอนุภาคขนาดเล็กในงานด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญโฉม แซ่ตั้ง. 2562. **บัญชีการระบายมลพิษทางอากาศ**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิบูรณะนิเวศ.

ภรณี อนุสนธิ. 2558. **การศึกษาพฤติกรรมแสวงหาการดูแลสุขภาพ**. นครราชสีมา: คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ภูโขง ปัญญานุวงศ์ และ พนมพร จินดาสมุทร์. 2556. ยุทธศาสตร์การอนุรักษ์ป่าสงวนแห่งชาตินากาย-น้ำเทิน : กรณีศึกษาบ้านนาเมือง เมืองคำเกิด แขวงบลิคำไซ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม**, 3(3), 33-39.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2562. **จุดความร้อน (Hotspot)**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มัลติกา ยงอยู่. 2564. ความรอบรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่น ละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ในพื้นที่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในเขตสุขภาพที่ 5. **วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม**, 44(2), 83-96.

รัชนีวรรณ คำตัน, ขนิษฐา เสถียรพีระกุล, ฑิฆา โยธาภักดี และ เก นันทะเสน. 2562. ปัญหาหมอกควันและผลกระทบด้านสุขภาพในจังหวัดเชียงใหม่. **วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา**, 8, 265-273.

ระพีภัทร์ จันทรศรีวงศ์. 2563. **โครงการส่งเสริมการหยุดเผาในพื้นที่การเกษตร**. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์.

ลดาวัลย์ คำภา. 2561. **การขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน: นโยบายรัฐ ทิศทางแผนฯ 12 และยุทธศาสตร์การพัฒนา**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์. 2543. **มลภาวะอากาศ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณวนัช เสถียนธรรมมณี. 2561. **อนุภาคขนาดเล็กของฝุ่น**. กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล.

วัชราภรณ์ เชื่อมกลาง, นิรันดร์ คงฤทธิ์ และ หฤษฎ์สลักษณ์ วิริยะ 2562. การทำนายอัตราการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจจากมลพิษและความแปรปรวนสภาวะภูมิอากาศในจังหวัดนครราชสีมา ด้วยแบบจำลองเชิงสถิติและการจำลองเหตุการณ์แบบมอลติคาร์โล. **วารสารชุมชนวิจัย**, 14(1), 146-154.

วิทยา เมฆขำ, ปรุงศักดิ์ อัตพุฒ และ เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี. 2551. การถ่ายทอดแนวทางการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในจังหวัดนนทบุรี. **รายงานการวิจัย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วิษณุ อรรถวานิช. 2562. **มูลค่าความเสียหายจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ข่าวพลังงาน. 2561. **ควันไอเสียจากรถยนต์**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.energynewscenter.com (30 ตุลาคม 2564).

ศูนย์วิจัยด้านพลังงานและอากาศสะอาด (CREA). 2563. **มลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลทำทั่วโลก**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.greenpeace.org/thailand/press/11112/climate-airpollution-the-price-of-fossil-fuels-ipr (30 ตุลาคม 2564).

ศูนย์เชี่ยวชาญด้านอุตุนิยมวิทยาแห่งอาเซียน ประเทศสิงคโปร์. 2553. **ปัญหาหมอกควัน**. [ระบบออนไลน์]. https://www.tmd.go.th/programs%5Cuploads%5Cmagazines%5Cmag3-2353 (30 ตุลาคม 2564).

ศูนย์สถิติแห่งอิหร่าน. 2559. **ผลกระทบจากมลภาวะทางอากาศที่รุนแรงและพายุฝุ่น**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://isecosmetic.com/wiki/Statistical_Center_of_Iran (30 ตุลาคม 2564).

สถานีฝุ่นปฏิบัติการรวมพลังคนเหนือเพื่อลมหายใจ. 2564. **การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานอากาศ Thai AQI กับ US AQI**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://breathcouncil.org (9 กุมภาพันธ์ 2565).

สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี. 2563. **เชื้อโรคในอากาศที่มีมลพิษ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.childrenhospital.go.th (30 ตุลาคม 2564).

สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์. 2554. **โครงการศึกษาระบบข้อมูลทางด้านอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค.

สาวิตรี จำปาหอม. 2559. **ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{10}$) และโลหะใน $PM_{10}$ ภายในและภายนอกอาคารในจังหวัดราชบุรี**. ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุกิมพร นาสมทรง. 2560. **การประเมินการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ($PM_{10}$) ของวินจักรยานยนต์รับจ้างในพื้นที่เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุนิตย์ โรจนสุวรรณ และ รุสมา ดีสะบูดิง. 2559. **ความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่ภาคใต้ของประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย**. ภูเก็ต: มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.

สำนักข่าว Hfocus. 2561. **เขตสาธารณสุขตามยุทธศาสตร์พัฒนา 6 ภาค ของรัฐบาล**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.hfocus.org (30 ตุลาคม 2564).

สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ. 2563. **การเผชิญกับมลพิษในอากาศจากฝุ่นละอองในระดับสูงระหว่างตั้งครรภ์**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/downloads/do_manual_PM2.5 (9 กุมภาพันธ์ 2565).

สำนักอนามัย. 2562. **แนวทางดำเนินการด้านสาธารณสุขเพื่อดูแลป้องกันสุขภาพประชาชนจากฝุ่นละออง**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://sbo.moph.go.th/sbo/file/pmPM2.5%202564 (9 กุมภาพันธ์ 2565).

อนันต์ ตั้งเจียมศรี. 2560. แนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจรของจังหวัดลำปาง. **Industry Technology Lampang Rajabhat University**, 5(2), 103-112.

อนุสรา รอดธานี. 2558. **ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ภายในห้องโดยสารรถโดยสารสาธารณะในกรุงเทพมหานคร**. ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรรถวุฒิ พงษ์โสภาวิจิตร และ ธนวิทย์ บุตรอุดม. 2559. การประเมินโครงการฟ้าใสไร้มลพิษสรรสร้างเศรษฐกิจชุมชนของสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดลำปาง. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ปริทัศน์**, 3(2), 51-60.

องค์การอนามัยโลก. 2562. **สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทย**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/320 (30 ตุลาคม 2564).

เอกภัทร ลักษณะคำ, วรานันต์ ตันติเวทย์ และ ฉัตรกุล คงตระกูล. 2561. ปัญหามลพิษทางอากาศกับการคลังท้องถิ่น. **วารสารเศรษฐศาสตร์และกลยุทธ์การจัดการ**, 2, 111-121.

Ahlam H. A. et al. 2019. Seasonal variations in the oxidative stress and inflammatory potential of $PM_{2.5}$ in Tehran using an alveolar macrophage model; The role of chemical composition and sources. **Environment International**, 123, 417-427.

Amsalu, E., Wang, T., Li, H., Liu, Y., Wang, A., Liu, X. & Guo, X. 2019. Acute effects of fine particulate matter ($PM_{2.5}$) on hospital admissions for cardiovascular disease in Beijing, China: A time-series study. **Environmental Health**, 18, 1-12.

Brabers, A. E. M., Rademakers, J. D. M., Groenewegen, P. P. Dijk, L. V. & De Jong, J. D. 2017. What role does health literacy play in patients' involvement in medical decision-making. **PLoS One**, 12(3), 44-56.

Chairattanawan, K. & Patthirasinsiri, N. 2020. Emission source impact and problem solving and management on $PM_{2.5}$ in the northern part of Thailand. **Journal of the Association of Researchers**, 25, 461-474.

Centers for Disease Control and Prevention. 2014. **The relationship of climate change and health**. [Online]. Avariable https://scholar.google.co.th/scholar?q=Centers+for+Disease (30 October 2021).

Chen, Y. H., Naud, C., Rangwala, I., Landry, C. C. & Miller, J. R. 2014. Comparison of the sensitivity of surface downward longwave radiation to changes in water vapor at two high elevation sites. **Environ. Res. Lett.**, 9(11), 214-231.

Cohen, W. M. 2000. Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent. **National Bureau of Economic Research**, 165, 1-50.

Cronbach, L. J. 1984. **Essentials of psychological testing**. New York: Harper & Row.

Dannenberg, L. A. 2017. Managed retreat as a strategy for climate change adaptation in small communities: public health implications. **Climatic Change**, 153, 1-14.

Dawson, B. et al. 2009. Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis. **Osteoporosis International**, 20, 1807-1820.

De Marco, A. et al. 2019. Impacts of air pollution on human and ecosystem health, and implications for the National Emission Ceilings Directive: Insights from Italy. **Environment International**, 125, 320-333.

Downward, G. S., Van Nunen, E. J., Kerckhoffs, J., Vineis, P., Brunekreef, B., Boer, J. M. & Vermeulen, R. 2018. Acute Blood Pressure and Cardiovascular Effects of Near-Roadway Exposures with and Without N95 Respirators. **American Journal of Hypertension**, 32(11), 1044-1065.

Giannadaki, D., Giannakis, E., Pozzer, A. & Lelieveld, J. 2018. Estimating health and economic benefits of reductions in air pollution from agriculture. **Science of The Total Environment**, 622, 1304-1316.

Giuseppe, L. et al. 2017. Identification of a new R3 MYB type repressor and functional characterization of the members of the MBW transcriptional complex involved in anthocyanin biosynthesis in eggplant. **PLOS ONE**, 15(6), 222-230.

Gisda. 2019. **Accumulated heat point**. [Online]. Avariable https://www.gistda.or.th/main/th/announcements (30 October 2021).

Google Map. 2020. **Satellite map of the upper northern region of 8 provinces**. [Online]. Avariable https://www.google.com/search?sxsrf=AOaem (30 October 2021).

Graham, R. 2018. Diagnosis and management of spinal muscular atrophy: Part 1: Recommendations for diagnosis, rehabilitation, orthopedic and nutritional care. **Neuromuscular Disorders**, 28(2), 103-115.

Griffith, K. M., Calear, A. L. & Christensen, H. 2008. Personal and perceived depression stigma in Australian adolescents: Magnitude and predictors. **Journal of Affective Disorders**, 129, 104-108.

Haidong, K., Renjie, C. & Shilu T. 2012. Ambient air pollution, climate change, and population health in China. **Environment International**, 42, 10-19.

Haikerwal, A., Akram, M., Del Monaco, A., Smith, K., Sim, M. R., Meyer, M. & Dennekamp, M. 2015. Impact of Fine Particulate Matter (PM 2.5) Exposure During Wildfires on Cardiovascular Health Outcomes. **Journal of the American Heart Association**, 4(7), 1-10.

Hutton, G. 2011. The economics of health and climate change: key evidence for decision making. **Environmental Health Insights**, 2, 137-155.

Jacob, D. J. & Darrel A. 2009. **Effect of Climate Change on Air Quality**. [Online]. Avariable https://dash.harvard.edu/handle/1/3553961 (30 October 2021).

Jaichuen, S. & Sartmoon, S. 2020. Consumer behavior in accepting electronic health technologies health care air purifier. **Rajapark Journal**, 14(32), 181-189.

Janssen, N. A. H., Fischer, P., Marra, M., Ameling, C. & Cassee, F. R. 2013. Short-term effects of $PM_{2.5}$, $PM_{10}$ and $PM_{2.5-10}$ on daily mortality in the Netherlands. **Science of The Total Environment**, 463, 20-26.

Junling, Z. 2019. **Study on the tensile and flexural mechanical properties of TRE in freezing-thawing environments**. [Online]. Avariable https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820331548 (30 October 2021).

Kreasuwan, J., Chotamonsak, C., Chantara, S. & Salathé, E. P. 2008. Evaluation of Precipitation Simulations over Thailand using a WRF Regional Climate Model. **Chiang Mai Journal of Science**, 39(4), 623-628.

Lasco et al. 2011. **Climate Change limate Change Adaptation for daptation for Smallholder mallholder Farmers in armers in Southeast Asia**. New York: McGraw Hill.

Lin, Y., Zou, J., Yang, W. & Chun-Qing, L. 2018. A Review of Recent Advances in Research on PM2.5 in China. **Int J Environ Res Public Health**, 15(3), 438.

Lucia, K. H. 2018. **Conceptualizations of climate-related health risks among health experts and the public in Ghana**. Dissertation. The University of Western Ontario.

Luhunga, P., Kidebwana, E. T., Kijazi, A., Chang'a, L., Ng'ongolo, H., Merchades, M., & Levira, P. 2019. The Contribution of the Global Framework for Climate Services Adaptation Programme in Africa (GFCS APA) in National Adaptation Plan (NAP) Process for Tanzania. **Atmospheric and Climate Sciences**, 9(4), 121-132.

Mcgray, H. et al. 2007. **Weathering the Storm: Options for Framing Adaptation and Development**. Washington: World Resources Institute.

Nation Channel. 2019. **pollution**. [Online]. Avariable https://www.nationtv.tv (30 October 2021).

National Geographic. 2021. **simulate closed inverse heat generation that affects Thailand, January 2019**. [Online]. Avariable https://www.nationalgeographic.com (8 February 2022).

Naranuphap, S. & Attavanich, W. 2020. Assessment of Willingness to Pay to Prevent Air Pollution from Particulate Matters 2.5 ($PM_{2.5}$) in Bangkok. **Journal of Buddhist Education and Research**, 6(2), 295-305.

NASA LP DAAC at the USGS EROS Center. 2018. **Comparison of spatial distribution patterns of fine dust particles**. [Online]. Avariable https://lpdaac.usgs.gov /resources/data-action/highlights-nasa-develop-national-program-spring-2018-term (30 October 2021).

Nawahda, A. 2013. Reductions of $PM_{2.5}$ air concentrations and possible effects on premature mortality in Japan. **Water, Air, & Soil Pollution**, 224, 1508.

Pasch, B. et al. 2011. **Climate factors affecting the generation of fine particulate matter**. [Online]. Avariable https://www.sciencedirect.com/science /article/abs/pii/S0003347211001795 (30 October 2021).

Pope, C. A. & Dockery, D. W. 2006. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. **Journal of the Air & Waste Management Association**, 56, 709-742.

Qile, Zh. et al. 2018. Effect of ceiling centralized mechanical smoke exhaust on the critical velocity that inhibits the reverse flow of thermal plume in a longitudinal ventilated tunnel. **Tunneling and Underground Space Technology**, 28, 191-198.

Rayanakorn, A., Ademi, Z., Liew, D. & Learn-Han, L. 2017. Burden of disease and productivity impact of *Streptococcus suis* infection in Thailand. **Health and productivity impact of S. suis infection in Thailand**, 20, 1-14.

Roberto, S. J. 2017. Effects of climate change on the health of citizens modelling urban weather and air pollution. **Energy**, 165, 53-62.

Rogelj, J. et al. 2014. Persistent growth of $CO_2$ emissions and implications for reaching climate targets. **Nature Geoscience**, 7, 709-715.

Rovinelli, R. J. & Hambleton, R. K. 1977. On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. **Dutch Journal of Educational Research**, 2, 49-60.

Ruiqiao, B., Jacqueline, C. K. L. & Victor, O. K. Li. 2018. A review on health cost accounting of air pollution in China. **Environment International**, 120, 279-294.

Samuel, A. S. 2018. **Economic, social and governance adaptation readiness for mitigation of climate change vulnerability: Evidence from 192 countries**. Dissertation. Nord University.

Shi, Y., Eissenstat, D., He, Y. & Davis, K. 2018. Using a spatially-distributed hydrologic biogeochemistry model with a nitrogen transport module to study the spatial variation of carbon processes in a Critical Zone Observatory. **Ecological Modelling**, 380, 8-21.

Silcox, B. 2012. Comparing the Eysenck and HEXACO models of personality in the prediction of adult delinquency. **European Journal of Personality**, 26(3), 194-202.

Smith, K. et al. 2014. Mental health: A world of depression. **Nature volume**, 515, 180-181.

Smoke Haze Integrated Research Unit. 2019. **Number of heat points from VIIS**. [Online]. Avarible www.esrc.science.cmu.ac.th (30 October 2021).

Sorensen, K., Van den, S. B., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan, J., Slonska, Z. & Brand, H. 2012. Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models. **BMC Public Health**, 12(80), 1-13.

Swire Pacific. 2018. **Climate change affects health**. [Online]. Avarible https://www.swirepacific.com/en/ir/reports/swirepacificAR2018/pdf/en/Swire_AR18_e_190410 (30 October 2021).

Thongsaeng, P., Karuchit, S. & Pongkriatkul, P. 2019. Source Apportionment of Particulate Matter Size Less Than 2.5 Micron in Nakhon Ratchasima City by PMF Model. **KKU RESEARCH JOURNAL (GRADUATE STUDIES)**, 19(4), 100-110.

U.S. EPA. 2017. **Dust size distribution environmental protection**. [Online]. Avarible https://www.epa.gov/environmental-topics/air-topics (30 October 2021).

Verbeek, M. 2000. **Precision and accuracy in measuring absence from work as a basis for calculating productivity costs in The Netherlands**. [Online]. Avarible https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277953699004529 (30 October 2021).

Vongruang, P., Wongwises, P. & Pimonsree, S. 2017. Assessment of fire emission inventories for simulating particulate matter in Upper Southeast Asia using WRF-CMAQ. **Atmospheric Pollution Research**, 8(5), 921-929.

White-man. 2000. **The Politics of Sobriety in a Native American Community**. [Online]. Avarible https://books.google.co.th/books?id=sxOQpA-CUroC&pg=PA98&lpg=PA98&dq=White (30 October 2021).

William, E. G. et al. 2008. **Principles of econometrics**. New York: Happer & Row.

Xiao Lin. 2019. The burden of cardio-cerebrovascular disease and lung cancer attributable to $PM_{2.5}$ for 2009. **Biomed Environ Sci**, 30(10), 708-717.

Xiao-Nong, Z., Duo-Quan, W. & Ernest T. 2016. **Tackling air pollution Implementing the Paris climate change agreement and extreme climate changes in China**. [Online]. Avariable https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov /27107974 (8 February 2021).

Yadollahi, M., Siavashi, E. & Mostaghim, S. 2018. The Relationship Between Health Literacy and Patient Participation in Medical Decision Making Among Breast Cancer Patients. **Archives of Breast Cancer**, 5(4), 183-188.

Yamane, T. 1973. **Statistical**. New York: McGraw Hill.

Yang, X., Hancheng, D., Xinghan, X., Shinichiro, F., Hasegawa, T., Yie, K., Masui, T. Kurata, G. Co-benefits of climate mitigation on air quality and human health in Asian countries. **Environment International**, 119, 309-318.

Yi-qiang, Q, Shi-ning, Z., Yong-yuan, Z., Hai-feng, W., Chuan-zhen, G. & Nai-ben, M. 1997. Experimental Realization of Second Harmonic Generation in a Fibonacci Optical Superlattice of $LiTaO_3$. **Phys. Rev. Lett**. 78, 2752.

Yue, W., Tong, L., Liu, X. & Weng, X. 2019. Short term $PM_{2.5}$ exposure caused a robust lung inflammation, vascular remodeling, and exacerbated transition from left ventricular failure to right ventricular hypertrophy. **Redox Biology**, 22, 101-161.

Zhong, et al. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. **PNAS**, 101(27), 9971-9975.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

## แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยลงพื้นที่

## ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม

**<u>คำชี้แจง</u>** 1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง **"ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน"** คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก จึงขอให้ท่านตอบแบบสอบถามตามความคิดเห็นของท่านที่ตรงกับความเป็นจริงที่สุด

2. แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการป้องกันและดูแลผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

**<u>ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป</u>**

| |
|---|
| 1. เพศ ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง ☐ 3) เพศทางเลือก |
| 2. อายุ<br>☐ 1) น้อยกว่า 30 ปี ☐ 2) 31-40 ปี ☐ 3) 41-50 ปี ☐ 4) 51-60 ปี ☐ 5) 60 ปีขึ้นไป |
| 3. ท่านอาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เกิดใช่หรือไม่<br>☐ 1) ใช่ ☐ 2) ไม่ใช่ อาศัยอยู่มาแล้ว.....ปี |
| 4. ท่านมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ☐ 1) นอยกวา 3 คน ☐ 2) 3 – 6 คน ☐ 3) มากกว่า 6 คนขึ้นไป |
| 5. ปัจจุบันท่านได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีโรคประจำตัวหรือไม่<br>☐ 0) ไม่มี ☐1) ไม่เคยได้รับการตรวจ ☐ 2) มีโปรดเลือกโรคที่พบ (ตอบได้มากกว่า 1 โรค)<br>☐ โรคเกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ☐ โรคหอบหืด ☐ โรคภูมิแพ้<br>☐ โรคเกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดหัวใจหัวใจ ☐ โรคความดันโลหิตสูง ☐ โรคเบาหวาน<br>☐ โรคเกี่ยวข้องกับเส้นเลือดสมอง ☐โรคเส้นเลือดสมองตีบ STORKE<br>☐ โรคมะเร็ง ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... |
| 6. อาชีพหลัก ☐1) เกษตรกรรม ☐2) วางงาน/ไมมีงานทำแนนอน ☐3) รับจางทั่วไป ☐4) คาขาย<br>☐5) ขาราชการ ☐6) พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐7) ธุรกิจสวนตัว ☐8) ทำงานบริษัทเอกชน ☐ 9) อื่นๆ ระบุ..... |
| 7. รายได้รวมทั้งครัวเรือน ประมาณ.....บาทต่อเดือน |
| 8. ในช่วงฤดูกาลฝุ่นของภาคเหนือของทุกปี ช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ท่านมีโอกาสสัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)<br>☐ ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย ☐ ฝุ่น/ควันรถจากยานพาหนะเช่น ฝุ่นจากถนน/รถบรรทุก<br>☐ ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ ☐ ฝุ่นจากการสร้างถนน<br>☐ ควันจากการประกอบอาหาร ☐ ฝุ่น/ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม ☐ อื่นๆ ..... |
| 9. จากข้อ 8. ช่วงเวลาใดที่ท่านได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)<br>☐ กลางวัน ☐ กลางคืน |
| 10. เคยรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากช่องทางใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)<br>☐ แอปพลิชั่น ☐ เว็บไซด์ ☐ เฟซบุ๊ก ☐ โทรทัศน์<br>☐ วิทยุ ☐ ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน☐ อื่นๆ ..... |

**ส่วนที่ 2 ข้อมูลการป้องกันและดูแลผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก**

**คำชี้แจง : โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ที่ตรงกับคำตอบและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด**

11. เมื่อพบว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากเกินมาตรฐานและสัมผัสได้ ท่านปฏิบัติตัวอย่างไร ขณะทำงานหรืออยู่ในที่สาธารณะ

☐1) ปฏิบัติตัวปกติไม่ได้ทำอะไร (ข้ามไปทำข้อ 16) ☐2) สวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันทางเดินหายใจ

12. จากข้อ 11 หน้ากากที่สวมใส่ (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐1) หน้ากากอนามัย ☐2) หน้ากากผ้า ☐3) หน้ากากผ้า+แผ่นกรองอากาศ ☐4) หน้ากาก N95

13. จากข้อ 12 พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากากของท่านอย่างไร

☐1) ทำประจำ (ระหว่าง 4 ถึง 7 ครั้ง/สัปดาห์) ☐2) ทำบางครั้ง (ระหว่าง 1 ถึง 3 ครั้ง/สัปดาห์)

14. จากข้อ 13 ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน บาท/เดือน

☐ น้อยกว่า 500 บาท ☐ 500- 1,000 บาท ☐ มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป

15. เพราะเหตุใดท่านถึงยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน <u>เทียบกับไม่ซื้อ</u> หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง

☐ มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง

☐ ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว

☐ ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

16. เมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย ท่านเคยมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่ (ข้อโดยมีอาการมากกว่า 1 ชั่วโมงต่อวัน) (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ ไม่เคย ☐ มี กรุณาตอบ ข้อ 16.1 (ถ้ามีโปรดระบุระดับความรุนแรงในช่อง ☐)

16.1 กรุณาระบุความรุนแรงของอาการ (ระดับ 1-3)

ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา

ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน

ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวันหรือการนอน

☐หายใจลำบาก ☐คัดจมูก/แสบจมูก ☐มีน้ำมูก ☐แสบคอ/เสียงแหบ

☐ไอแห้ง ไอต่อเนื่องและบ่อย ☐ปวดหัว/เวียนหัว ☐คันผิวหนัง /มีผื่นแดงตามร่างกาย ☐แสบตา/คันตา

☐น้ำตาไหล/มองภาพไม่ค่อยชัด ☐อื่นๆ.....

17. ท่านได้รักษาตามอาการที่เกิดขึ้นในข้อ 16 หรือไม่

☐1) ไม่ได้รักษา ☐2) ซื้อยากินเอง ☐3) พบแพทย์ ☐4) อื่นๆ .....

18. จากข้อ 17 ถ้าท่านตอบข้อ 2 หรือ 3 ท่านมีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาต่อครั้งกี่ บาท/เดือน

☐ 1) น้อยกว่า 500 บาท ☐ 2) 500- 1,000 บาท

☐ 3) มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป ☐4) อื่นๆ .....

19. ท่านมีสิทธิในการรักษาพยาบาลจากรัฐบาล (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ 1) สิทธิหลักประกันสุขภาพ 30 บาท ☐ 2) สิทธิประกันสังคม ☐ 3) สิทธิข้าราชการ

☐ 4) ประกันชีวิตส่วนบุคคล ☐ 5) อื่นๆ .....

20. ที่พักอาศัยของท่านมีเครื่องฟอกอากาศหรือไม่

☐ ไม่มี (ข้ามไปข้อ 23) ☐ มี

21. จากข้อ 20 ท่านมี ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศ ต่อครัวเรือน/บาท

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☐ 5,000 - 10,000 บาท ☐ มากกว่า 10,000 บาท

22. เพราะเหตุใดท่านถึงยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง

☐ มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง

☐ ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว

☐ ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**ส่วนที่ 3 ข้อมูลการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ**

| กิจกรรม | เลือกได้เพียง 1 ข้อ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่กระทำเลย (0) | ทำน้อย (1) | ทำบางครั้ง (2) | ทำเกือบทุกครั้ง (3) | ทำทุกครั้ง (4) |
| 23. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง | | | | | |
| 24. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในบ้าน | | | | | |
| 25. ใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อช่วยฟอกอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก | | | | | |
| 26. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคาร | | | | | |
| 27. ดูแลทำความสะอาดภายในที่พักอาศัยด้วยการเช็ดถู เป็นประจำ | | | | | |
| 28. ปลูกต้นไม้ในบ้านหรือรอบๆ บริเวณ เพื่อช่วยฟอกอากาศ | | | | | |
| 29. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้ง | | | | | |
| 30. ดื่มน้ำมาก ๆ หรือกลั้วคอด้วยน้ำสะอาดเมื่อได้รับฝุ่น | | | | | |
| 31. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเอง | | | | | |
| 32. สังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย หากรู้สึกมีอาการแพ้ฝุ่นผิดปกติ รีบพบแพทย์ | | | | | |
| 33. งดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่งแจ้ง | | | | | |

**ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้เสียสละเวลาอันมีค่าในการตอบแบบสอบถามชุดนี้**

# ภาคผนวก ข

## แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย IOC

**แบบสอบถามเพื่อการวิจัยนักศึกษาปริญญาเอก คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้**

เรื่อง “ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน” เพื่อวิเคราะห์การปรับตัวของประชาชนในการป้องกันการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**คำชี้แจง** คำตอบของท่านจะเป็นความลับไม่มีการเปิดเผยออกสู่สาธารณะ เป็นเพียงการวิเคราะห์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านมา ณ โอกาสนี้

**ส่วนที่1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม**

**คำชี้แจง : โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ที่ตรงกับคำตอบและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด**

| |
|---|
| 1. เพศ ☐ 1) ชาย ☐ 2) หญิง ☐ 3) เพศทางเลือก |
| 2. อายุ<br>☐ 1) น้อยกว่า 30 ปี ☐ 2) 31-40 ปี ☐ 3) 41-50 ปี ☐ 4) 51-60 ปี ☐ 5) 60 ปีขึ้นไป |
| 3. ท่านอาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เกิดใช่หรือไม่<br>☐ 1) ใช่ ☐ 2) ไม่ใช่ ระบุปี พ.ศ. ที่เริ่มมาพักอาศัย..... |
| 5. ปัจจุบันท่านได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามี**โรคประจำตัว**หรือไม่<br>☐ 1) ไม่เคยได้รับการตรวจ ☐ 2) ไม่มี ☐ 3) มีโปรดเลือกโรคที่พบ (ตอบได้มากกว่า 1 โรค)<br>☐ โรคเกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ☐ โรคหอบหืด ☐ โรคภูมิแพ้<br>☐ โรคเกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดหัวใจหัวใจ ☐ โรคความดันโลหิตสูง ☐ โรคเบาหวาน<br>☐ โรคเกี่ยวข้องกับเส้นเลือดสมอง ☐โรคเส้นเลือดสมองตีบ STORKE<br>☐ โรคมะเร็ง ☐ อื่นๆ โปรดระบุ..... |
| 6. อาชีพหลัก ☐1)เกษตรกรรม ☐2) วางงาน/ไมมีงานทำแนนอน ☐3) รับจางทั่วไป ☐4) คาขาย<br>☐5) ขาราชการ ☐6) พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐7) ธุรกิจสวนตัว ☐8) ทำงานบริษัทเอกชน ☐ 9) อื่นๆ ระบุ..... |
| 7. รายได้รวมทั้งครัวเรือน ประมาณ.....บาทต่อเดือน |
| 4. ท่านมีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ☐ นอยกวา 3 คน ☐ 4 – 6 คน ☐ 7 – 9 คน ☐มากกว่า 9 คนขึ้นไป |
| 8. ในช่วงฤดูกาลฝุ่นของภาคเหนือของทุกปี ช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ท่านมีโอกาส**สัมผัสฝุ่นละอองจากแหล่งใดบ้าง** (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)<br>☐ ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย ☐ ฝุ่น/ควันรถจากยานพาหนะเช่น ฝุ่นจากถนน/รถบรรทุก<br>☐ ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้ ☐ ฝุ่นจากการสร้างถนน<br>☐ ควันจากการประกอบอาหาร ☐ ฝุ่น/ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม |
| 9. จากข้อ 8. ช่วงเวลาใดที่ท่านได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)<br>☐ กลางวัน ☐ กลางคืน |
| 10. เคยรับข้อมูลข่าวสารฝุ่นละอองขนาดเล็กจากช่องทางใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)<br>☐ แอปพลิชั่น ☐ เว็ปไซต์ ☐ เฟซบุ๊ก ☐ โทรทัศน์ ☐ วิทยุ ☐ ประกาศเสียงตามสายผู้ใหญ่บ้าน |

## ส่วนที่ 2 ข้อมูลการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**คำชี้แจง : โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ที่ตรงกับคำตอบและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด**

12. เมื่อพบว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากเกินมาตรฐานและสัมผัสได้ ท่านปฏิบัติตัวอย่างไร ขณะทำงานหรืออยู่ในที่สาธารณะ

☐1) ปฏิบัติตัวปกติไม่ได้ทำอะไร **(ข้ามไปทำข้อ 16)**

☐2) สวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันทางเดินหายใจ **หน้ากากที่สวมใส่ (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)**

☐1) หน้ากากอนามัย ☐2) หน้ากากผ้า ☐3) หน้ากาก N95

13. จากข้อ 12 พฤติกรรมการสวมใส่หน้ากากของท่านอย่างไร

☐1) ทำประจำ (ระหว่าง 4 ถึง 7 ครั้ง/สัปดาห์) ☐2) ทำบางครั้ง (ระหว่าง 1 ถึง 3 ครั้ง/สัปดาห์)

14. ต้นทุน**ค่าใช้จ่ายซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน** บาท/เดือน

☐ น้อยกว่า 500 บาท ☐ 500- 1,000 บาท ☐ มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป

15. เพราะเหตุใดท่านถึง**ยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อหน้ากากต่อครัวเรือน** เทียบกับไม่ซื้อ หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง ☐ มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง ☐ ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว

☐ ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

16. เมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกาย ท่านเคยมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่ (ข้อโดยมีอาการมากกว่า 1 ชั่วโมงต่อวัน) (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

☐ ไม่เคย (ถ้ามีโปรดระบุความรุนแรงในช่อง ☐)

**กรุณาระบุความรุนแรงของอาการ (ระดับ 1-3)**

**ระดับ 1 มีอาการเล็กน้อย ไม่มีปัญหา**

**ระดับ 2 มีอาการปานกลาง แต่ไม่กระทบต่อกิจวัตรประจำวัน**

**ระดับ 3 มีอาการมาก จนกระทบต่อชีวิตประจำวันหรือการนอน**

☐หายใจลำบาก ☐หายใจมีเสียงหวีด ☐คัดจมูก/แสบจมูก ☐มีน้ำมูก/เลือดกำเดาไหล

☐แสบคอ/เสียงแหบ ☐ไอแห้ง ไอต่อเนื่องและบ่อย ☐ปวดหัว/เวียนหัว ☐คันผิวหนัง /มีผื่นแดงตามร่างกาย

☐แสบตา/คันตา ☐น้ำตาไหล/มองภาพไม่ค่อยชัด ☐เหนื่อยง่าย ☐รู้สึกร้อนวูบวาบ

17. ท่านได้รักษาตามอาการที่เกิดขึ้นในข้อ 16 หรือไม่

☐1) ไม่ได้รักษา ☐2) ซื้อยากินเอง ☐3) ไปหาหมอ

18. ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการรักษาต่อครั้งกี่ บาท/เดือน

☐ 1) น้อยกว่า 500 บาท ☐ 2) 500- 1,000 บาท ☐ 3) มากกว่า 1,000 บาท ขึ้นไป

19. ท่านมีสิทธิในการรักษาพยาบาลจากรัฐบาล

☐ 1) สิทธิหลักประกันสุขภาพ 30 บาท ☐ 2) สิทธิประกันสังคม ☐ 3) สิทธิสวัสดิการการรักษาพยาบาลของข้าราชการ

☐ 4) ประกันชีวิตส่วนบุคคล ☐ 5) อื่นๆ .....

20. ที่พักอาศัยของท่านมีเครื่องฟอกอากาศหรือไม่

☐ ไม่มี (ข้ามไปข้อ 22) ☐ มี

21. จากข้อ 18 ต้นทุนค่าใช้จ่ายซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน/บาท

☐ น้อยกว่า 3,000 บาท ☐ 3,000-6,000 บาท ☐ มากกว่า 6,000 บาท

22. เพราะเหตุใดท่านถึงยินดีจะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นซื้อเครื่องฟอกอากาศต่อครัวเรือน เพื่อป้องกันฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ เพื่อหลีกเลี่ยงการเจ็บป่วย ของตัวเอง ☐ มีปัญหาสุขภาพ ของตัวเอง ☐ ป้องกันโรคทางเดินหายใจที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะยาว

☐ ต้องการให้ครอบครัว ลูกหลานและคนรอบข้างได้ปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

**ส่วนที่ 3 ข้อมูลการปฏิบัติตัวเมื่อได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ**

**คำชี้แจง : โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ที่ตรงกับคำตอบและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด**

| กิจกรรม | เลือกได้เพียง 1 ข้อ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่ทำ | บางครั้ง | สม่ำเสมอ | ประจำ |
| 23. หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้านหรืออาคารหรือจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมที่ออกนอกบ้านหรืออาคารให้น้อยลง | | | | |
| 24. ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้อากาศหมุนเวียนภายในบ้าน | | | | |
| 25. ปิดประตู หน้าต่าง ไม่ให้ฝุ่นละอองเข้ามาภายในอาคาร รวมทั้งดูแลทำความสะอาดภายในอาคารด้วยการเช็ด ถู หลีกเลี่ยงการกวาดเนื่องจากทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย | | | | |
| 26. ใช้เครื่องฟอกอากาศ | | | | |
| 27. ปลูกต้นไม้ในบ้านหรือรอบๆ บริเวณ เพื่อช่วยฟอกอากาศ | | | | |
| 28. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้ง | | | | |
| 29. ดื่มน้ำมาก ๆ หรือกลั้วคอด้วยน้ำสะอาดเมื่อได้รับฝุ่น | | | | |
| 30. ติดตามสถานการณ์คุณภาพอากาศอยู่เสมอเพื่อดูแลสุขภาพตนเอง | | | | |
| 31. สังเกตอาการผิดปกติของร่างกาย หากรู้สึกมีอาการแพ้ฝุ่นผิดปกติ รีบพบแพทย์ | | | | |
| 32. งดกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การงดสูบบุหรี่ งดการใช้รถยนต์ส่วนตัว งดการเผาในที่โล่งแจ้ง | | | | |

# ภาคผนวก ค

## หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก

ที่ อว ๖๙.๒๐/ว ๕๑

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๗ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาเอก

เรียน นายระพีศักดิ์ มาลัยรุ่งสกุล (ผู้อำนวยการสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ ๒ จังหวัดลำปาง)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. คำถามสัมภาษณ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยเพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง"ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้ นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ว ๕๑

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๗ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาเอก

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร จันทระ
(หัวหน้าศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. คำถามสัมภาษณ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยเพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง"ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้ นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ว ๕๑

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๗ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาเอก

เรียน นายบัณรส บัวคลี่ (คอลัมนิสต์และนักเขียนอิสระ สภาลมหายใจเชียงใหม่)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. คำถามสัมภาษณ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยเพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง“ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)” นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้ นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/๑๕๑

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๗ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาเอก

เรียน นายวิชัย นะสุวรรณโน (ผู้อำนวยการภาค สำนักงานภาคเหนือ)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. คำถามสัมภาษณ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยเพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง"ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้ นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ ว ๕๑

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๗ กันยายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาเอก

เรียน ดร.พลภัทร เหมวรรณ (หัวหน้าศูนย์ภูมิภาคและเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคเหนือ หรือ GISTNORTH ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. คำถามสัมภาษณ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยเพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง"ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิเชี่ยวชาญการสัมภาษณ์เจาะลึก (in-depth interview) การวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้ นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

# ภาคผนวก ง

## หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

ที่ อว ๖๙.๒๐/ ๑๙๐

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๒๗ มิถุนายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณสวาท ชลพล (ผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๑ เชียงใหม่)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง "ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ ๑๓๙

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๒๕ มิถุนายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณลำดวน มหาวัน (ผู้จัดการภาคมูลนิธิพัฒนาเครือข่ายสุขภาพ สำนักงานภาคเหนือ)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง "ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ ๑๒๖

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยของนักศึกษาปริญญาเอก

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ภาคีฉาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง "ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ ๑๖๕

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยของนักศึกษาปริญญาเอก

เรียน ดร.จตุรงค์ บุนนาค

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง "ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

ที่ อว ๖๙.๒๐/ ๑๖๕

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยของนักศึกษาปริญญาเอก

เรียน ผศ.ดร. ว่าน วิริยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างดุษฎีนิพนธ์ (แบบย่อ) จำนวน ๑ ชุด
๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง "ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ จึงขอความอนุเคราะห์ให้ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่นักศึกษาดังกล่าว ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา มอบหมายให้นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

# ภาคผนวก จ

# หนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูล

ที่ อว ๖๙.๒๐/๖๙

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
๖๓ หมู่ ๔ ตำบลหนองหาร
อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
๕๐๒๙๐

๒๒ มีนาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

ด้วยนางสาววิชุดา สิงห์คำ รหัส ๖๑๑๒๗๐๑๐๐๕ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีความประสงค์จะขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจุดความร้อน พื้นที่ ๘ จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดแพร่ จังหวัดน่าน จังหวัดพะเยา จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำพูน และจังหวัดลำปาง ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๖๓ เพื่อใช้ประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง "ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน" นั้น

เพื่อให้การทำดุษฎีนิพนธ์ของนักศึกษาดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบัณฑิตศึกษา สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ จึงขอความอนุเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้ ฝ่ายบัณฑิตศึกษามอบหมายให้ นางสาววิชุดา สิงห์คำ นักศึกษาระดับปริญญาเอก ภาคพิเศษ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ เป็นผู้ประสานรายละเอียดเพิ่มเติม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์)
รองผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ ฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทรศัพท์ ๐ ๕๓๘๗ ๕๕๒๒-๔
โทรสาร ๐ ๕๓๔๙ ๘๑๓๓

**แบบฟอร์ม ร.1**

วันที่ 11 มีนาคม 2564

ข้าพเจ้า (ชื่อ-สกุล) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. นิโรจน์ สินณรงค์

ตำแหน่ง ประธานผู้รับผิดชอบหลักสูตร หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์

ชื่อหน่วยงาน/สถาบันการศึกษา/นิติบุคคล คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ที่อยู่/สถานที่ตั้ง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 5029

โดยมี นางสาววิชุดา สิงห์คำ เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ/งาน ดุษฎีนิพนธ์

โทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ 061-296-1451 โทรสาร

E-mail wichuda.s@sskru.ac.th

ขอแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ข้อมูลโครงการ/งาน ดังนี้

(1) โครงการ/งาน. ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและแนวทางการดูแลสุขภาพที่เท่าทันต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภาคเหนือ

(2) (IMPACTS OF PARTICULATE MATTER AND GUIDELINES FOR CLIMATE-SMART HEALTHCARE IN UPPER NORTH REGION)

(3) วัตถุประสงค์ของโครงการ/งาน 1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดโรคจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

(4) ระบุรายละเอียดพื้นที่ตามแบบฟอร์ม ร.1.1

(5) ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดโครงการ/งาน มิ.ย.61-มิ.ย.64

(6) กรรมวิธีในการสังเคราะห์ผลจากข้อมูลดาวเทียม สรุปสถานการณ์ไฟป่าจุดความร้อนจากดาวเทียมระบบ MODIS เป็นข้อมูล Excel ย้อนหลัง ปี 2557-2563 พื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ น่าน พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูนและลำปาง

รายการข้อมูลที่ต้องการจัดทำเป็นเอกสารแนบท้าย พร้อมแผนที่ จำนวน แผ่น

(7) เอกสารเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดโครงการ/งาน แนบโครงร่างดุษฎีนิพนธ์ จำนวน 108 หน้า

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้าพเจ้าทราบเข้าผูกพันและจะปฏิบัติตามที่กฎหมาย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศ หลักเกณฑ์ แนวปฏิบัติ และคำสั่งใดๆ ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ใช้บังคับกับการขอรับบริการข้อมูล รวมถึงความตกลงในการใช้ข้อมูลของ สทอภ. เพื่อวัตถุประสงค์เป็นการเฉพาะ ที่ใช้บังคับอยู่ในขณะนี้ และที่สำนักงานเพิ่มเติมต่อไปในภายหน้า (หากมี) ทุกประการ

(ลงชื่อ) .....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. นิโรจน์ สินณรงค์

วันที่ 11 มีนาคม 2564

(หัวหน้าหน่วยงาน/อธิการสถาบันการศึกษา/กรรมการผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคลหรือบุคคลธรรมดาที่ขอรับบริการข้อมูล)

หมายเหตุ : รายละเอียดของโครงการจะถูกพิมพ์เผยแพร่เป็นข่าวสารให้ผู้สนใจทราบ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป

สำหรับเจ้าหน้าที่ : ประเภทโครงการ ..... รหัสโครงการ .....

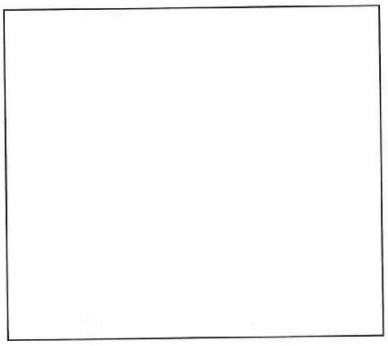
รับข้อมูล/เริ่มโครงการ ..... รายงานผลโครงการ ..... ครั้ง

แบบฟอร์ม ร.1.1

**<u>รายละเอียดพื้นที่ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม</u>**

Latitude _____ Latitude _____

Longitude _____ Longitude _____



Latitude _____ Latitude _____

Longitude _____ Longitude _____

1. ระบุพิกัดรุ้ง/แวงทั้ง 4 มุมของบริเวณศึกษาเป็นองศาและลิปดา
2. ระบุขนาดพื้นที่ กว้าง x ยาว เป็นกิโลเมตร
3. สำเนาแผนที่มาตรส่วน 1 : 250,000 หรือแผนที่อื่นครอบคลุม บริเวณที่ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแนบมาแล้ว จำนวน _____หน้า
4. บทคัดย่อของโครงการ/งาน (10 บรรทัด)

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

# ภาคผนวก ฉ

## ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect) ของตัวแปรอิสระต่อความน่าจะเป็นของการปฏิบัติตาม CMSHC ในแต่ละระดับ

```
. ologit sex age cm household congenitaldisease G career income place1 place2 pl
> ace3 place4 place5 place6 time1 time2 app1 app2 app3 app4 app5 app6 yesnomask
> mask1 mask2 mask3 mask4 frequency maskcost maskWTP1 maskWTP2 maskWTP3 maskWTP4
>  yesnosick AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR treatmentmethod treatmentmethodcost medi
> caltreatment1 airpurifier airpurifiercost airpurifierWTP1 airpurifierWTP2 airp
> urifierWTP3 airpurifierWTP4

Iteration 0:   log likelihood = -352.85855
Iteration 1:   log likelihood = -301.48387
Iteration 2:   log likelihood = -300.27751
Iteration 3:   log likelihood =  -300.2765
Iteration 4:   log likelihood =  -300.2765

Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(51)       =     105.16
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood =  -300.2765                     Pseudo R2         =     0.1490

------------------------------------------------------------------------------
           sex |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
---------------+--------------------------------------------------------------
           age |  -.0793808   .0891895    -0.89   0.373    -.2541889    .0954274
            cm |   .3940079   .2778173     1.42   0.156    -.1505041    .9385199
     household |   .2184992    .172885     1.26   0.206    -.1203492    .5573476
congenitald~e |   .2137296   .1358034     1.57   0.116    -.0524401    .4798993
             G |   .0611305   .0433647     1.41   0.159    -.0238628    .1461238
        career |   .1322605   .0489148     2.70   0.007     .0363892    .2281317
        income |   1.65e-06   2.62e-06     0.63   0.529    -3.49e-06    6.78e-06
        place1 |  -.0473919   .2657798    -0.18   0.858    -.5683107    .4735269
        place2 |   .0729522   .2410427     0.30   0.762    -.3994828    .5453873
        place3 |  -.1639747   .2424498    -0.68   0.499    -.6391676    .3112182
        place4 |   .6866478   .2302425     2.98   0.003     .2353807    1.137915
        place5 |  -.0810586   .2397962    -0.34   0.735    -.5510506    .3889334
        place6 |  -.7414013   .8738522    -0.85   0.396     -2.45412    .9713176
         time1 |   .4319433    .434313     0.99   0.320    -.4192947    1.283181
         time2 |   .4185391   .3001039     1.39   0.163    -.1696538    1.006732
          app1 |   .0287775   .4203715     0.07   0.945    -.7951355    .8526905
          app2 |  -.0952845   .2960909    -0.32   0.748    -.6756119    .4850429
          app3 |  -.0614868   .3087543    -0.20   0.842     -.666634    .5436605
          app4 |  -.1753999    .349436    -0.50   0.616    -.8602818    .5094821
          app5 |   1.103745   .3136542     3.52   0.000     .4889946    1.718496
          app6 |  -.4913685   .3342321    -1.47   0.142    -1.146451    .1637143
     yesnomask |   .6628832   .6252364     1.06   0.289    -.5625575    1.888324
         mask1 |  -.1149233   .5797791    -0.20   0.843    -1.251269    1.021423
         mask2 |   .4414453   .4559671     0.97   0.333    -.4522338    1.335124
         mask3 |  -.2219734   .3236656    -0.69   0.493    -.8563464    .4123996
         mask4 |   .9933576   .5786231     1.72   0.086    -.1407228    2.127438
     frequency |   .1499592   .2882878     0.52   0.603    -.4150744    .7149929
      maskcost |   .3523475   .3865858     0.91   0.362    -.4053468    1.110042
      maskWTP1 |    .326494   .3265479     1.00   0.317    -.3135281    .9665162
      maskWTP2 |  -.1309777   .2650285    -0.49   0.621    -.6504241    .3884687
      maskWTP3 |  -.1951272   .1692049    -1.15   0.249    -.5267627    .1365084
      maskWTP4 |   .5799852   .3398245     1.71   0.088    -.0860587    1.246029
     yesnosick |   .5774788   .3002364     1.92   0.054    -.0109736    1.165931
            AJ |   .3699162   .1879305     1.97   0.049     .0015792    .7382531
            AK |  -.4995393   .2116175    -2.36   0.018    -.9143021   -.0847766
            AL |   .1731846   .2525754     0.69   0.493    -.3218541    .6682234
            AM |    .113635   .1863527     0.61   0.542    -.2516096    .4788796
            AN |  -.1657349   .2048443    -0.81   0.418    -.5672224    .2357526
            AO |  -.2127687    .229481    -0.93   0.354    -.6625432    .2370057
            AP |    .090736   .2063291     0.44   0.660    -.3136617    .4951336
            AQ |  -.1815199   .2699467    -0.67   0.501    -.7106058     .347566
            AR |  -.0617783   .2435137    -0.25   0.800    -.5390564    .4154998
treatmentme~d |   .4188487   .2136456     1.96   0.050      .000111    .8375864
treatmentme~t |  -.2174324   .2301554    -0.94   0.345    -.6685287    .2336639
medicaltrea~1 |  -.3003419    .283645    -1.06   0.290    -.8562759     .255592
  airpurifier |  -.8060078   .6110856    -1.32   0.187    -2.003714     .391698
airpurifier~t |   .1284307   .2270945     0.57   0.572    -.3166663    .5735277
```

```
airpurifier~1 |  -.0548376   .5217935    -0.11   0.916    -1.077534    .9678588
airpurifier~2 |    .791983   .5022342     1.58   0.115    -.1923779    1.776344
airpurifier~3 |  -.3730689   .6000127    -0.62   0.534    -1.549072    .8029345
airpurifier~4 |  -.1706791    .486019    -0.35   0.725    -1.123259    .7819006
--------------+----------------------------------------------------------------
        /cut1 |   3.581977   1.075932                      1.473188    5.690765
        /cut2 |    7.12301    1.13074                      4.906799     9.33922
------------------------------------------------------------------------------


. ologit outdoor Airhome Airroom doorwindow clean tree exercise water news doctor activities

Iteration 0:   log likelihood = -590.98428
Iteration 1:   log likelihood = -423.94994
Iteration 2:   log likelihood = -419.13951
Iteration 3:   log likelihood = -419.06356
Iteration 4:   log likelihood = -419.06352
Iteration 5:   log likelihood = -419.06352

Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(10)       =     343.84
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood = -419.06352                     Pseudo R2         =     0.2909

------------------------------------------------------------------------------
     outdoor |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
     Airhome |    .693446   .0882262     7.86   0.000     .5205258    .8663662
     Airroom |   .0844324   .1116639     0.76   0.450    -.1344249    .3032897
  doorwindow |    .189838   .1170108     1.62   0.105    -.0394989     .419175
       clean |  -.0860196   .1247169    -0.69   0.490    -.3304602     .158421
        tree |   .4245154   .1078252     3.94   0.000     .2131819    .6358489
    exercise |   .0437557   .1189628     0.37   0.713    -.1894071    .2769184
       water |   .4990846   .1113635     4.48   0.000     .2808162    .7173531
        news |  -.0172078   .0806936    -0.21   0.831    -.1753643    .1409488
      doctor |   .4970683   .1041104     4.77   0.000     .2930157    .7011209
  activities |   .1230762   .1041441     1.18   0.237    -.0810424    .3271948
-------------+----------------------------------------------------------------
       /cut1 |   4.551834   .4724535                      3.625842    5.477826
       /cut2 |   5.233321   .4935288                      4.266022    6.200619
       /cut3 |   6.250632   .5210581                      5.229376    7.271887
       /cut4 |   7.431302   .5567138                      6.340163    8.522441
------------------------------------------------------------------------------


Mean estimation                   Number of obs   =        400

--------------------------------------------------------------
             |       Mean   Std. Err.     [95% Conf. Interval]
-------------+------------------------------------------------
     outdoor |       2.14   .0831763      1.976481    2.303519
     Airhome |     1.9025   .0850769      1.735245    2.069755
     Airroom |     2.3975   .0825577      2.235198    2.559802
  doorwindow |     2.7825   .0721179      2.640722    2.924278
       clean |       2.89   .0733703      2.745759    3.034241
        tree |       2.52   .0735699      2.375367    2.664633
    exercise |     2.5875   .0680436      2.453731    2.721269
       water |     2.7725   .0729909      2.629005    2.915995
        news |     1.1025   .0728406      .9593007    1.245699
      doctor |     2.6125   .0731898      2.468614    2.756386
  activities |     2.6075   .0718262      2.466295    2.748705
--------------------------------------------------------------


. summarize outdoor  Airhome  Airroom doorwindow  clean  tree  exercise  water
> news doctor  activities

    Variable |        Obs        Mean    Std. Dev.       Min        Max
```

```
  -------------+---------------------------------------------------------
       outdoor |       400        2.14    1.663526          0          4
       Airhome |       400      1.9025    1.701538          0          4
       Airroom |       400      2.3975    1.651154          0          4
     doorwindow |       400      2.7825    1.442357          0          4
         clean |       400        2.89    1.467407          0          4
  -------------+---------------------------------------------------------
          tree |       400        2.52    1.471398          0          4
      exercise |       400      2.5875    1.360872          0          4
         water |       400      2.7725    1.459819          0          4
          news |       400      1.1025    1.456811          0          4
        doctor |       400      2.6125    1.463797          0          4
  -------------+---------------------------------------------------------
    activities |       400      2.6075    1.436525          0          4


. sum yesnosick AJ AK AL AM AN AO AP AQ AR

    Variable |       Obs        Mean    Std. Dev.       Min        Max
  -------------+---------------------------------------------------------
    yesnosick |       400       .6775    .4680185          0          1
           AJ |       400       .4625    .7034421          0          3
           AK |       400         .72     .753671          0          3
           AL |       400           1    .8317027          0          2
           AM |       400        1.04    .8719523          0          3
  -------------+---------------------------------------------------------
           AN |       400        .745    .7625146          0          3
           AO |       400       .4925    .6936473          0          3
           AP |       400       .6025    .8344066          0          3
           AQ |       400         .41    .6503517          0          2
           AR |       400       .3125    .6211347          0


Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(9)        =     343.37
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood = -419.30149                     Pseudo R2         =     0.2905

------------------------------------------------------------------------------
     outdoor |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
     Airhome |   .6920865   .0880915     7.86   0.000     .5194303    .8647426
     Airroom |   .0693213   .1096406     0.63   0.527    -.1455703     .284213
   doorwindow |   .1716627   .1143475     1.50   0.133    -.0524543    .3957797
        tree |   .4015912   .1024874     3.92   0.000     .2007197    .6024628
    exercise |   .0228398   .1153114     0.20   0.843    -.2031665     .248846
       water |   .4927489   .1111971     4.43   0.000     .2748066    .7106912
        news |  -.0032147   .0781758    -0.04   0.967    -.1564363     .150007
      doctor |   .4947347   .1041046     4.75   0.000     .2906934     .698776
  activities |   .1263712   .1039704     1.22   0.224     -.077407    .3301494
-------------+----------------------------------------------------------------
       /cut1 |   4.606632   .4664167                      3.692472    5.520792
       /cut2 |   5.286791   .4880363                      4.330258    6.243325
       /cut3 |   6.299836   .5166293                      5.287261    7.312411
       /cut4 |   7.477783    .552951                      6.394019    8.561547
------------------------------------------------------------------------------

Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(10)       =     111.21
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood = -195.89188                     Pseudo R2         =     0.2211

------------------------------------------------------------------------------
   yesnosick |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
     outdoor |   -.517438    .119267    -4.34   0.000    -.7511971   -.2836789
```

```
        Airhome |   .2817912   .1117244     2.52   0.012     .0628153    .5007671
        Airroom |  -.1487043   .1330563    -1.12   0.264    -.4094899    .1120814
     doorwindow |   -.213753   .1370882    -1.56   0.119    -.4824409    .0549349
           tree |  -.0347246   .1250974    -0.28   0.781    -.2799109    .2104617
       exercise |   .1485641   .1414027     1.05   0.293      -.12858    .4257083
          water |  -.0643564   .1364251    -0.47   0.637    -.3317447    .2030319
           news |   .2894024   .0917159     3.16   0.002     .1096425    .4691624
         doctor |  -.1406807   .1285126    -1.09   0.274    -.3925608    .1111994
     activities |  -.3170232   .1270736    -2.49   0.013     -.566083   -.0679635
-------------+----------------------------------------------------------------
          /cut1 |  -3.324037   .5322392                     -4.367207   -2.280868
------------------------------------------------------------------------------


. ologit outdoor sex age cm household congenitaldisease G career income place1 place2 place3
place4 place5 place6
> time1 time2 app1 app2 app3 app4 app5 app6 yesnomask mask1 mask2 mask3 mask4 frequency maskcost
maskWTP1 maskWTP2
>  maskWTP3 maskWTP4 yesnosick treatmentmethod treatmentmethodcost medicaltreatment1 airpurifier
airpurifiercost a
> irpurifierWTP1 airpurifierWTP2 airpurifierWTP3 airpurifierWTP4

Iteration 0:   log likelihood = -590.98428
Iteration 1:   log likelihood = -436.25009
Iteration 2:   log likelihood = -430.67983
Iteration 3:   log likelihood = -430.62523
Iteration 4:   log likelihood = -430.62521

Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(43)       =     320.72
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood = -430.62521                     Pseudo R2         =     0.2713

------------------------------------------------------------------------------
             outdoor |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
---------------------+--------------------------------------------------------------
                 sex |   .3389831   .1958146     1.73   0.083    -.0448065    .7227727
                 age |  -.0614183   .0927038    -0.66   0.508    -.2431143    .1202777
                  cm |  -.4278347   .2932291    -1.46   0.145    -1.002553    .1468838
           household |  -.2180314   .1769764    -1.23   0.218    -.5648988     .128836
  congenitaldisease |   .4039705   .1353632     2.98   0.003     .1386636    .6692774
                   G |  -.0283702   .0430836    -0.66   0.510    -.1128124    .0560721
              career |  -.0303334   .0480792    -0.63   0.528     -.124567    .0639002
              income |   2.66e-06   5.69e-06     0.47   0.640    -8.49e-06    .0000138
              place1 |   .0581213   .2613589     0.22   0.824    -.4541328    .5703754
              place2 |  -.1970525   .2476178    -0.80   0.426    -.6823745    .2882696
              place3 |   .2726056   .2382019     1.14   0.252    -.1942615    .7394726
              place4 |   .1182479   .2277388     0.52   0.604     -.328112    .5646079
              place5 |  -.0918198    .230024    -0.40   0.690    -.5426585     .359019
              place6 |   .0470404    .858806     0.05   0.956    -1.636189    1.730269
               time1 |   .3131065   .4237266     0.74   0.460    -.5173823    1.143595
               time2 |   .3027289   .2945135     1.03   0.304     -.274507    .8799647
                app1 |  -.2571802    .385148    -0.67   0.504    -1.012056     .497696
                app2 |   .6115547   .2755624     2.22   0.026     .0714624    1.151647
                app3 |   .5279366   .2912579     1.81   0.070    -.0429184    1.098792
                app4 |   .6817189   .3342776     2.04   0.041     .0265467    1.336891
                app5 |  -.0202109   .2979721    -0.07   0.946    -.6042254    .5638036
                app6 |      .6738   .3218862     2.09   0.036     .0429146    1.304685
           yesnomask |  -1.963888   .6855507    -2.86   0.004    -3.307543   -.6202333
               mask1 |  -.1480125   .5555009    -0.27   0.790    -1.236774    .9407493
               mask2 |   .2336651   .4132461     0.57   0.572    -.5762823    1.043613
               mask3 |   1.148897   .3212673     3.58   0.000     .5192252     1.77857
               mask4 |   .6991125   .5143839     1.36   0.174    -.3090613    1.707286
           frequency |   .4890176   .2668888     1.83   0.067    -.0340749     1.01211
            maskcost |   .4119208   .3556339     1.16   0.247     -.285109     1.10895
            maskWTP1 |   .6060934   .3305919     1.83   0.067    -.0418548    1.254042
            maskWTP2 |   .6347289   .2978115     2.13   0.033     .0510291    1.218429
            maskWTP3 |   .0681868   .1535248     0.44   0.657    -.2327162    .3690898
            maskWTP4 |   1.513367   .3348015     4.52   0.000     .8571686    2.169566
```

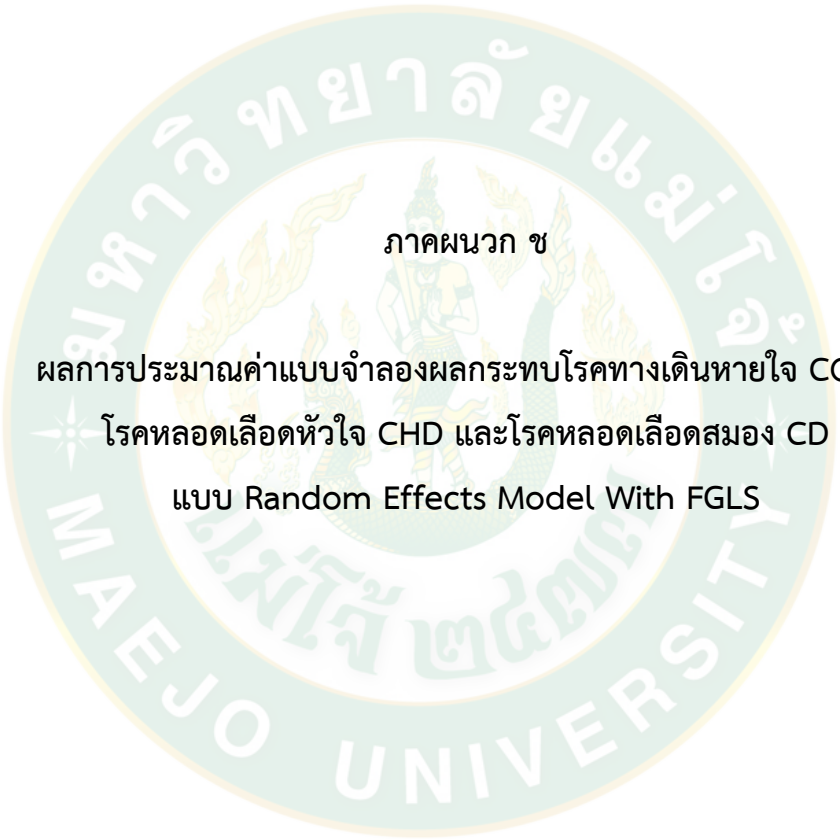
```
            yesnosick |  -1.314577   .2919878    -4.50   0.000    -1.886862   -.7422911
     treatmentmethod |   .0606637   .2031908     0.30   0.765    -.3375829    .4589103
treatmentmethodcost |  -.1270135   .2164412    -0.59   0.557    -.5512303    .2972034
  medicaltreatment1 |  -.0990376   .2541641    -0.39   0.697      -.59719    .3991149
          airpurifier |   1.065818   .7375013     1.45   0.148    -.3796578    2.511294
     airpurifiercost |  -.3474821   .2411054    -1.44   0.150      -.82004    .1250759
     airpurifierWTP1 |   .5710468   .5768414     0.99   0.322    -.5595415    1.701635
     airpurifierWTP2 |  -.9330231   .5150064    -1.81   0.070    -1.942417    .0763709
     airpurifierWTP3 |  -.9593966   .6709327    -1.43   0.153    -2.274401    .3556074
     airpurifierWTP4 |   .4815062   .5015835     0.96   0.337    -.5015793    1.464592
--------------------+------------------------------------------------------------------
               /cut1 |    .245661   .9820633                     -1.679148     2.17047
               /cut2 |   .8563012   .9819154                     -1.068218     2.78082
               /cut3 |   1.864281   .9876711                     -.0715192     3.80008
               /cut4 |   3.075407   .9998821                      1.115674     5.03514
------------------------------------------------------------------------------------------
 tab yesnomask frequency

    yes/no |            frequency
      mask |         0     normal   sometime |     Total
-----------+---------------------------------+----------
     nomal |        21          2          6 |        29
       yes |         9        245        117 |       371
-----------+---------------------------------+----------
     Total |        30        247        123 |       400


Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(51)       =     354.73
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood = -345.43524                     Pseudo R2         =     0.3393

------------------------------------------------------------------------------
                  gl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------------+----------------------------------------------------------------
                 sex |   .1830303   .1971264     0.93   0.353    -.2033303    .5693909
                 age |  -.1379499   .0872963    -1.58   0.114    -.3090475    .0331476
                  cm |  -.1920398   .2708479    -0.71   0.478     -.722892    .3388125
           household |  -.1798504    .167776    -1.07   0.284    -.5086852    .1489845
  congenitaldisease |  -.1307363   .1307281    -1.00   0.317    -.3869587    .1254861
                   G |   .0618278   .0437331     1.41   0.157    -.0238875    .1475432
              career |  -.0385857   .0478447    -0.81   0.420    -.1323597    .0551882
              income |  -1.14e-06   2.71e-06    -0.42   0.673    -6.45e-06    4.16e-06
              place1 |   .0557758   .2595852     0.21   0.830    -.4530018    .5645535
              place2 |  -.7193114   .2451169    -2.93   0.003    -1.199732   -.2388911
              place3 |   .0933148   .2301997     0.41   0.685    -.3578684     .544498
              place4 |  -.1237939   .2251558    -0.55   0.582    -.5650912    .3175033
              place5 |   .0727805   .2328629     0.31   0.755    -.3836224    .5291834
              place6 |   .6334559   .8118809     0.78   0.435    -.9578013    2.224713
               time1 |   .5864764   .4175283     1.40   0.160     -.231864    1.404817
               time2 |   .2335955   .2966357     0.79   0.431    -.3477997    .8149907
                app1 |   .1769672   .4076986     0.43   0.664    -.6221073    .9760417
                app2 |    .858648   .2904103     2.96   0.003     .2894542    1.427842
                app3 |    .570762   .3046373     1.87   0.061    -.0263162     1.16784
                app4 |   .9034054   .3302883     2.74   0.006     .2560521    1.550759
                app5 |   .1536694   .2965254     0.52   0.604    -.4275097    .7348485
                app6 |   .6653333   .3244527     2.05   0.040     .0294178    1.301249
           yesnomask |  -1.371786    .624393    -2.20   0.028    -2.595574   -.1479984
               mask1 |  -.6727709   .6047575    -1.11   0.266    -1.858074    .5125319
               mask2 |  -.4130511   .4757289    -0.87   0.385    -1.345463    .5193604
               mask3 |   .0331474   .3142826     0.11   0.916    -.5828351    .6491299
               mask4 |   1.670455   .5939174     2.81   0.005     .5063981    2.834512
            maskcost |   1.420783   .3952838     3.59   0.000     .6460409    2.195525
            maskWTP1 |   .3864849   .3122874     1.24   0.216    -.2255872     .998557
            maskWTP2 |   .7900335   .2748347     2.87   0.004     .2513675      1.3287
            maskWTP3 |   .3203464   .1646774     1.95   0.052    -.0024154    .6431081
            maskWTP4 |   1.344068   .3159699     4.25   0.000     .7247782    1.963357
           yesnosick |  -1.724249   .3070161    -5.62   0.000     -2.32599   -1.122509
```

```
                  AJ |   .1625676    .187787     0.87   0.387     -.205488    .5306233
                  AK |  -.4587681   .2120307    -2.16   0.030    -.8743407   -.0431955
                  AL |  -.0782352   .2429967    -0.32   0.747    -.5544999    .3980295
                  AM |   .1929999   .1812198     1.07   0.287    -.1621844    .5481842
                  AN |   .1449342   .2016834     0.72   0.472     -.250358    .5402264
                  AO |   .2227731   .2167944     1.03   0.304    -.2021361    .6476824
                  AP |   .0885896   .1969067     0.45   0.653    -.2973404    .4745196
                  AQ |   .1611663   .2575834     0.63   0.532    -.3436878    .6660204
                  AR |  -.4035882   .2429853    -1.66   0.097    -.8798306    .0726542
      treatmentmethod |   .1527643    .205985     0.74   0.458    -.2509588    .5564874
treatmentmethodcost |   .0060863   .2138925     0.03   0.977    -.4131352    .4253078
  medicaltreatment1 |    .043155   .2524272     0.17   0.864    -.4515933    .5379032
        airpurifier |   .9814638   .6683029     1.47   0.142    -.3283858    2.291313
     airpurifiercost |  -.4024124   .2394531    -1.68   0.093    -.8717319    .0669072
     airpurifierWTP1 |   .5295832   .5160238     1.03   0.305     -.481805    1.540971
     airpurifierWTP2 |  -1.491315   .5309835    -2.81   0.005    -2.532023   -.4506064
     airpurifierWTP3 |  -.0151863   .5959164    -0.03   0.980    -1.183161    1.152788
     airpurifierWTP4 |   .9202947   .4954172     1.86   0.063    -.0507052    1.891294
--------------------+------------------------------------------------------------------
               /cut1 |  -1.395887   .9910999                     -3.338407    .5466329
               /cut2 |   .4242663   .9853956                     -1.507074    2.355606
               /cut3 |   4.302804   1.024298                      2.295216    6.310392
------------------------------------------------------------------------------


Ordered logistic regression                     Number of obs     =        400
                                                LR chi2(52)       =     357.90
                                                Prob > chi2       =     0.0000
Log likelihood = -343.85231                     Pseudo R2         =     0.3423

------------------------------------------------------------------------------
          gl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         sex |   .1751449   .1977539     0.89   0.376    -.2124456    .5627354
         age |  -.1207634   .0879136    -1.37   0.170    -.2930709    .0515442
          cm |  -.2064184   .2712194    -0.76   0.447    -.7379987    .3251618
   household |    -.17035   .1676562    -1.02   0.310      -.49895     .15825
congenitald~e |  -.1307226   .1307833    -1.00   0.318    -.3870532    .1256079
           G |   .0584025   .0437994     1.33   0.182    -.0274428    .1442478
      career |  -.0404304   .0479539    -0.84   0.399    -.1344183    .0535575
      income |  -1.41e-06   2.74e-06    -0.51   0.608    -6.77e-06    3.96e-06
      place1 |   .0346639   .2604672     0.13   0.894    -.4758424    .5451702
      place2 |   -.701717   .2452095    -2.86   0.004    -1.182319   -.2211152
      place3 |   .0824936   .2310733     0.36   0.721    -.3704017     .535389
      place4 |  -.1556595   .2264324    -0.69   0.492    -.5994588    .2881398
      place5 |   .0446837    .234053     0.19   0.849    -.4140517    .5034191
      place6 |   .6371421   .8297659     0.77   0.443    -.9891692    2.263453
       time1 |   .5523335   .4181348     1.32   0.187    -.2671957    1.371863
       time2 |   .2781105   .2985808     0.93   0.352    -.3070972    .8633182
        app1 |   .1244996   .4111829     0.30   0.762    -.6814041    .9304032
        app2 |   .8681309   .2911589     2.98   0.003       .29747    1.438792
        app3 |   .6101483   .3076782     1.98   0.047     .0071101    1.213186
        app4 |   .8032704   .3358831     2.39   0.017     .1449517    1.461589
        app5 |    .154086   .2968794     0.52   0.604    -.4277869    .7359589
        app6 |   .6581583   .3244601     2.03   0.043     .0222281    1.294089
   yesnomask |  -1.484758   .6258353    -2.37   0.018    -2.711373   -.2581437
       mask1 |  -.7018635   .6041418    -1.16   0.245     -1.88596    .4822327
       mask2 |  -.3401934    .478877    -0.71   0.477    -1.278775    .5983882
       mask3 |  -.0163871   .3155735    -0.05   0.959    -.6348998    .6021256
       mask4 |      1.7203   .6020255     2.86   0.004     .5403514    2.900248
   frequency |    .505534   .2860837     1.77   0.077    -.0551798    1.066248
    maskcost |   1.258431   .4061793     3.10   0.002      .462334    2.054528
    maskWTP1 |   .2662448   .3205264     0.83   0.406    -.3619754     .894465
    maskWTP2 |       .7626   .2743885     2.78   0.005     .2248085    1.300391
    maskWTP3 |   .3712933   .1678816     2.21   0.027     .0422514    .7003352
    maskWTP4 |   1.122493   .3391752     3.31   0.001     .4577214    1.787264
   yesnosick |  -1.658091   .3100415    -5.35   0.000    -2.265761   -1.050421
          AJ |   .1627165   .1880203     0.87   0.387    -.2057965    .5312295
```

```
             AK |  -.4829119   .2134214    -2.26   0.024    -.9012102   -.0646136
             AL |  -.0662673    .243746    -0.27   0.786    -.5440007    .4114662
             AM |    .209675   .1818184     1.15   0.249    -.1466825    .5660325
             AN |   .1216368   .2022735     0.60   0.548     -.274812    .5180857
             AO |   .2174283   .2171305     1.00   0.317    -.2081396    .6429961
             AP |   .0575809   .1987442     0.29   0.772    -.3319505    .4471123
             AQ |   .1927242   .2584047     0.75   0.456    -.3137398    .6991882
             AR |  -.4241083   .2436684    -1.74   0.082    -.9016895     .053473
treatmentme~d |   .1582495   .2062387     0.77   0.443     -.245971    .5624699
treatmentme~t |   .0238225   .2144508     0.11   0.912    -.3964934    .4441384
medicaltrea~1 |   .1218709   .2570251     0.47   0.635    -.3818889    .6256308
  airpurifier |   .9915656   .6610953     1.50   0.134    -.3041574    2.287289
airpurifier~t |  -.3698577   .2387578    -1.55   0.121    -.8378143     .098099
airpurifier~1 |   .5360637   .5134832     1.04   0.296     -.470345    1.542472
airpurifier~2 |  -1.485078   .5318233    -2.79   0.005    -2.527432   -.4427234
airpurifier~3 |    .008744   .5896756     0.01   0.988    -1.146999    1.164487
airpurifier~4 |   .8193494   .4976732     1.65   0.100    -.1560722    1.794771
--------------+-----------------------------------------------------------------
        /cut1 |  -1.273621   .9951664                     -3.224112    .6768689
        /cut2 |   .5525983   .9898319                     -1.387437    2.492633
        /cut3 |   4.471284   1.033334                      2.445986    6.496582
------------------------------------------


. mfx, predict(outcome(1))

Marginal effects after ologit
      y  = Pr(gl==1) (predict, outcome(1))
         =  .05609485
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
---------+--------------------------------------------------------------------
     sex |  -.0092736      .01058   -0.88   0.381  -.030008  .011461      1.62
     age |   .0063942      .00475    1.35   0.178  -.002908  .015696    2.7675
      cm |   .0109295      .01444    0.76   0.449  -.017364  .039223    1.3125
househ~d |   .0090197      .00896    1.01   0.314   -.00855  .026589      1.83
congen~e |   .0069215      .00701    0.99   0.323  -.006814  .020657      1.04
       G |  -.0030923      .00236   -1.31   0.190  -.007713  .001529       3.8
  career |   .0021407      .00257    0.83   0.405  -.002896  .007177     4.135
  income |  7.45e-08      .00000    0.51   0.608  -2.1e-07  3.6e-07   33656.3
  place1*|  -.0018441      .01393   -0.13   0.895  -.029151  .025463     .6525
  place2*|   .0372674      .01436    2.60   0.009   .009121  .065414     .5175
  place3*|  -.0043976      .01242   -0.35   0.723  -.028734  .019939       .59
  place4*|   .0082134      .01197    0.69   0.493  -.015257  .031684       .53
  place5*|  -.0023644       .0124   -0.19   0.849  -.026666  .021937     .4825
  place6*|  -.0259263      .02545   -1.02   0.308  -.075813  .023961       .02
   time1*|  -.0356341      .03268   -1.09   0.276  -.099694  .028425     .8925
   time2*|  -.0138632      .01415   -0.98   0.327  -.041591  .013864     .2475
    app1*|  -.0063089      .01999   -0.32   0.752  -.045496  .032878        .1
    app2*|  -.0525878      .02124   -2.48   0.013  -.094227 -.010949       .65
    app3*|  -.0318209      .01659   -1.92   0.055  -.064342    .0007     .4525
    app4*|  -.0377503      .01508   -2.50   0.012  -.067302 -.008198     .3075
    app5*|  -.0080036      .01515   -0.53   0.597  -.037689  .021682      .355
    app6*|   -.034115      .01741   -1.96   0.050  -.068244  .000014     .4425
yesnom~k*|   .0473018      .01358    3.48   0.000   .020691  .073913     .9275
   mask1*|   .0292987      .02014    1.45   0.146  -.010174  .068772        .9
   mask2*|   .0204281      .03262    0.63   0.531  -.043505  .084361       .09
   mask3*|   .0008661      .01665    0.05   0.959   -.03177  .033502      .625
   mask4*|  -.0505607      .01242   -4.07   0.000  -.074907 -.026215      .065
freque~y |  -.0267671      .01547   -1.73   0.084  -.057083  .003549     1.2325
maskcost |  -.0666317      .02353   -2.83   0.005   -.11274 -.020523       1.02
maskWTP1 |  -.0140972      .01707   -0.83   0.409  -.047558  .019363     .9075
maskWTP2 |  -.0403783      .01548   -2.61   0.009  -.070722 -.010035     .4325
maskWTP3 |  -.0196593      .00928   -2.12   0.034   -.03785 -.001469      .725
maskWTP4 |   -.059434      .01943   -3.06   0.002  -.097517 -.021351     .6075
yesnos~k*|    .073142      .01582    4.62   0.000   .042141  .104143     .6775
       AJ |  -.0086155      .01005   -0.86   0.391   -.02832  .011089     .4625
       AK |   .0255693       .0119    2.15   0.032   .002244  .048894       .72
```

```
        AL |   .0035087      .01291    0.27   0.786  -.021792   .02881         1
        AM |  -.0111019      .00973   -1.14   0.254  -.030166  .007962      1.04
        AN |  -.0064405      .01074   -0.60   0.549  -.027482  .014601      .745
        AO |  -.0115124      .01165   -0.99   0.323  -.034341  .011316     .4925
        AP |  -.0030488      .01053   -0.29   0.772  -.023684  .017586     .6025
        AQ |  -.0102044      .01375   -0.74   0.458  -.037157  .016748       .41
        AR |   .0224558      .01329    1.69   0.091  -.003585  .048496     .3125
  treatm~d |   -.008379      .01098   -0.76   0.446  -.029905  .013147     .4425
  treatm~t |  -.0012614      .01136   -0.11   0.912  -.023524  .021001     .3225
  medica~1 |  -.0064528      .01363   -0.47   0.636  -.033177  .020271     1.145
  airpur~r*|   -.044559      .02673   -1.67   0.095  -.096941  .007823     .2825
  airpur~t |   .0195833      .01306    1.50   0.134  -.006015  .045181      .565
  airpur~1*|  -.0258551      .02299   -1.12   0.261   -.07091    .0192     .2875
  airpur~2*|   .1118538      .05694    1.96   0.049   .000254  .223453      .265
  airpur~3*|  -.0004622      .03111   -0.01   0.988  -.061442  .060517     .2725
  airpur~4*|  -.0355641       .0187   -1.90   0.057  -.072211  .001083     .2025
  ------------------------------------------------------------------------------
  (*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1


  . mfx, predict(outcome(2))

  Marginal effects after ologit
        y  = Pr(gl==2) (predict, outcome(2))
           =  .21348366
  ------------------------------------------------------------------------------
  variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
  ---------+--------------------------------------------------------------------
       sex |  -.0252135      .02856   -0.88   0.377  -.081193  .030766      1.62
       age |   .0173848      .01281    1.36   0.175  -.007726  .042495    2.7675
        cm |   .0297155      .03919    0.76   0.448  -.047105  .106536    1.3125
  househ~d |   .0245232      .02426    1.01   0.312  -.023028  .072074      1.83
  congen~e |   .0188185      .01886    1.00   0.319  -.018156  .055793      1.04
         G |  -.0084075      .00637   -1.32   0.187   -.02089  .004075       3.8
    career |   .0058203      .00693    0.84   0.401  -.007763  .019404     4.135
    income |   2.02e-07      .00000    0.51   0.608  -5.7e-07  9.8e-07   33656.3
    place1*|   -.004998      .03762   -0.13   0.894  -.078723  .068727     .6525
    place2*|   .0996239      .03514    2.83   0.005   .030749  .168499     .5175
    place3*|  -.0119005      .03344   -0.36   0.722  -.077437  .053636       .59
    place4*|   .0223653      .03259    0.69   0.493  -.041504  .086235       .53
    place5*|  -.0064308      .03367   -0.19   0.849  -.072413  .059552     .4825
    place6*|  -.0811239      .09053   -0.90   0.370  -.258552  .096304       .02
     time1*|  -.0829647      .06437   -1.29   0.197  -.209118  .043189     .8925
     time2*|  -.0390793      .04094   -0.95   0.340  -.119319   .04116     .2475
      app1*|  -.0176356      .05738   -0.31   0.759  -.130102  .094831        .1
      app2*|  -.1268844      .04318   -2.94   0.003  -.211523 -.042246       .65
      app3*|  -.0864006      .04349   -1.99   0.047  -.171636 -.001165     .4525
      app4*|  -.1084746      .04292   -2.53   0.011  -.192589 -.024361     .3075
      app5*|  -.0220181      .04208   -0.52   0.601  -.104496   .06046      .355
      app6*|   -.092831      .04567   -2.03   0.042  -.182341 -.003321     .4425
  yesnom~k*|   .1588037      .04677    3.40   0.001   .067131  .250476     .9275
     mask1*|   .0902769      .06767    1.33   0.182  -.042355  .222909        .9
     mask2*|   .0506387      .07304    0.69   0.488  -.092515  .193792       .09
     mask3*|   .0023576      .04539    0.05   0.959  -.086602  .091317      .625
     mask4*|  -.1727921      .03957   -4.37   0.000  -.250356 -.095229      .065
  freque~y |  -.0727755      .04148   -1.75   0.079  -.154067  .008516    1.2325
  maskcost |  -.1811608      .06085   -2.98   0.003  -.300428 -.061894      1.02
  maskWTP1 |   -.038328      .04632   -0.83   0.408  -.129122  .052466     .9075
  maskWTP2 |  -.1097822       .0403   -2.72   0.006  -.188773 -.030791     .4325
  maskWTP3 |  -.0534505       .0247   -2.16   0.030   -.10187 -.005031      .725
  maskWTP4 |  -.1615915      .05165   -3.13   0.002  -.262833  -.06035     .6075
  yesnos~k*|   .2062061      .03732    5.52   0.000   .133054  .279359     .6775
        AJ |  -.0234243      .02721   -0.86   0.389  -.076754  .029905     .4625
        AK |   .0695189      .03148    2.21   0.027   .007828   .13121       .72
        AL |   .0095397      .03509    0.27   0.786  -.059236  .078315         1
        AM |  -.0301843      .02633   -1.15   0.252  -.081792  .021423      1.04
        AN |  -.0175106      .02915   -0.60   0.548  -.074644  .039623      .745
        AO |  -.0313005       .0314   -1.00   0.319  -.092844  .030243     .4925
        AP |  -.0082892      .02865   -0.29   0.772  -.064441  .047862     .6025
```

```
------------------------------------------------------------------------------
          AQ |  -.0277441       .0372   -0.75   0.456  -.100647   .045159       .41
          AR |   .0610537       .0356    1.71   0.086  -.008725   .130832     .3125
  treatm~d |  -.0227812      .02962   -0.77   0.442  -.080831   .035268     .4425
  treatm~t |  -.0034294      .03088   -0.11   0.912  -.063951   .057092     .3225
  medica~1 |  -.0175443        .037   -0.47   0.635  -.090072   .054984     1.145
  airpur~r*|  -.1301773      .07844   -1.66   0.097  -.283912   .023557     .2825
  airpur~t |   .0532439      .03499    1.52   0.128  -.015334   .121822      .565
  airpur~1*|  -.0739065      .06766   -1.09   0.275  -.206526   .058713     .2875
  airpur~2*|   .2124624      .06828    3.11   0.002    .07863   .346295      .265
  airpur~3*|   -.001258      .08478   -0.01   0.988  -.167431   .164915     .2725
  airpur~4*|  -.1068197      .05846   -1.83   0.068  -.221404   .007765     .2025
------------------------------------------------------------------------------
(*) dy/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1


. mfx, predict(outcome(3))

Marginal effects after ologit
      y  = Pr(gl==3) (predict, outcome(3))
         =  .67934112
------------------------------------------------------------------------------
variable |      dy/dx    Std. Err.     z    P>|z|  [    95% C.I.   ]      X
---------+--------------------------------------------------------------------
     sex |   .0259976      .02954    0.88   0.379  -.031898   .083894      1.62
     age |  -.0179255      .01323   -1.35   0.176  -.043864   .008013    2.7675
      cm |  -.0306397      .04041   -0.76   0.448  -.109851   .048572    1.3125
  househ~d |  -.0252859      .02503   -1.01   0.312  -.074337   .023766      1.83
  congen~e |  -.0194038      .01951   -0.99   0.320  -.057649   .018842      1.04
         G |    .008669      .00658    1.32   0.187  -.004222    .02156       3.8
    career |  -.0060013      .00717   -0.84   0.402  -.020049   .008047     4.135
    income |  -2.09e-07      .00000   -0.51   0.608  -1.0e-06  5.9e-07   33656.3
    place1*|   .0051698      .03905    0.13   0.895  -.071359   .081698     .6525
    place2*|  -.1020041      .03646   -2.80   0.005  -.173462 -.030546     .5175
    place3*|   .0123253      .03478    0.35   0.723  -.055833   .080484       .59
    place4*|  -.0229966      .03343   -0.69   0.492   -.08852   .042527       .53
    place5*|   .0066277       .0347    0.19   0.849  -.061388   .074643     .4825
    place6*|   .0661883      .04857    1.36   0.173  -.029014   .161391       .02
     time1*|   .0963961      .08277    1.16   0.244  -.065838    .25863     .8925
     time2*|   .0385564      .03852    1.00   0.317  -.036948   .114061     .2475
      app1*|   .0176319      .05555    0.32   0.751  -.091235   .126499        .1
      app2*|   .1411955      .05172    2.73   0.006   .039832   .242559       .65
      app3*|   .0875385      .04376    2.00   0.045   .001779   .173298     .4525
      app4*|   .1007476      .03597    2.80   0.005   .030256   .171239     .3075
      app5*|   .0223965      .04221    0.53   0.596  -.060338   .105131      .355
      app6*|   .0935282      .04545    2.06   0.040   .004452   .182605     .4425
  yesnom~k*|  -.0763761      .04094   -1.87   0.062  -.156615   .003862     .9275
     mask1*|  -.0754253      .04037   -1.87   0.062  -.154554   .003704        .9
     mask2*|  -.0564793      .08741   -0.65   0.518  -.227808   .114849       .09
     mask3*|  -.0024279      .04669   -0.05   0.959  -.093929   .089073       .625
     mask4*|   .0573662      .06035    0.95   0.342  -.060923   .175655       .065
  freque~y |   .0750388      .04292    1.75   0.080  -.009075   .159152    1.2325
  maskcost |   .1867949      .06361    2.94   0.003   .062118   .311472      1.02
  maskWTP1 |     .03952      .04784    0.83   0.409   -.05425   .133289     .9075
  maskWTP2 |   .1131963      .04199    2.70   0.007   .030897   .195496     .4325
  maskWTP3 |   .0551128      .02568    2.15   0.032   .004789   .105437      .725
  maskWTP4 |   .1666169       .0535    3.11   0.002   .061763   .271471     .6075
  yesnos~k*|  -.1678935      .03199   -5.25   0.000  -.230596 -.105191     .6775
        AJ |   .0241528      .02807    0.86   0.390   -.03086   .079165     .4625
        AK |  -.0716809      .03271   -2.19   0.028  -.135794 -.007568       .72
        AL |  -.0098364      .03619   -0.27   0.786  -.080777   .061104         1
        AM |   .0311231      .02721    1.14   0.253  -.022207   .084453      1.04
        AN |   .0180551      .03006    0.60   0.548  -.040859   .076969      .745
        AO |   .0322739      .03246    0.99   0.320  -.031341   .095889     .4925
        AP |    .008547      .02954    0.29   0.772  -.049358   .066452     .6025
        AQ |    .028607      .03843    0.74   0.457  -.046706    .10392       .41
        AR |  -.0629524      .03692   -1.71   0.088  -.135306   .009401     .3125
  treatm~d |   .0234897      .03057    0.77   0.442  -.036435   .083414     .4425
  treatm~t |   .0035361      .03184    0.11   0.912  -.058868   .065941     .3225
  medica~1 |   .0180899       .0382    0.47   0.636  -.056778   .092957     1.145
------------------------------------------------------------------------------
```



# ภาคผนวก ช

## ผลการประมาณค่าแบบจำลองผลกระทบโรคทางเดินหายใจ COPD โรคหลอดเลือดหัวใจ CHD และโรคหลอดเลือดสมอง CD แบบ Random Effects Model With FGLS

Dependent Variable: LNCOPD
Method: Panel Least Squares
Date: 05/29/21 Time: 14:23
Sample: 2014Q1 2020Q4
Periods included: 28
Fixed None Cross-sections Weights.
Cross-sections included: 8
Linear estimation after one-step weighting matrix
Period weights (PCSE) standard errors & covariance (d.f. crrected)

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| LNHOTSPOT | 0.115116 | 0.066606 | 1.728320 | 0.0854 |
| LNMAX_TEMP | 0.604151 | 0.200479 | 3.835260 | 0.0500 |
| LNMIN_TEMP | 0.953027 | 0.270286 | 3.525994 | 0.0005 |
| LNPM10 | 0.241168 | 0.284312 | 0.848251 | 0.0073 |
| LNRELATIVE_HUMIDITY_MEAN | -0.020536 | 0.786628 | -2.568604 | 0.0100 |
| LNTIME | 0.296496 | 0.256582 | 1.155560 | 0.2492 |
| LNTOTAL_RAIN | 0.071944 | 0.039457 | 1.823363 | 0.0697 |
| LNVISIBILITYKM | 0.231764 | 0.198121 | 1.169811 | 0.2434 |
| C | 30.31845 | 6.391891 | 4.743268 | 0.0000 |

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.589322 | Mean dependent var | 3.031430 |
| Adjusted R-squared | 0.559418 | S.D. dependent var | 1.001816 |
| S.E. of regression | 0.664969 | Akaike info criterion | 2.091190 |
| Sum squared resid | 91.08986 | Schwarz criterion | 2.336428 |
| Log likelihood | -216.1221 | Hannan-Quinn criter. | 2.190202 |
| F-statistic | 19.70729 | Durbin-Watson stat | 1.332437 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

Dependent Variable: LNCOPD

Method: Panel EGLS (Cross-section weights)

Date: 05/31/21 Time: 15:14

Sample: 2014Q1 2020Q4

Periods included: 28

Cross-sections included: 8

Total panel (unbalanced) observations: 222

Linear estimation after one-step weighting matrix

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| LNHOTSPOT | 0.049328 | 0.048660 | 1.013725 | 0.0119 |
| LNMAX_TEMP | 0.420052 | 0.026439 | 0.409232 | 0.0428 |
| LNMIN_TEMP | 0.923923 | 0.193871 | 4.765649 | 0.0000 |
| LNPM10 | 0.256456 | 0.194969 | 1.315372 | 0.0898 |
| LNRELATIVE_HUMIDITY_MEAN | 0.425054 | 0.660889 | 0.643154 | 0.0208 |
| LNTIME | 0.022844 | 0.179575 | 0.127211 | 0.8989 |
| LNTOTAL_RAIN | 0.006262 | 0.024365 | 0.256996 | 0.7974 |
| LNVISIBILITYKM | -0.232925 | 0.182433 | -1.276770 | 0.2031 |
| C | 3.811666 | 5.750375 | 0.662855 | 0.5082 |

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

Weighted Statistics

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.608333 | Mean dependent var | 3.461455 |
| Adjusted R-squared | 0.579814 | S.D. dependent var | 1.634757 |
| S.E. of regression | 0.662105 | Sum squared resid | 90.30688 |
| F-statistic | 21.33047 | Durbin-Watson stat | 1.431150 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

Unweighted Statistics

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.586241 | Mean dependent var | 3.031430 |
| Sum squared resid | 91.77330 | Durbin-Watson stat | 1.321522 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dependent Variable: LNCHD | | | | |
| Method: Panel Least Squares | | | | |
| Date: 05/29/21 Time: 15:31 | | | | |
| Sample: 2014Q1 2020Q4 | | | | |
| Periods included: 28 | | | | |
| Cross-sections included: 8 | | | | |
| Total panel (unbalanced) observations: 217<br>Linear estimation after one-step weighting matrix<br>Period weights (PCSE) standard errors & covariance (d.f. corrected) | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| LNHOTSPOT | 0.035137 | 0.077929 | 0.450889 | 0.0505 |
| LNMAX_TEMP | 2.284460 | 1.398377 | 1.633651 | 0.0038 |
| LNMIN_TEMP | 0.331838 | 0.317391 | 1.045518 | 0.2970 |
| LNPM10 | 0.068127 | 0.330560 | 0.206095 | 0.0369 |
| LNRELATIVE_HUMIDITY_MEAN | 2.121537 | 0.926911 | 2.288824 | 0.0231 |
| LNTIME | -0.120022 | 0.302153 | -0.397222 | 0.6916 |
| LNTOTAL_RAIN | -0.017513 | 0.046317 | -0.378110 | 0.7057 |
| LNVISIBILITYKM | 0.095103 | 0.230741 | 0.412162 | 0.6806 |
| C | -15.36768 | 7.443426 | -2.064598 | 0.0402 |

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

Weighted Statistics

| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.537632 | Mean dependent var | 3.033382 |
| Adjusted R-squared | 0.288201 | S.D. dependent var | 1.275412 |
| S.E. of regression | 0.885714 | Sum squared resid | 157.6824 |
| F-statistic | 6.830441 | Durbin-Watson stat | 1.337791 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

Dependent Variable: LNCD

Method: Panel Least Squares

Date: 06/06/21 Time: 11:14

Sample: 2014Q1 2020Q4

Periods included: 28

Cross-sections included: 8

Total panel (unbalanced) observations: 199

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| LNHOTSPOT | -0.025015 | 0.070737 | -0.353628 | 0.7240 |
| LNMAX_TEMP | 2.912471 | 1.555801 | 1.872008 | 0.0628 |
| LNMIN_TEMP | 0.063334 | 0.281787 | 0.224758 | 0.8224 |
| LNPM10 | 0.143529 | 0.297046 | 0.483188 | 0.0295 |
| LNRELATIVE_HUMIDITY_MEAN | 1.508590 | 0.971598 | 1.552689 | 0.0222 |
| LNTIME | -0.494239 | 0.283332 | -1.744383 | 0.0828 |
| LNTOTAL_RAIN | -0.022232 | 0.038970 | -0.570479 | 0.5691 |
| LNVISIBILITYKM | -0.270837 | 0.257453 | -1.051984 | 0.2942 |
| C | -12.34232 | 8.572875 | -1.439694 | 0.1517 |

Effects Specification

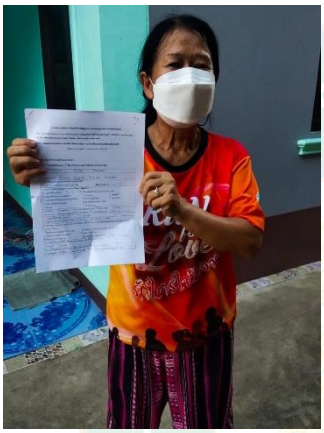
Cross-section fixed (dummy variables)

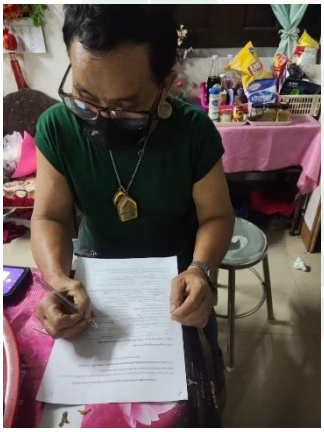
| | | | |
|---|---|---|---|
| R-squared | 0.703405 | Mean dependent var | 2.698675 |
| Adjusted R-squared | 0.679094 | S.D. dependent var | 1.476189 |
| S.E. of regression | 0.836240 | Akaike info criterion | 2.557184 |
| Sum squared resid | 127.9715 | Schwarz criterion | 2.821973 |
| Log likelihood | -238.4398 | Hannan-Quinn criter. | 2.664351 |
| F-statistic | 28.93349 | Durbin-Watson stat | 1.047533 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |

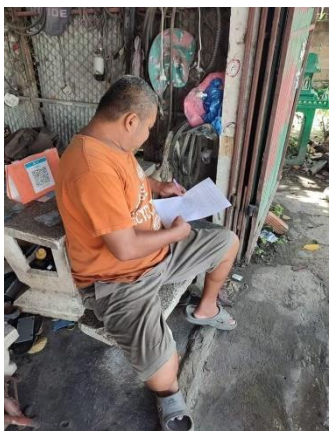
| Dependent Variable: LNCD | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Method: Panel EGLS (Cross-section weights) | | | | |
| Date: 05/29/21 Time: 16:09 | | | | |
| Sample: 2014Q1 2020Q4 | | | | |
| Periods included: 28 | | | | |
| Cross-sections included: 8 | | | | |
| Total panel (unbalanced) observations: 199 | | | | |
| Linear estimation after one-step weighting matrix | | | | |
| White diagonal standard errors & covariance (d.f. corrected) | | | | |
| | | | | |
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
| | | | | |
| LNHOTSPOT | -0.004604 | 0.063003 | -0.073078 | 0.9418 |
| LNMAX_TEMP | 1.476040 | 1.277844 | 1.155102 | 0.0496 |
| LNMIN_TEMP | 0.364533 | 0.246669 | 1.477820 | 0.1412 |
| LNPM10 | 0.092571 | 0.232800 | 0.397643 | 0.0914 |
| LNRELATIVE_HUMIDITY_MEAN | 1.481811 | 0.742732 | 1.995082 | 0.0475 |
| LNTIME | -0.374065 | 0.231180 | -1.618070 | 0.1174 |
| LNTOTAL_RAIN | -0.041153 | 0.032667 | -1.259752 | 0.2094 |
| LNVISIBILITYKM | -0.090989 | 0.207584 | -0.438323 | 0.6617 |
| C | -8.683830 | 6.159405 | -1.409849 | 0.1603 |
| | | | | |
| | Effects Specification | | | |
| | | | | |
| Cross-section fixed (dummy variables) | | | | |
| | | | | |
| | Weighted Statistics | | | |
| | | | | |
| R-squared | 0.792970 | Mean dependent var | | 3.004943 |
| Adjusted R-squared | 0.776000 | S.D. dependent var | | 1.676481 |
| S.E. of regression | 0.825606 | Sum squared resid | | 124.7375 |
| F-statistic | 46.72867 | Durbin-Watson stat | | 1.100318 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |
| | | | | |
| | Unweighted Statistics | | | |
| | | | | |
| R-squared | 0.697901 | Mean dependent var | | 2.698675 |
| Sum squared resid | 130.3462 | Durbin-Watson stat | | 1.030321 |

# ภาคผนวก ซ

## ภาพประกอบในการลงพื้นที่เก็บแบบสอบถาม

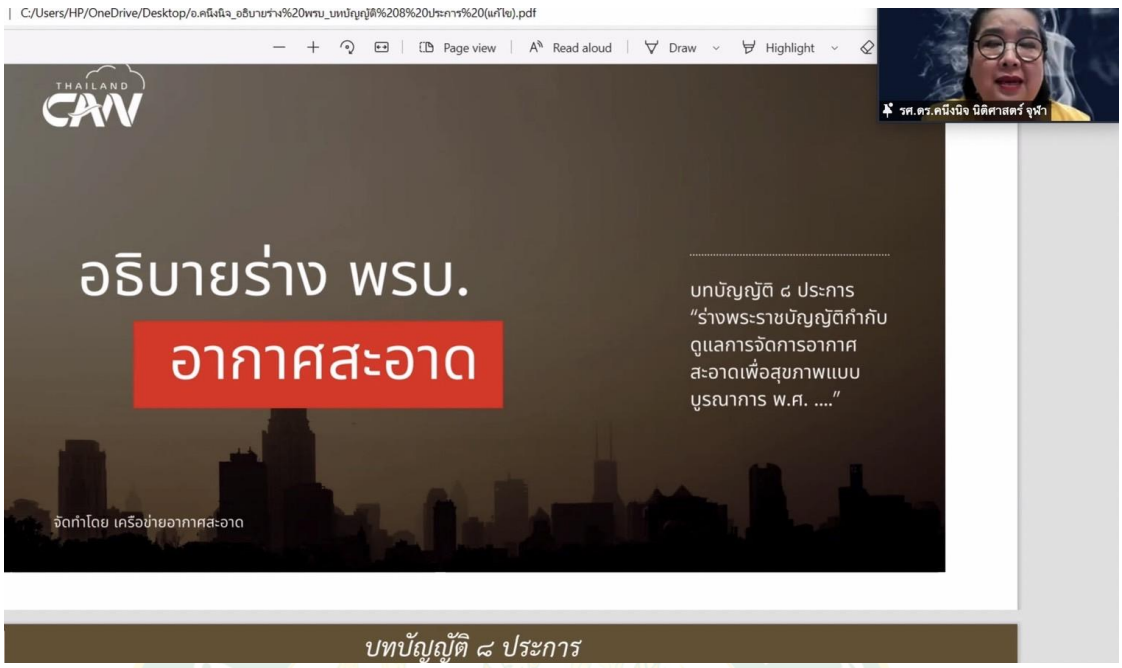


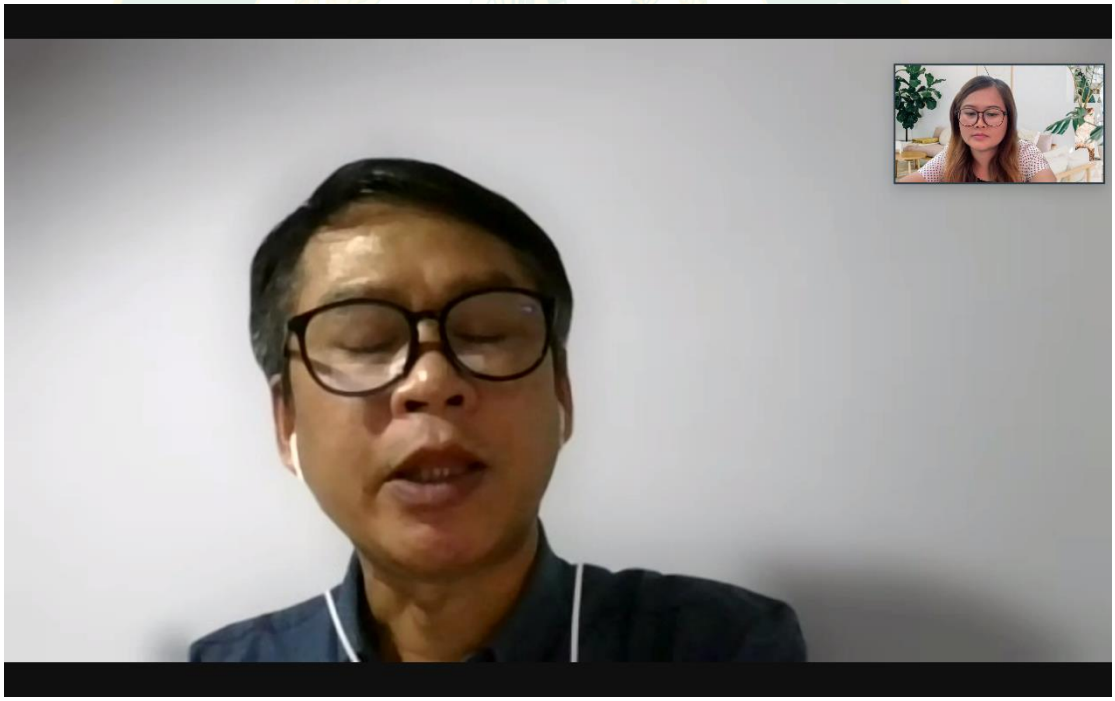


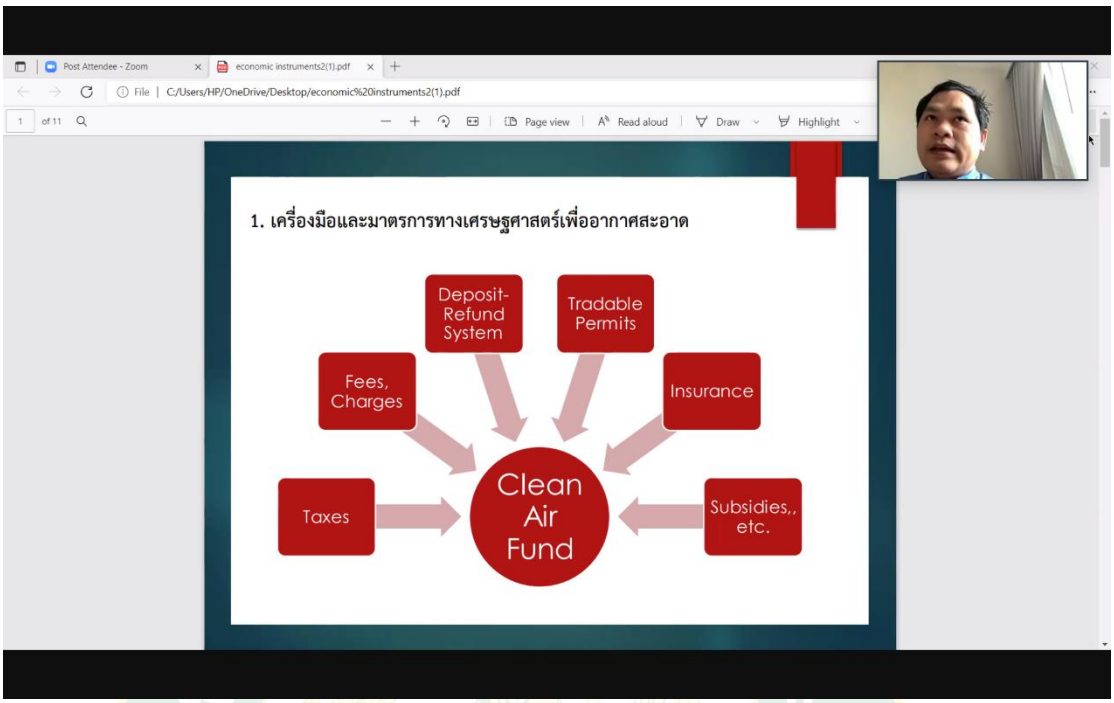


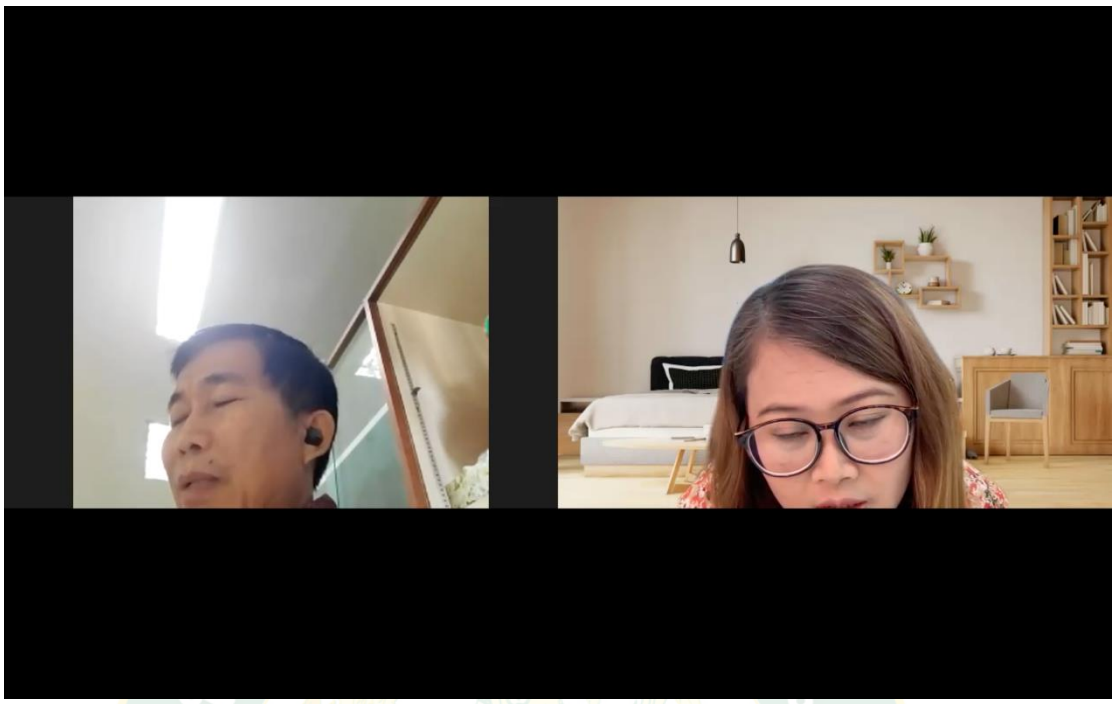
# ภาคผนวก ณ

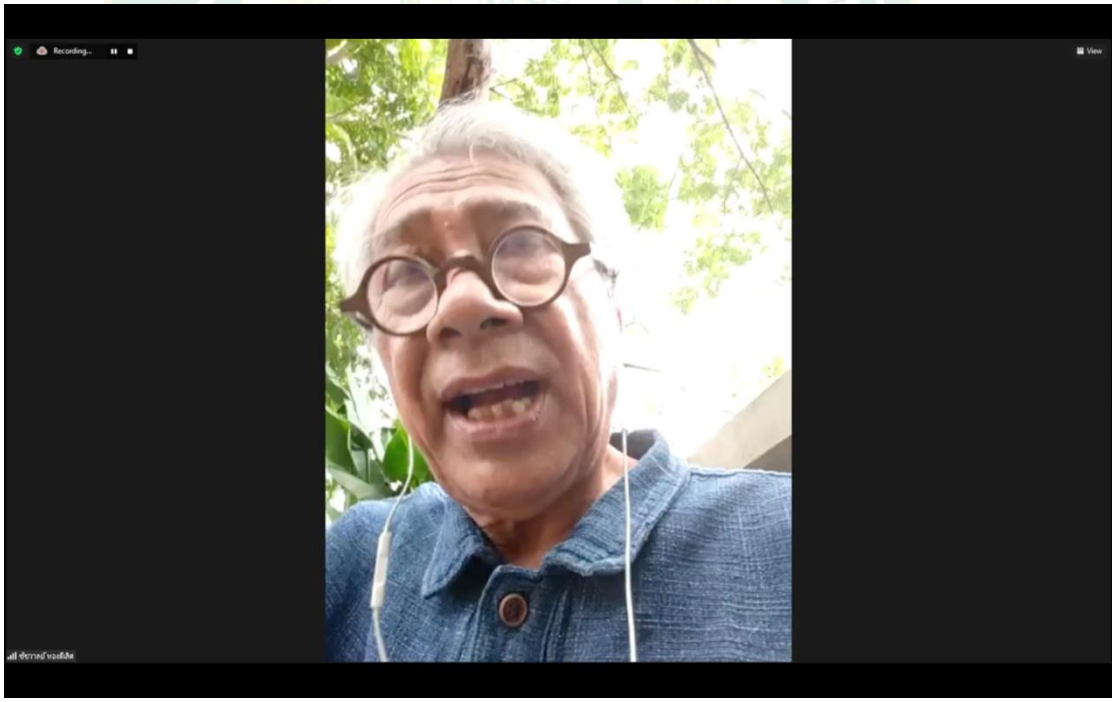
## ภาพประกอบการสัมภาษณ์ผ่านโปรแกรมซูม (Zoom)


C:/Users/HP/OneDrive/Desktop/อ.คนึงนิจ_อธิบายร่าง%20พรบ_บทบัญญัติ%208%20ประการ%20(แก้ไข).pdf
Page view
Read aloud
Draw
Highlight
รศ.ดร.คนึงนิจ นิติศาสตร์ จุฬา
THAILAND CAW
อธิบายร่าง พรบ.
อากาศสะอาด
บทบัญญัติ ๘ ประการ
"ร่างพระราชบัญญัติกำกับ
ดูแลการจัดการอากาศ
สะอาดเพื่อสุขภาพแบบ
บูรณาการ พ.ศ. ...."
จัดทำโดย เครือข่ายอากาศสะอาด
บทบัญญัติ ๘ ประการ




Post Attendee - Zoom
economic instruments2(1).pdf
File | C:/Users/HP/OneDrive/Desktop/economic%20instruments2(1).pdf
1 of 11
Page view
Read aloud
Draw
Highlight
1. เครื่องมือและมาตรการทางเศรษฐศาสตร์เพื่ออากาศสะอาด
Deposit-Refund System
Tradable Permits
Fees, Charges
Insurance
Taxes
Clean Air Fund
Subsidies,, etc.




Recording...
View

คณะบริหารธุรกิจ และการบัญชี คณะบริหา...

# ภาคผนวก ญ

## ประวัติผู้วิจัย

# ประวัติผู้วิจัย

| | | |
|---|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | นางสาววิชุดา สิงห์คำ | |
| **เกิดเมื่อ** | 22 กรกฎาคม 2529 | |
| **ประวัติการศึกษา** | พ.ศ. 2556 | ปริญญาโท สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| | พ.ศ. 2551 | ปริญญาตรี สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| **ประวัติการทำงาน** | พ.ศ. 2557 ถึง ปัจจุบัน | ตำแหน่งอาจารย์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์การเงินการคลัง คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ |

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

# บรรณานุกรม

# ประวัติผู้วิจัย

**ชื่อ-สกุล** นางสาววิชุดา สิงห์คำ

**เกิดเมื่อ** 22 กรกฎาคม 2529

**ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2556 ปริญญาโท สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ
คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

**ประวัติการทำงาน**

พ.ศ. 2557 ถึง ปัจจุบัน สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์การเงินการคลัง
คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
ตำแหน่งอาจารย์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY