



การศึกษาระบาดวิทยาเชิงพื้นที่และเวลาของการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยโรคหืด  
กับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง  
ตามฤดูกาลในจังหวัดสงขลา

The Spatio-temporal Epidemiology of Asthma Patient Visits in Relation  
to Meteorological Parameters and Air Pollution Factors  
as a Result of Seasonal Change in Songkhla Province

สุริชัย บิลฮีม

Surichai Bilheem

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the  
Degree of Master of Science in Occupational Medicine  
Prince of Songkla University

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาระบาดวิทยาเชิงพื้นที่และเวลาของการเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยโรคหืดกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในจังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นายสุริชัย บิลฮีม
สาขาวิชา	อาชีวเวชศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	คณะกรรมการสอบ
..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)	.....ประธานกรรมการ (รองศาสตราจารย์ ดร.พญ.พิชญ์ญา พรศททองสุข)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	.....กรรมการ (ศาสตราจารย์ ดร.ศิวัช พงษ์เพ็ญจันทร์)
..... (รองศาสตราจารย์ นพ.หัชชา ศรีปลั่ง)	.....กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)
..... (นายแพทย์ชนนท์ กองกมล)	.....กรรมการ (รองศาสตราจารย์ นพ.หัชชา ศรีปลั่ง)
	.....กรรมการ (ดร.อลัน กีเตอร์)
	.....กรรมการ (นายแพทย์ชนนท์ กองกมล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์

.....  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งแสง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....  
(นายสุริชัย บิลฮีม)  
นักศึกษา

(4)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน  
และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายสุริชัย บิลฮีม)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาระบาดวิทยาเชิงพื้นที่และเวลาของการเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยโรคหัดกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในจังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นายสุริชัย บิลฮีม
สาขาวิชา	อาชีวเวชศาสตร์
ปีการศึกษา	2561

### บทคัดย่อ

**บทนำ** สถานการณ์โรคมีลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ และไม่ได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือโดยสุ่ม ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพในแต่ละพื้นที่เป็นตัวกำหนดให้เกิดโรคมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ ในขณะที่กลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจเหตุจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ได้แก่ โรคหัด เป็นสภาวะผิดปกติด้านสุขภาพ มีปฏิกริยาตอบสนองต่อสารภูมิแพ้และสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนปกติ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาทางระบาดวิทยาเพื่อระบุลักษณะการกระจายตัวเชิงพื้นที่ (Spatial) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา (Temporal) และบุคคล (Personal) ซึ่งก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการวางแผนป้องกันและควบคุมโรคเชิงนโยบายในการดูแลสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

**วัตถุประสงค์** 1) ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดกับปัจจัยทางมลพิษอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ 3) สร้างแผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหัด

**วิธีการศึกษา** ใช้การศึกษาระบาดวิทยาแบบ Spatio-temporal analysis จากข้อมูลทุติยภูมิ ระหว่าง 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 สำหรับข้อมูลผู้ป่วยในประชากรชาวไทยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดในทุกเพศและทุกอายุ ที่เข้ารับการรักษาเป็นผู้ป่วยนอกในหน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐ ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา จากฐานข้อมูลสุขภาพ 43 แห่ง (HDC) และข้อมูลปริมาณความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา การวิเคราะห์ข้อมูลนี้เป็นแบบ Time-series Analysis วิธีการทางสถิติที่ใช้คือ Poisson Regression with Generalized Additive model (GAM) และ Distributed lag non-linear models (DLNMs)

**ผลการศึกษา** ในภาพรวม พบว่ามีการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหัดจำนวน 250,127 ครั้ง จากจำนวนผู้ป่วย 36,761 คน คิดเป็นอัตราป่วย 448.86 ต่อประชากรหมื่นคน ซึ่งกลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหัดส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 61.1 และอัตราป่วย เท่ากับ 529.97 ต่อประชากรหมื่นคน ในขณะที่โรคหัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในประชากรวัยเด็ก และเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องใน

ประชากรวัยสูงอายุ นอกจากนี้พบว่าสถานการณ์ของโรคหืดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงเปลี่ยนผ่านฤดูคือ ช่วงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายน และปลายฤดูฝนในเดือนธันวาคม และจากการศึกษา GAM เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศหกชนิด (ได้แก่ CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub>) และการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยโรคหืดรายวันหลังจากควบคุมปัจจัยกวนทางอุตุนิยมวิทยา จำนวนวันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ และจำนวนประชากร ผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 พบว่า การเพิ่มขึ้นโดยประมาณของการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยโรคหืดโดยรวมมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในแต่ละครั้งอยู่ที่ 0.99% (CO ที่ lag 1), 0.95% (NO<sub>2</sub> ที่ lag 3), 0.37% (SO<sub>2</sub> ที่ lag 1), 0.59% (O<sub>3</sub> ที่ lag 0) and 2.06% (PM<sub>10</sub> ที่ lag 1) ใน Model 3 และผลลัพธ์ของ DLNMs ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของผลกระทบต่อสุขภาพที่แตกต่างกันในประชากรที่แตกต่างกัน และเด็กอายุต่ำกว่า 20 ปี เป็นประชากรหลักในการกำเริบของโรคหืด เช่น ผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO ก่อให้เกิดอาการอย่างมีนัยสำคัญหลังสัมผัส 9 - 14 วัน ในขณะที่ผลการศึกษาการถดถอยพหุคูณพบว่า ก๊าซ CO มีอิทธิพลสูงสุดต่ออัตราความเสี่ยงสำหรับการเข้ารับรักษาของโรคหืดในทุกกลุ่มประชากร นอกจากนี้ผลการศึกษาทางระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ แสดงให้เห็นภาพอัตราความเสี่ยงระดับอำเภอระบุว่าเขตที่มีอัตราการป่วยของโรคหืดสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ ในขณะที่อำเภอสะบ้าย้อย มีความเสี่ยงต่ำมาก และจากการแสดงผลการเคลื่อนไหวข้ามช่วงเวลาทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นและยังคงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงในพื้นที่เดิม สำหรับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหืดสูงมีค่าอัตราป่วยระหว่าง 550 ถึง 650 ต่อประชากรหมื่นคน

**สรุปผลการศึกษา** ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าผู้ป่วยโรคหืดจะมีอาการจับหืด (Asthmatic Attack) มากขึ้นในช่วงที่สภาพอากาศมีปริมาณความชื้นในบรรยากาศสูง โดยพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ และจุดน้ำค้าง มีบทบาทสำคัญในการกำเริบของโรคหืด นอกจากนี้การสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ พบว่า ก๊าซ CO ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญต่อการเข้ารับการรักษาโรคหืดในทุกกลุ่มประชากร ดังนั้นเพื่อที่จะลดผลกระทบทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น ควรติดตั้งเครื่องควบคุมความชื้นภายในอาคารและควรมีนโยบายสาธารณสุขเพื่อปกป้องเด็ก สตรี และผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ

<b>Thesis Title</b>	The Spatio-temporal Epidemiology of Asthma Patient Visits in Relation to Meteorological Parameters and Air Pollution Factors as a Result of Seasonal Change in Songkhla Province
<b>Author</b>	Mr. Surichai Bilheem
<b>Major Program</b>	Occupation Medicine
<b>Academic Year</b>	2018

## ABSTRACT

**Introduction:** Disease situations have specific attributed in each area and do not occur randomly. Physical and biological characteristics in each area are the factors of spatial epidemiology whereas respiratory symptoms are mainly caused by climate change and air pollution. For instance, asthma is abnormally health condition resulting in allergenic substance reactions and pollution. There were no study on epidemiology to determine spatial, temporal and personal distributions. These are resulted in policy planning, prevention and control in order to take care of human health in the community.

**Objectives:** 1) To examine trends of seasonal changes among asthma outpatients caused by air pollution and meteorological factors. 2) To study the association of asthma outpatients and level of air pollutant contact. 3) To create epidemiological map displaying spatial distribution of asthma patients morbidity rate.

**Methodology:** Spatio-temporal analysis was used to analyze secondary data, from 1 January 2013 to 31 December 2018, of patients in Thailand who are diagnosed as asthma in all sexes and ages and admitted as outpatients in government health care agencies, in charged by Songkhla Provincial Public Health Office. The data were collected from 43 databases of Health Data Center (HDC). Air pollutant data were collected from Ambient Air Quality Monitoring Mobile Unit, Pollution Control Department. The data were analyzed based on Time-series Analysis using Poisson Regression with Generalized Additive model (GAM) and Distributed lag non-linear models (DLNMs) as statistical methods.

**Results:** The overall results showed that 250,127 diagnosed as asthma from 36,761 patients was 448.86 of morbidity rate per 10,000 population. The majority

of asthma patients were female (61.1%) which was 529.97 of morbidity rate per 10,000 population. The asthma tended to rapidly increase among children and continuously increase among elderly. The result also showed that the asthma tended to increase distinctly when seasonal changes due to changing of atmosphere and a high humidity, that is, in early of June and the end of raining season in December. GAM was employed to analyze associations between six air pollutants (namely CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>) and daily asthma visits after adjusting confounding i.e. meteorological factors, time, day of the week effects and number of population. In year 2015-2017, the overall asthma visits was increased when air pollutant concentration increase in every 10% ranging from 0.99% (CO at lag 1), 0.95% (NO<sub>2</sub> at lag 3), 0.37% (SO<sub>2</sub> at lag 1), 0.59% (O<sub>3</sub> at lag 0), 2.06% (PM<sub>10</sub> at lag 1) and 2.03% (PM<sub>2.5</sub> at lag 0) in the Model 3. DLNMs results also suggested that a heterogeneity of the health effects across different populations. There was a significant associations between children under 20 years old group and a lag of 9–14 days during 2015-2017. Multiple regression analysis also recommended that CO is the highest risk of asthma-patients in the entire population. In addition, the finding of spatial epidemiology illustrated the risk rate at district level showing that the morbidity rate of asthma is higher, especially in Mueang and Hatyai Districts while Saba Yoi District is the lowest. The result also explained the movement across the time period revealing morbidity rate of asthma and the risk of asthma occurrence still increase the same areas. The morbidity rate in high risk areas was 550 to 650 per 10,000 population.

**Conclusion:** This present study showing that asthma patients had high asthmatic attacks caused by high humidity of the weather. Relative humidity and dew point were significant factors of asthma attack. In addition, CO was the significantly highest impacts of visit to health-care facilities among all asthma-patients. In order to reduce and protect human health effects, a humidity controller should be set up in a building. Public health policies should be created for children, women and elderly who were the high risk group to guard from air pollution exposure.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวาร ชูสง รองศาสตราจารย์ นายแพทย์หัชชา ศรีปลั่ง นายแพทย์ชนนท กองกมล และ ดร.นายแพทย์ธรรมสินธ์ อิงวิยะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นที่สุด จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาเสนอแนะคิด และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัวและเวชศาสตร์ป้องกันทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในระหว่างการศึกษา ติดตามความก้าวหน้า คอยให้ความช่วยเหลือ ให้ข้อเสนอแนะ และให้กำลังใจจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. ทันตแพทย์วีรัตน์ เอื้องพุลสวัสดิ์ ผู้อำนวยการสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เขต 12 สงขลา และผู้อำนวยการศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก และผู้อำนวยการสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ที่ให้โอกาสและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเบื้องหลังที่ขาดไม่ได้ทั้งคุณมนัญญา แก้วอิทธิฤทธิ์, คุณจิราภรณ์ โสระมัด, คุณภิญญาณี ณ พัทลุง, คุณธัญชดา นันทดุสิต รวมถึงเจ้าหน้าที่หน่วยระบาดวิทยาและเจ้าหน้าที่ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัวและเวชศาสตร์ป้องกัน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ท้ายที่สุดขอกราบขอบ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และขอบพระคุณบิดามารดาผู้ให้ชีวิต นางโนรฮาวา บิลฮีม ภรรยาที่คอยช่วยเหลือในทุกด้าน และสมาชิกในครอบครัว ที่เป็นแรงผลักดันคอยห่วงใย ห่มเทก่าลังกาย และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งตลอดมาจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี รวมถึงบุคคลอีกมากมายอันไม่สามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมด ณ ที่นี้ ทุกกำลังใจและความปรารถนาดีของทุกท่านล้วนเป็นแรงผลักดันสำคัญของการศึกษา อาชีวเวชศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงาน

สุริชัย บิลฮีม

2562

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(5)
ABSTRACT.....	(7)
กิตติกรรมประกาศ.....	(9)
สารบัญ.....	(10)
รายการตาราง.....	(12)
รายการภาพประกอบ.....	(22)
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
ความสำคัญและที่มาของการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	4
คำถามของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	8
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>10</b>
ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	10
ความรู้เกี่ยวกับโรคหืด.....	14
มลพิษทางอากาศ.....	19
การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.....	30
ระบาดวิทยา.....	32
แนวความคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>38</b>
รูปแบบของการวิจัย.....	38
ประชากรศึกษา.....	38
ขนาดตัวอย่าง.....	38
พื้นที่ศึกษา.....	38
เกณฑ์การคัดเข้า.....	39
เกณฑ์การคัดออก.....	39
แสดงแนวคิดการเลือกฐานข้อมูลสุขภาพ.....	40

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ที่มาของข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	41
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	43
จริยธรรมในการศึกษาวิจัยและการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มผู้ที่เข้าร่วมการวิจัย.....	43
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	43
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย.....</b>	<b>52</b>
ข้อมูลทั่วไปของประชากรที่ศึกษา.....	54
การกระจายของข้อมูลระดับสารมลพิษอากาศและข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา.....	57
การวิเคราะห์แนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด.....	58
การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด.....	69
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในแต่ละการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศเชิงพื้นที่ในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ.....	109
แผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา.....	179
แผนที่การประมาณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในจังหวัดสงขลา.....	190
<b>บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>198</b>
สรุปผลการศึกษา.....	198
อภิปรายผลการศึกษา.....	206
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้.....	217
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคั้งต่อไป.....	218
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>219</b>
ภาคผนวก.....	232
การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล.....	233
แผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram) .....	237
ประวัติผู้เขียน.....	241
เอกสารการอบรมจริยธรรมการวิจัยในคนในประเทศไทย.....	242

## รายการตาราง

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
2-1	ข้อมูลประชากรและหน่วยการปกครองในจังหวัดสงขลา	11
2-2	การแบ่งระดับความรุนแรงของโรคหอบหืด	18
2-3	ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ	20
2-4	แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ผลกระทบ และความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลกสำหรับสารมลพิษทางอากาศ	27
2-5	แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย	29
2-6	แสดงนิยามของ SEE Model	31
4-1	ลักษณะและการกระจายของผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคหืด แยกประเภทย่อยของเพศและช่วงอายุ ในจังหวัดสงขลา จำนวน 1825 วัน	55
4-2	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่างปี 2556 ถึง 2560	56
4-3	สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลความเข้มข้นมลพิษทางอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสงขลา จำนวน 1825 วัน	57
4-4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	71
4-5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	73
4-6	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	75
4-7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	77

**รายการตาราง (ต่อ)**

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-8	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	85
4-9	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	86
4-10	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	87
4-11	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	88
4-12	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	89
4-13	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	90
4-14	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	91

**รายการตาราง (ต่อ)**

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-15	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	92
4-16	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	93
4-17	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	94
4-18	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	95
4-19	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	96
4-20	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	97
4-21	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	98

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-22	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	99
4-23	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	100
4-24	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	101
4-25	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	102
4-26	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	103
4-27	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	104
4-28	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	105

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-29	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	106
4-30	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	107
4-31	ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)	108
4-32	การประมาณค่าเริ่มสัมผัสเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ จำนวน 1825 วัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560 แยกแต่ละอำเภอ ในจังหวัดสงขลา โดยวิธี Ordinary Kriging	111
4-33	ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	114
4-34	ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	116
4-35	ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	119
4-36	ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	122



## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-37	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	127
4-38	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	129
4-39	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	131
4-40	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	133
4-41	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	135
4-42	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	140
4-43	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	142

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-44	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	144
4-45	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	146
4-46	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	148
4-47	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	153
4-48	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	155
4-49	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	157
4-50	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	159

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-51	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	161
4-52	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอก ที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	167
4-53	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2-5 ไมครอน (PM <sub>2.5</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	169
4-54	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	171
4-55	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	173
4-56	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	175
4-57	การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	177

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
4-58	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายอำเภอ จังหวัดสงขลา	180
4-59	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา	182
4-60	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสิงหนิง จังหวัดสงขลา	182
4-61	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา	183
4-62	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา	183
4-63	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา	184
4-64	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสะบ้าย้อยจังหวัดสงขลา	184
4-65	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอรโนด จังหวัดสงขลา	185
4-66	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอกระเสสินธุ์จังหวัดสงขลา	185
4-67	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา	186
4-68	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา	186
4-69	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	187
4-70	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา	187
4-71	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอควนเนียงจังหวัดสงขลา	188

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง ที่	เรื่อง	หน้า
4-72	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอบาง กล้าจังหวัดสงขลา	188
4-73	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสิง หนครจังหวัดสงขลา	188
4-74	แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอคลอง หอยโข่ง จังหวัดสงขลา	189
4-75	แสดงข้อมูลก๊าซมลพิษจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในประมาณค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2556-2560	190

## รายการภาพ

รูปที่	เรื่อง	หน้า
1-5	กรอบแนวคิดของการวิจัย	7
2-1	แผนที่แสดงขอบเขตจังหวัดสงขลา	10
3-7	กรอบแนวคิดการเลือกฐานข้อมูลสุขภาพ	40
4-1	แสดงแนวโน้มรายอายุของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด	55
4-2	จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดทุกอายุ	58
4-3	จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดแยกเพศ	59
4-4	กราฟ autocorrelations ของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด	60
4-5	อนุกรมเวลาและการประมาณค่าจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหกชนิด	63
4-6	อนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยรายวันของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหกชนิด	64
4-7	อนุกรมเวลาและการประมาณค่าจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาทั้งแปด	67
4-8	อนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยรายวันของของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาทั้งแปด	68
4-9	แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธ.ค. 2560	72
4-10	แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธ.ค. 2557	74
4-11	แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธ.ค. 2560	76
4-12	แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธ.ค. 2560	78
4-13	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	128

## รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	เรื่อง	หน้า
4-14	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	130
4-15	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	132
4-16	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	134
4-17	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560	136
4-18	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	141
4-19	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	143
4-20	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	145

## รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	เรื่อง	หน้า
4-21	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	147
4-22	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ( $CO$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557	149
4-23	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	154
4-24	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	156
4-25	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	158
4-26	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	160
4-27	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ( $CO$ ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560	162



รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	เรื่อง	หน้า
4-28	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	168
4-29	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2-5 ไมครอน (PM <sub>2.5</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	170
4-30	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	172
4-31	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	174
4-32	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	176
4-33	ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560	178
4-34	แผนที่ 16 อำเภอ จังหวัดสงขลา	179
4-35	แผนที่แสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดต่อประชากร 10,000 คน ตั้งแต่ปี 2556-2560 จำแนกรายอำเภอ จังหวัดสงขลา	180
4-36	แผนที่แสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดต่อประชากร 10,000 คน ตั้งแต่ปี 2556-2560 จำแนกรายตำบล จังหวัดสงขลา	181

## รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	เรื่อง	หน้า
4-37	แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหืด ตั้งแต่ปี 2556-2560 จังหวัดสงขลา	181
4-38	ภาพแสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการศึกษา	191
4-39	ข้อมูลกริดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> ) หน่วยเป็น $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560	192
4-40	ข้อมูลกริดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> ) หน่วยเป็น ppb ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560	193
4-41	ข้อมูลกริดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) หน่วยเป็น ppb ที่ได้จากการวิเคราะห์ ตั้งแต่ปี 2556-2560	194
4-42	ข้อมูลกริดของก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> ) หน่วยเป็น ppb ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560	195
4-43	ข้อมูลกริดของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) หน่วยเป็น ppm ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560	196
4-44	ข้อมูลกริดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2-5 ไมครอน (PM <sub>2.5</sub> ) หน่วยเป็น $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ที่ได้จากการวิเคราะห์ ปี 2560	197

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

สถานการณ์โรคมีลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ และไม่ได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือโดยสุ่ม ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพในแต่ละพื้นที่เป็นตัวกำหนดให้เกิดโรคมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อนระบาดวิทยาภูมิศาสตร์<sup>[1]</sup> ดังนั้น การศึกษาทางระบาดวิทยาวิทยาภูมิศาสตร์ เป็นการศึกษาสถานการณ์โรคตามลักษณะของ บุคคล เวลา และ สถานที่ เพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โรคนั้น โดยใช้ประโยชน์ของข้อมูลทุติยภูมิที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบอยู่แล้ว รวมถึงการประยุกต์ใช้สถิติเชิงภูมิศาสตร์ วิเคราะห์การกระจายตัวของโรค ในแต่ละชุมชนเชื่อมโยงกับปัจจัยประชากร สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในปัจจุบันพบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมเอื้อต่อการเจ็บป่วยหรือเสียชีวิต การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อมลพิษทางอากาศ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ในหลายระบบ ได้แก่ ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบผิวหนัง ระบบตา และระบบประสาท เป็นปัญหาที่มีความสำคัญด้านสาธารณสุข และการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่เป็นผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา

ในปัจจุบันผลกระทบต่อสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้รับการกล่าวถึงบ่อยขึ้น เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงส่งผลกระทบต่อทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และเมื่อสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์และสิ่งแวดล้อมย่อมเปลี่ยนแปลงตาม รวมถึงวิถีชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชนเชิงพื้นที่ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงด้วย นอกจากนี้ ปัจจัยด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบที่ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อาทิ คุณภาพอากาศและสภาพอากาศ ปริมาณและคุณภาพของน้ำ การเคลื่อนย้ายถิ่นฐานของแมลงและสัตว์นำโรค เป็นต้น ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนตามมามากมาย และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้ยังมีผลต่อโรคระบบทางเดินหายใจด้วย<sup>[2]</sup> โดยโรคหรือกลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญ ได้แก่ อาการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจ การหายใจลำบาก โรคภูมิแพ้ โรคหืด หลอดลมอักเสบเรื้อรัง และระบบหายใจล้มเหลว สถิติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในภาพรวมของประเทศไทย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปี โดยที่จำนวนผู้ป่วยนอกจากปี พ.ศ.2550 ที่มีเพียง 444,090 ราย เพิ่มขึ้นเป็น 457,410 ราย ในปี พ.ศ.2551 ส่วนปี พ.ศ.2552 จำนวน 498,160 ราย และสูงขึ้นเป็น 499,530 ราย ในปี พ.ศ.2553<sup>[3]</sup> ในขณะที่อัตราการตายมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ตั้งแต่ปี 2554 – 2558 อยู่ระหว่าง 49.9 - 61.4 ต่อแสนประชากร โดยมีอัตราการตายสูงสุดในปี 2558<sup>[4]</sup>

ในขณะที่มลพิษในอากาศมีความสัมพันธ์ต่อสุขภาพในหลายระบบ เช่น ทางเดินหายใจ ตา ผิวหนัง หัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น<sup>[5]</sup> ผลกระทบนอกจากทำให้เกิดความเจ็บป่วยทั้ง

ระยะสั้นและระยะยาวแล้ว ยังเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้เช่นกัน [6, 7] โดยมีการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) โอโซน (O<sub>3</sub>) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ [8-10] ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่หลายฝ่ายให้ความสนใจเป็นอย่างมาก โดยมลพิษสิ่งแวดล้อมมักเกิดขึ้นจากการดำเนินชีวิตประจำวันหรือการผลิตสิ่งอำนวยความสะดวกของมนุษย์ เช่น การคมนาคมขนส่ง การผลิตสินค้าทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม การใช้เชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล เป็นต้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรมอันหลากหลาย รวมไปถึงสถานการณ์ปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีทั้งในภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย ส่งผลกระทบต่อประชาชนเป็นจำนวนมากในชุมชนโดยรอบ

กลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจเหตุจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศ ที่สำคัญ ได้แก่ โรคหืด เป็นสภาวะผิดปกติด้านสุขภาพ มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารภูมิแพ้และสิ่งแวดลอมมากกว่าคนปกติ ทำให้เกิดอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจลำบาก หายใจมีเสียงวี๊ด ซึ่งเรียกว่า อาการจับหืด (Asthmatic Attack) [11] จากสถิติองค์การอนามัยโลก พบว่า ประชากรทั่วโลกป่วยด้วยโรคหืด (ประมาณ 235 ล้านคน) และมีผู้เสียชีวิต 383,000 รายในปี พ.ศ. 2558 [11] สำหรับในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันพบมีผู้ป่วยโรคหืดประมาณร้อยละ 7 ของประชากร มีหลักฐานบ่งชี้ว่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทั้งอัตราการเจ็บป่วยและอัตราการตายในทุกกลุ่มอายุ อีกทั้งยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการอักเสบเรื้อรังของระบบทางเดินหายใจ ที่ส่งผลให้ระบบทางเดินหายใจตอบสนองและไวต่อสิ่งกระตุ้นต่างๆได้ง่าย [12, 13] ในแต่ละปีมีผู้ป่วยโรคหืดจำนวนมากที่มีอาการหอบกำเริบรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาล ซึ่งส่งผลกระทบต่อตัวผู้ป่วยเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ตามมาจนถึงขั้นเสียชีวิตได้ มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตทั้งผู้ป่วยและครอบครัว อีกทั้งยังมีผลต่อระบบสาธารณสุขต้องเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ ข้อมูลในประเทศไทยพบว่าอัตราการนอนโรงพยาบาลของผู้ป่วยโรคหืดสูงถึงร้อยละ 14.8 [13] รวมถึงค่าใช้จ่ายในการให้บริการทางการแพทย์แบบผู้ป่วยในมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย [14]

จากรายงานข้อมูลผู้ป่วยนอกตามกลุ่มสาเหตุ (43 แพ้ม) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา มีสถิติจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการรักษาในโรงพยาบาลทุกแห่ง รวมทั้งสถานีนานามัยสำหรับการวินิจฉัยว่าป่วยด้วยโรคหืด มีจำนวนเพิ่มขึ้น จากปี พ.ศ.2557 ที่มีเพียง 27,666 ครั้ง เพิ่มขึ้นเป็น 37,866 ครั้ง ในปี พ.ศ.2558 ขณะที่ปี พ.ศ.2559 สูงขึ้นเป็น 52,283 ครั้ง [15] และสถิติของโรงพยาบาลสงขลา นครินทร์ ปี พ.ศ. 2552 พบว่า มีผู้ป่วยโรคหืด 2,347 ราย เป็นผู้ใหญ่ 1,158 ราย เด็ก 1,189 ราย ซึ่งในจำนวนผู้ป่วยเด็กเหล่านี้เป็นผู้ป่วยรายเก่าที่มารับการรักษาซ้ำ เฉลี่ย 3 ครั้ง (2 - 9 ครั้ง) ในรอบ 1 ปี โดยผู้ป่วยที่มาตรวจต้องเข้ารับการรักษาที่หน่วยฉุกเฉินเนื่องจากมีอาการหืดรุนแรง จำนวน 236 ราย เข้ารับการรักษาเป็นผู้ป่วยใน จำนวน 40 ราย [16] สำหรับสถานการณ์ปัญหามลพิษทางอากาศกับผลกระทบต่อสุขภาพมีความสงสัยและเกิดข้อคำถามในประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอจะนะจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงงาน 164 แห่ง [17] โรงงานขนาดใหญ่ คือโรงไฟฟ้า จะนะ 1 แห่ง โรงแยกก๊าซธรรมชาติไทย-มาเลเซีย 1 แห่ง โรงงานยางพารา 18 แห่ง และโรงงานแปรรูป

อาหาร 7 แห่ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ มีการศึกษาพบว่าประชาชนในบริเวณดังกล่าวได้รับผลกระทบต่อสุขภาพรวมทั้งกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์<sup>[18]</sup> และผลการสำรวจเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศกับผลกระทบต่อสุขภาพพบว่าส่งผลกระทบต่อสุขภาพด้านระบบทางเดินหายใจและระบบประสาท<sup>[19, 20]</sup> แต่ยังไม่มีการศึกษาทางระบาดวิทยาเพื่อระบุพื้นที่การเกิด โรคหืด การกระจายตัวในเชิงเวลา และกลุ่มประชากร ระบาดวิทยาทำให้เกิดประสิทธิภาพในการวางแผนป้องกันในการดูแลสุขภาพของประชาชน

ดังนั้นผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศและความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา มีลักษณะการกระจายตัวเชิงพื้นที่ (Spatial) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา (Temporal) และบุคคล (Personal) เป็นอย่างไร เนื่องจากสภาพทั่วไปทางภูมิศาสตร์และทางเศรษฐกิจ โดยจังหวัดสงขลาตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของภาคใต้ตอนล่างและใหญ่เป็นอันดับที่ 3 ของภาคใต้ สภาพทางภูมิศาสตร์เป็นที่ราบริมทะเล (ติดต่อกับอ่าวไทย)

พื้นที่ลุ่ม (ทะเลสาบสงขลา) และเป็นภูเขาที่ราบสูง (เทือกเขาสันกาลาคีรี) กั้นพรมแดนระหว่างประเทศไทยกับมาเลเซีย ซึ่งมีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ จะชี้ให้เห็นถึงขอบเขตพื้นที่ที่มีการระบาดของโรค และบ่งบอกได้ถึงปัจจัยเชิงนิเวศที่อาจจะมีอิทธิพลต่อการเกิดโรค<sup>[1]</sup> ในส่วนของสภาพทางเศรษฐกิจมีการขยายตัวของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงความเป็นเมือง การก่อสร้างและประกอบการธุรกิจอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น โรงไฟฟ้า โรงแยกก๊าซธรรมชาติ อุตสาหกรรมแปรรูปอาหารทะเล อุตสาหกรรมยางพารา เป็นต้น<sup>[21]</sup> แต่ในขณะเดียวกันการพัฒนาอุตสาหกรรมก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางด้านสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของประชาชนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการประยุกต์ใช้วิทยาการระบาดวิทยา ภูมิศาสตร์ (Spatial Epidemiology) และสารสนเทศสุขภาพ (Health Informatics) โดยใช้ประโยชน์ของข้อมูลทุติยภูมิที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบจากหน่วยงานในประเทศไทย และเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงลักษณะการกระจายตัวของโรคในแต่ละพื้นที่ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่แผนที่โรค (Disease Map) ดังนั้นการสร้างแผนที่ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการแบบเบย์ (Bayesian Model-based) โดยใช้ความแตกต่างเฉดสีเป็นตัวบอกความรุนแรงที่เกิดขึ้น และวิเคราะห์แบบบูรณาการเชิงพื้นที่และเวลาด้วยวิธี Kriging method และ Generalized Additive Model (GAM) สามารถนำตัวแปรที่เป็นปัจจัยอาจก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยของผู้ที่อาศัยแต่ละพื้นที่ แสดงความสัมพันธ์ปัจจัยเสี่ยงที่มีอิทธิพลต่ออัตราการป่วยด้วยโรคหืดประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ บุคคล รวมถึงช่วงระยะเวลาในการป่วย จึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในเชิงระบาดวิทยา สำหรับการวางแผนป้องกันและควบคุมโรคทั้งในปัจจุบันและในอนาคต และหวังว่าผลที่จะได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะมีประโยชน์ในงานสาธารณสุข โดยเฉพาะการนำไปใช้ในการบริหารทรัพยากร และการวางแผนเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคเชิงนโยบายในการดูแลสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยทางมลพิษอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

1.2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ

1.2.3 เพื่อสร้างแผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา

## 1.3 คำถามของการวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศและความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด มีลักษณะการกระจายตัวเชิงพื้นที่ (Spatial) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา (Temporal) และบุคคล (Personal) ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 เป็นอย่างไร

## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

### 1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในจังหวัดสงขลาทุกอายุ ที่อาศัยอยู่ในเขตรับผิดชอบและอยู่จริงในภูมิลำเนาจังหวัดสงขลา คือ การอาศัยอยู่ในพื้นที่หนึ่งนานเกิน 6 เดือน

### 1.4.2 ขอบเขตขนาดตัวอย่าง

ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยหลักด้วยโรคหืดในทุกกลุ่มอายุที่มารับการรักษาพยาบาลเป็นผู้ป่วยนอกในสถานบริการสุขภาพภาครัฐทุกแห่ง สังกัดกระทรวงสาธารณสุข เขตพื้นที่จังหวัดสงขลา

### 1.4.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ศึกษาคือ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 7393.889 ตารางกิโลเมตร แบ่งเขตการปกครองเป็น 16 อำเภอ 127 ตำบล 1027 หมู่บ้าน มีประชากรรวม 1,417,440 คน แบ่งเป็นชาย 691,618 คน เป็นหญิง 725,822 คน (ตามประกาศกรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2559)

#### 1.4.4 ขอบเขตด้านเวลา

ทบทวนติดตามข้อมูลแบบ Retrospective ย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ 1 ม.ค. พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธ.ค. พ.ศ. 2560

#### 1.4.5 ขอบเขตด้านข้อมูลและตัวแปร

การวิจัยนี้ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิทั้งหมดที่มีการจัดเก็บไว้อย่างเป็นระบบจากหน่วยงานในประเทศไทย ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพียงครั้งเดียวไม่มีการติดตามผลไปข้างหน้าหรือย้อนกลับไปในอดีต สำหรับใช้ในการวิเคราะห์แบ่งเป็น 5 ส่วน ได้แก่

1.4.5.1 ข้อมูลผู้ป่วยรายวันได้รับการวินิจฉัยหลักด้วยโรคหืด มีการบันทึกข้อมูลตามแนวทางมาตรฐานเพิ่มข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ 43 แห่ง ของสำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) เขต 12 สงขลา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ เพศ อายุ ณ วันที่วินิจฉัยโรค วันที่ให้บริการ ประเภทการวินิจฉัย รหัสโรคที่วินิจฉัย สถานะบุคคล รหัสที่อยู่ตามกรมการปกครอง

#### 1.4.5.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายวัน ใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ จุดน้ำค้าง ความเร็วลม ทิศทางลม ทิศนะวิสัย

1.4.5.3 ข้อมูลความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศเฉลี่ยรายชั่วโมง ใช้ข้อมูลจากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ และสถานีวัดเชิงคีรี (โครงการโรงไฟฟ้า) อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>)

1.4.5.4 ข้อมูลสถิติจำนวนประชากรกลางปี จำแนกตามอายุ แยกเพศ และเขตการปกครองใช้ข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ อายุ เพศ ปี รหัสตำบล

1.4.5.5 ข้อมูลระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ เป็นระบบ UTM (Universal Transverse Mercator Projection) ใช้ข้อมูลจาก Global Administrative Areas

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ พิกัดขอบเขตพื้นที่จังหวัด พิกัดขอบเขตพื้นที่อำเภอ พิกัดขอบเขตพื้นที่ตำบล

#### 1.4.6 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาทางระบาดวิทยา เพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อกระบวนการเกิดสถานการณ์ของโรคตามลักษณะของ บุคคล เวลา และสถานที่ โดยวิเคราะห์ปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่มีอิทธิพลกับผู้ป่วยโรคหืดที่เข้ารับบริการรักษาเป็นผู้ป่วยนอก บูรณาการโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ Spatio-Temporal ประมวลผลเพื่อแสดงภาพ สามารถทำให้เข้าใจความสัมพันธ์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาต่างๆ เพื่อนำเสนอผลตามวัตถุประสงค์ มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลผู้ป่วยโรคหืดจากการวินิจฉัยโรคของการมารับบริการในแต่ละครั้ง โดยปฏิบัติการประมาณค่าใน R base package เป็น package พื้นฐาน

ส่วนที่ 2 การประมาณค่าข้อมูลความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเชิงพื้นที่แบบ (Local Method) โดยวิธี Kriging Method โดยปฏิบัติการประมาณค่าใน gstat package เป็น package พื้นฐาน

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยทางมลพิษทางอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา โดยวิธี Changepoint Analysis of Time Series โดยปฏิบัติการประมาณค่าใน changepoint package เป็น package พื้นฐาน

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

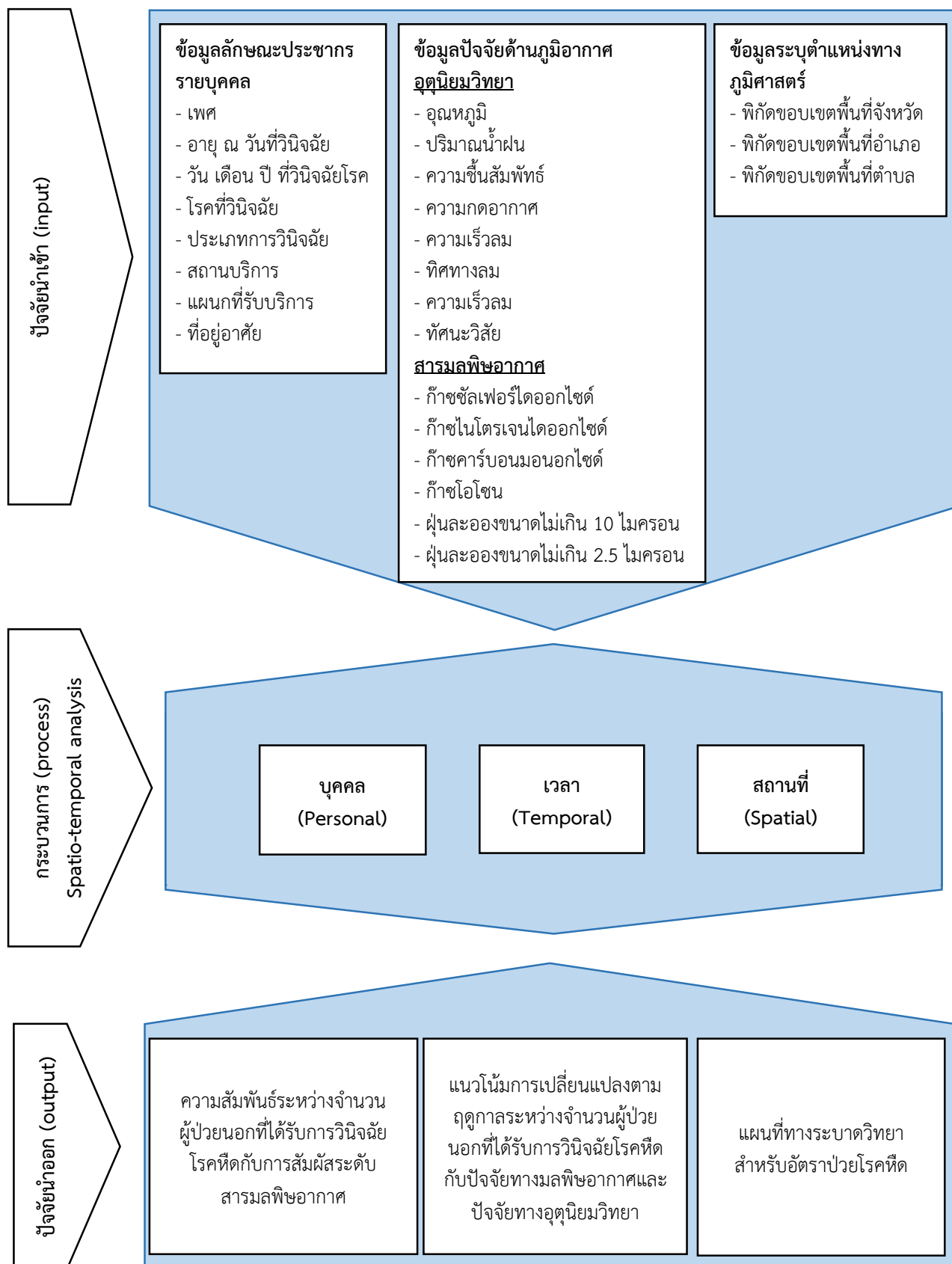
ส่วนที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษทางอากาศ โดยวิธี Generalized Additive Models and Smoothing Function (Cubic smoothing Spline) และ Distributed lag non-linear models โดยปฏิบัติการประมาณค่าใน mgcv package, dlnm package เป็น package พื้นฐาน

ส่วนที่ 6 การสร้างแผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา โดยวิธี Spatio-temporal Analysis โดยปฏิบัติการประมาณค่าใน INLA package เป็น package พื้นฐาน

การบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยโปรแกรม R version 3.5.2



## 1.5 กรอบแนวคิดของการวิจัย



## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงความสัมพันธ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ด้านบุคคล เวลา และสถานที่ ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

1.6.2 ได้แผนที่ทางระบาดวิทยาของโรคหืดในจังหวัดสงขลา สามารถนำผลรายงานการวิจัยนี้ พัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อเป็นแนวทางการป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพในบริบทภาคใต้

1.6.3 มีฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษา ค้นคว้าและพัฒนางานวิจัยในครั้งต่อไป

## 1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

โรคหืด คือ เป็นโรคที่มีการอักเสบเรื้อรังของหลอดลม ทำให้เยื่อบุผนังหลอดลมของผู้ป่วยมีการตอบสนองต่อสารภูมิแพ้ และสิ่งแวดลอมมากกว่าคนปกติ เมื่อเจอสิ่งกระตุ้นกล่อมเนื้อเยื่อจะหนาขึ้นเกิดการหดเกร็งทำให้ท่ออากาศตีบแคบ มีผลทำให้ผู้ป่วย มีอาการไอ แน่นหน้าอก หอบเหนื่อย หายใจมีเสียงหวีด

จำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด คือ จำนวนครั้งของการมารับการรักษาพยาบาลเป็นผู้ป่วยนอก จากการวินิจฉัยโรคหลักของผู้มารับบริการในแต่ละครั้ง

การวินิจฉัยโรคหลัก คือ การวินิจฉัยโรคหืด โรคที่ทำให้ผู้ป่วยทุกกลุ่มอายุต้องมารับการรักษาพยาบาล ไม่นับรวมการวินิจฉัยที่เป็นโรคร่วม โรคแทรกซ้อน โรคอื่นๆ ในครั้งนั้น

ปัจจัยด้านภูมิอากาศ คือ ปัจจัยสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ จุดน้ำค้าง ความเร็วลม ทิศทางลม ปัจจัยมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>)

ฤดูกาล คือ ช่วงเวลาในแต่ละปีแบ่งตามลักษณะสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) และฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์)

หน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐ คือ หน่วยงานที่ตั้งขึ้นตามกฎหมาย การแบ่งส่วนราชการกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โรงพยาบาล/ศูนย์บริการสาธารณสุข สาขา ศูนย์สุขภาพชุมชนของโรงพยาบาล สถานีอนามัย สถานบริการสาธารณสุขชุมชน ศูนย์บริการสาธารณสุขเทศบาล ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา

แผนที่ทางระบาดวิทยาของโรคหัด คือ การนำเสนอภาพอัตราการป่วยโรคหัดตามขอบเขตการปกครองจังหวัดสงขลา โดยใช้ความแตกต่างเฉดสีเป็นตัวบอกความรุนแรงที่เกิดขึ้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาาระบบการศึกษาเชิงพื้นที่และเวลา ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศกับผลกระทบต่อจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด เพื่อระบุพื้นที่ที่เกิดโรค การกระจายตัวในเชิงเวลา และ กลุ่มประชากรได้ กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา ได้มีการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น

#### 2.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

##### 2.1.1 ที่ตั้งอาณาเขต จังหวัดสงขลา

จังหวัดสงขลามีขนาดพื้นที่ 7,550.6 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4,853,249 ไร่ ตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6.3 องศาเหนือ ถึง 7.9 องศาเหนือ ระหว่างเส้นแวงที่ 100.1 องศาตะวันออก ถึง 101.1 องศาตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ย 4 เมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง (ที่มา: กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย) ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดพัทลุง

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอ่าวไทย

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดยะลา จังหวัดปัตตานี รัฐเคดาห์ และรัฐเปอร์ลิสของประเทศมาเลเซีย

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดพัทลุง และจังหวัดสตูล

##### 2.1.2 หน่วยการปกครอง แบ่งออกเป็น 16 อำเภอ 127 ตำบล 1027 หมู่บ้าน



ภาพ 2.1 แผนที่แสดงขอบเขตจังหวัดสงขลา (ที่มา: กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย)

ตาราง 2.1 แสดงข้อมูลประชากรและหน่วยการปกครองในจังหวัดสงขลา

ชื่ออำเภอ	กลุ่ม อายุ 0-14	กลุ่ม อายุ 15-59	กลุ่ม อายุ >= 60	กลุ่มอายุ ทั้งหมด	ความ หนาแน่น ของ ประชากร (ต่อ ตร. กม.)	ขนาด พื้นที่ ตร. กม.	จำนวน ตำบล	จำนวน หมู่บ้าน
อำเภอเมือง สงขลา	30,289	106,64 6	24,646	161,581	864.1	171.9	6	46
อำเภอสทิงพระ	8,268	30,735	9,196	48,199	404.4	120.0	11	79
อำเภอจะนะ	24,010	66,680	13,748	104,438	208.9	503.0	14	139
อำเภอนาทวี	15,487	43,168	8,723	67,378	91.1	619.8	10	92
อำเภอเทพา	18,502	48,407	9,093	76,002	78.2	978.0	7	67
อำเภอสะบ้าย้อย	21,374	47,059	7,601	76,034	88.1	852.8	9	62
อำเภอรโนด	10,797	42,035	12,663	65,495	147.5	783.8	12	72
อำเภอกระแส สินธุ์	2,293	9,702	3,247	15,242	134.0	96.4	4	22
อำเภอรัตนภูมิ	16,374	47,402	9,827	73,603	113.6	591.8	5	63
อำเภอสะเดา	28,254	78,121	13,722	120,097	273.0	1029.0	9	67
อำเภอหาดใหญ่	76,981	254,83 3	48,566	380,380	462.5	852.8	13	98
อำเภอนาหม่อม	3,924	15,094	3,598	22,616	151.7	92.5	4	29
อำเภอควนเนียง	6,423	22,132	5,656	34,211	165.7	208.0	4	46
อำเภอบางกล่ำ	5,964	20,426	3,952	30,342	189.0	147.8	4	36
อำเภอสิงหนคร	16,811	53,421	12,020	82,252	315.3	228.0	11	77
อำเภอคลอง หอยโข่ง	4,717	17,575	3,639	25,931	95.1	275.0	4	32
รวม	290,46 8	903,43 6	189,89 7	1,383,80 1	190.8	7550.6	127	1027

ที่มา: กรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย

### 2.1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ทางเหนือส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ทางตะวันออกเป็นที่ราบริมทะเล ทางใต้เป็นที่ราบสูง ป่าและภูเขา ค่อย ๆ ลาดเทไปทางทะเลสาบสงขลา เหมาะแก่การทำเกษตรกรรม ซึ่งแบ่งบริเวณนี้ได้เป็น 3 บริเวณ (ที่มา: กรมการปกครองกระทรวงมหาดไทย) คือ

1. บริเวณทะเลสาบสงขลา ทางทิศเหนือที่อำเภอสติงพระและอำเภอรโนด เป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำนาและพืชพันธุ์อื่นๆ
2. บริเวณทะเลนอก พื้นที่เป็นที่ราบเหมาะแก่การปลูกมะพร้าวและต้นสน พื้นที่ซึ่งห่างจากทะเลไปเป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำนา ได้แก่อำเภอสติงพระ รโนด เทพา จะนะ และอำเภอเมือง
3. บริเวณที่ประกอบด้วยเนินเขาและภูเขา พื้นที่เป็นดินเหนียวปนทรายและลูกรัง มีลำน้ำไหลผ่านหลายสาย มีป่าไม้อย่างพารา มีการปลูกผลไม้เป็นแห่งๆ บริเวณดังกล่าวได้แก่อำเภอจะนะ เทพา รัตภูมิ นาทวี และสะบ้าย้อย

### 2.1.4 ลักษณะอากาศทั่วไป <sup>[22]</sup>

จังหวัดสงขลาอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิดคือ ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดเอามวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาสู่ประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม หรือในช่วงฤดูฝน ทำให้จังหวัดสงขลา มีฝนชุกทั่วไป ส่วนมรสุมอีกชนิดหนึ่ง คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีนมาสู่ประเทศไทยระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้จังหวัดสงขลา มีอากาศเย็นลงและมีฝนชุกต่อเนื่องอีกระยะหนึ่ง เนื่องจากมรสุมนี้พัดพามวลอากาศชื้นจากอ่าวไทยมาปะทะชายฝั่งบริเวณพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ซึ่งเป็นด้านรับลมจึงมีปริมาณฝนมากกว่าพื้นที่ด้านตะวันตก โดยเฉพาะในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม

#### 2.1.4.1 ฤดูกาลภาคใต้ของประเทศไทย <sup>[22]</sup>

ภาคใต้ของประเทศไทยมีลักษณะเป็นแหลมยื่นออกไประหว่างทะเลจีนใต้ตอนล่างกับมหาสมุทรอินเดีย ตั้งอยู่ที่ละติจูด 6.5 และ 13.0 องศาเหนือ กับลองจิจูดที่ 98.0 และ 102.5 องศาตะวันออก มีอาณาเขตทางทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดราชบุรีและสมุทรสงคราม ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ติดต่อกับอ่าวไทย ทางทิศใต้ติดต่อกับประเทศมาเลเซีย และทางด้านตะวันตกติดต่อกับประเทศพม่าและทะเลอันดามัน นอกจากนี้ในบริเวณภาคใต้ยังแบ่งภาคตามลักษณะอากาศได้เป็นสองภาค คือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก

สำหรับจังหวัดสงขลาตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก ซึ่งเป็นเขตละติจูดต่ำ และอยู่ติดกับทะเลอ่าวไทย เมื่อพิจารณาตามลักษณะอากาศภาคใต้ของประเทศไทยแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 2 ฤดูกาล ดังนี้

- 1) ฤดูร้อน อยู่ในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม
- 2) ฤดูฝน อยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ และฤดูฝนของภาคใต้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ
  - ระยะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะอยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมในช่วงดังกล่าวจะมีฝนตกชุกมากในบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก
  - ระยะมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงดังกล่าวจะมีฝนตกชุกมากในบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออก

#### 2.1.4.2 อุณหภูมิ

จากสภาพภูมิประเทศ สงขลาเป็นจังหวัดที่อยู่ติดกับทะเล อุณหภูมิระหว่างฤดูกาลและกลางวันกลางคืนจึงไม่แตกต่างกันมากนัก โดยอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 31.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 24.8 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวที่สุดคือเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้คือ 39.2 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2541 ที่ท่าอากาศยานหาดใหญ่ และอุณหภูมิต่ำที่สุดที่เคยตรวจวัดได้คือ 14.0 องศาเซลเซียสเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ที่สถานีอากาศการเกษตรคอหงส์ อ.หาดใหญ่

#### 2.1.4.3 ฝน

จังหวัดสงขลามีฝนชุกตลอดปี เนื่องจากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปจนถึงเดือนธันวาคม ส่วนตอนต้นปีตั้งแต่เดือนมกราคมฝนจะลดลงเป็นลำดับ จนถึงช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนจะเป็นช่วงที่มีฝนน้อย ปริมาณฝนบริเวณอำเภอเมืองเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 2066.7 มิลลิเมตร มีฝนตกประมาณ 162 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน มีฝนเฉลี่ยประมาณ 545.9 มิลลิเมตร และมีฝนตกประมาณ 23 วัน ปริมาณฝนสูงที่สุดที่เคยตรวจวัดได้ใน 24 ชั่วโมง 521.8 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ.2548

#### 2.1.4.4 ที่ตั้งศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา

สภาวะอากาศที่จัดทำขึ้นทั้งหมดนี้ ได้มาจากผลการตรวจของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา ซึ่งทำการตรวจสอบประกอบอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ วันละ 8 เวลา คือเวลา 01.00, 04.00, 07.00, 10.00, 13.00, 16.00, 19.00 และ 22.00 น. แล้วส่งรายงานผลการตรวจไปยังกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อรวบรวมและจัดทำข้อมูลสถิติต่อไป

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่ในเขต อ.เมือง จ.สงขลา 90000 (โทรศัพท์ 074 314715 ) หรือที่ละติจูด 07 องศา 12 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 100 องศา 36 ลิปดาตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 5 เมตร

นอกจากสถานีตรวจอากาศที่ศูนย์อุตุนิยมวิทยาแล้วยังมีสถานีตรวจอากาศขนาดใหญ่ สถานีตรวจอากาศสะเดาและสถานีตรวจอากาศคอหงส์ ทำการตรวจสอบประกอบอุตุนิยมวิทยาเช่นเดียวกัน

## 2.2 ความรู้เกี่ยวกับโรคหืด

### 2.2.1 นิยามของโรคหืด

จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย <sup>[23]</sup> ให้นิยามไว้ว่า “โรคหืดคือ โรคที่มีลักษณะการอักเสบของหลอดลมแบบเรื้อรัง โดยหลอดลมของผู้ป่วยจะเกิดปฏิกิริยากำเริบจากการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ หรือสารที่ก่อให้เกิดการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมมากกว่าคนปกติ (Bronchial Hyper Responsiveness, BHR) ทำให้ผู้ป่วยมีอาการแปรปรวน เช่น หอบเหนื่อย แน่นหน้าอก อาการไอ หายใจมีเสียงหวีด เมื่อได้รับสารก่อโรคหรือสารกระตุ้น และอาการของโรคสามารถหายเองได้ หรือหายภายหลังได้รับยาขยายหลอดลม”

### 2.2.2 ปัจจัยที่ทำให้มีอาการของโรคหืด

จากบทความสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข <sup>[24]</sup> รายงานว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคหืดจำแนกได้ 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยภายในจากตัวผู้ป่วยและปัจจัยภายนอกจากสิ่งแวดล้อม

#### 2.2.2.1 ปัจจัยภายในจากผู้ป่วย

1) กรรมพันธุ์ เชื่อว่าเกิดจากความผิดปกติของพันธุกรรมที่ควบคุม การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน ก่อให้เกิดการตอบสนองผิดปกติต่อสารก่อภูมิแพ้หรือสารสื่อการอักเสบ

2) ภาวะผิดปกติภูมิแพ้เรื้อรังอื่นๆ เกิดจากภาวะที่หลอดลมมีการตอบสนองไวต่อสิ่งกระตุ้นหรือสารก่อภูมิแพ้ผิดปกติ เช่น ภูมิแพ้ ทางจมูก ลมพิษ ภูมิแพ้ทางตา เป็นต้น ผู้ป่วยอาจ



ไม่ทราบว่าเป็นโรคภูมิแพ้หรือไม่ เพราะไม่ได้สังเกตจนกว่าจะกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือมีอาการเรื้อรัง เช่น จาม คัดจมูก มีน้ำมูก เสมหะไหลลงคอ หลังตื่นนอนตอนเช้า หลังสัมผัสสารกระตุ้น หรือ สารระคายเคืองโดยเฉพาะบุหรี่

### 2.2.2.2 ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม

1) สารก่อภูมิแพ้หรือสิ่งกระตุ้น ภายในและภายนอกบ้าน จะทำให้ผู้ป่วยมีอาการมากขึ้นหรืออาการกำเริบใหม่แม้จะทุเลาแล้วหรือควบคุมให้สงบได้ เช่น ฝุ่นบ้าน ไรฝุ่น ขนสัตว์จากสัตว์เลี้ยงในบ้าน โดยเฉพาะขนแมว ขนสุนัข ขนเป็ด ขนไก่ ขนนก แมลงสาบ เชื้อราที่อัฒจันทร์ ละอองเกสรดอกไม้ วัชพืช เป็นต้น

2) มลภาวะในอากาศ ทั้งที่เป็นมลพิษภายในและภายนอกบ้าน เช่น แก๊สหุงต้ม เขม่าควันควันไฟ จากการปรุงอาหาร ควันท่อไอเสียรถยนต์ อากาศเป็นพิษ กลิ่นฉุน กลิ่นอับ กลิ่นเหม็น ฝุ่นผงจากโรงงานอุตสาหกรรม ถ่านหิน หมอกควันจากโรงงาน เส้นใยสังเคราะห์ พรหมวัสดุตกแต่งบ้าน ความเย็น ความชื้น เป็นต้น

3) สารระคายเคือง เช่น ควันบุหรี่ น้ำหอม สเปรย์ สีฟัน สีทาบ้านทินเนอร์ น้ำยาหรือ สารเคมี แก๊ส ควันรูป ควันเทียน ละอองยาฆ่าแมลง ฝุ่นก่อสร้าง ฝุ่นหิน เป็นต้น

### 2.2.3 พยาธิกำเนิด

จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย<sup>[23]</sup> รายงานว่า “โรคหืดมีภาวะผิดปกติเกิดการอักเสบเรื้อรังของหลอดลมอย่างต่อเนื่อง โดยอาจมีสาเหตุจากทางพันธุกรรมหรือปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น สารระคายเคืองทำให้มีการอักเสบเกิดขึ้นจากการกระตุ้นของสารเคมี มีผลของการอักเสบที่เรียกว่า Th2 Cytokine เช่น interleukin (IL)-4 IL-5 และ IL-13 ซึ่งเกิดการสร้างจากเม็ดเลือดขาวทีลิมโฟไซต์ (T-lymphocyte) สารดังกล่าวเพิ่มการนำเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ โดยเฉพาะ Eosinophil เข้าสู่หลอดลม และเป็นสารตัวช่วยในการสร้างสารคัดหลั่ง (Mucus) ที่หลอดลม ผู้ป่วยจึงมีอาการหายใจไม่สะดวกจากการอักเสบของหลอดลมตีบ และการกระตุ้นของสารเคมีจะเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ป่วยสัมผัสกับสารก่อภูมิแพ้ ซึ่งทำให้ผู้ป่วยมีอาการจับหืดมากขึ้น สำหรับผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้อง อาจนำไปสู่การเกิดพังผืดและการหนาตัวของผนังหลอดลม ทำให้เกิดภาวะ Airway Remodeling ซึ่งเป็นการอุดกั้นของหลอดลมอย่างถาวร”

### 2.2.4 ลักษณะทั่วไปของโรคหืด

จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย<sup>[13]</sup> รายงานว่า “ผู้ป่วยอาจมีอาการแปรปรวน เช่น แน่นหน้าอกหรือไอ เหนื่อยง่าย หายใจเสียงหวีด ร่วมกับ Variable Expiratory Airflow Limitation โดยที่อาการและการอุดกั้นหลอดลม (Airflow Limitation) สามารถ

ถูกกระตุ้นโดยการออกกำลังกาย การสัมผัสสารก่อภูมิแพ้หรือสารที่ทำให้เกิดการระคายเคือง การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และการติดเชื้อทางเดินหายใจ เป็นต้น โรคหืดมีลักษณะหลอดลมไวเกิน (Airway Hyperresponiveness) ต่อการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ หรือสารที่ทำให้เกิดการระคายเคือง ทำให้เกิดการอักเสบเรื้อรังของหลอดลมอย่างต่อเนื่องแม้ผู้ป่วยไม่มีอาการ หรืออาจมีผลตรวจสมรรถภาพปอดที่ปกติได้ และสามารถกลับมาควบคุมอาการให้ปกติได้ด้วยการรักษาที่เหมาะสม อาการของโรคหืดและการอุดกั้นของหลอดลมอาจหายเองได้หรือหายภายหลังให้ยารักษา และไม่มีอาการเป็นเวลาหลายสัปดาห์หรือเป็นเดือน ผู้ป่วยบางรายมีอาการหืดกำเริบเฉียบพลัน (Exacerbation) รุนแรง อาจทำให้เสียชีวิตได้ และมีผลกระทบต่อผู้ป่วยและสังคม”

## 2.2.5 การวินิจฉัยโรค

จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย<sup>[23]</sup> รายงานว่า “การวินิจฉัยโรคหืด ประเมินอาการทางคลินิกเป็นหลักร่วมกับการซักประวัติ และเพื่อยืนยันการวินิจฉัยโรคที่จึงควรตรวจสมรรถภาพปอดในการประเมินโรคโดยสไปโรเมตรี”

### 2.2.5.1 ประวัติ

1) มีอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจมีเสียงหวีด และหอบเหนื่อยเป็นๆ หายๆ ผู้ป่วยมักจะมีอาการดังกล่าวเกิดขึ้นในเวลากลางคืนหรือเช้ามืด อาการดังกล่าวอาจพบได้ เพียงอย่างเดียว โดยอย่างหนึ่ง หรืออาจพบอาการหลายๆ อาการ เกิดขึ้นพร้อมกันก็ได้

2) มีอาการจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับสิ่งกระตุ้น และอาการดังกล่าวอาจหายไปได้เอง หรือหายไปเมื่อได้รับยาขยายหลอดลม

3) มีอาการเมื่อได้รับสิ่งกระตุ้น เช่น สารก่อภูมิแพ้ การติดเชื้อไวรัส ความเครียด และสารมลพิษต่างๆ

4) มีอาการร่วมกับโรคภูมิแพ้ ได้แก่ โรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้, โรคภูมิแพ้ขึ้นตา และโรคผื่นภูมิแพ้ผิวหนัง

5) สมาชิกในครอบครัวมีประวัติเป็นโรคหืด

6) มีอาการกำเริบของโรคเกิดขึ้นหลังจากออกกำลังกาย

### 2.2.5.2 การตรวจร่างกาย

อาจมีความแตกต่างกันในแต่ละราย เช่น อาจตรวจไม่พบสิ่งผิดปกติ เมื่อไม่มีอาการหืด ในขณะที่มีอาการหืดจะตรวจพบว่า มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น มีอาการหายใจลำบากหรือหอบ และอาจได้ยินเสียงหวีดจากปอดทั้งสองข้าง ทั้งนี้จากลักษณะทางคลินิกดังกล่าวจำเป็นต้องวินิจฉัยแยกโรคที่มักมีลักษณะอาการคล้ายกัน เช่น

- ภาวะโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease; COPD)
- ภาวะผิดปกติที่เกิดจากมีสารน้ำ/ของเหลวจากในหลอดเลือดของปอด (Pulmonary Edema)
- ภาวะการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนบน (upper airway obstruction)
- โรคกรดไหลย้อน (Gastro Esophageal Reflux; GERD)
- โรคหลอดลมพอง (Bronchiectasis)

### 2.2.5.3 การทดสอบทางห้องปฏิบัติการ

จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย<sup>[23, 25]</sup> รายงานว่า “การประเมินผลตรวจทางห้องปฏิบัติการที่สำคัญ ได้แก่ การทดสอบสมรรถภาพปอดโดยสไปโรเมตริย์ เพื่อหาการอุดกั้นของระบบทางเดินหายใจ ซึ่งผู้ป่วยโรคหืดส่วนมากจะมีลักษณะหลอดลมตีบชนิดที่ตอบสนองต่อยาพ่นขยายหลอดลม และการเปลี่ยนแปลงของ Forced Expiratory Volume in One Second (FEV<sub>1</sub>) ภายหลังการให้ผู้ป่วยสูดพ่นยาขยายหลอดลมจะเพิ่มขึ้นจากเดิมเกินร้อยละ 12 และมีค่ามากกว่า 200 มล. การตรวจพบหลอดลมตีบชนิดที่ตอบสนองต่อยาพ่นขยายหลอดลมดังกล่าวสามารถช่วยสนับสนุนการวินิจฉัยโรคหากผลการทดสอบสไปโรเมตริย์มีผลตรวจไม่ได้ตามเกณฑ์ หรือผลการทดสอบสไปโรเมตริย์จะอยู่ในเกณฑ์ปกติก็ยังไม่อาจตัดการวินิจฉัยโรคหืดออกไปได้ เนื่องจากภายหลังจากสูดพ่นยาขยายหลอดลมภายใน 20 นาที ผู้ป่วยโรคหืดที่มีอาการเรื้อรังอาจไม่มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อยาพ่น ในขณะที่ผู้ป่วยโรคหืดที่ลักษณะอาการรุนแรงต่ำและอยู่ในช่วงของโรคสงบ หรือโรคหืดที่ตอบสนองจำเพาะต่อสิ่งกระตุ้นบางอย่าง เช่น การออกกำลังกาย, Aspirin Induced Asthma เป็นต้น ผลการทดสอบสไปโรเมตริย์อาจอยู่ในเกณฑ์ปกติ สำหรับผู้ป่วยโรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ที่เกิดภาวะหลอดลมไวเกินอาจมีผลตามเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นได้ สำหรับกรณีเช่นนี้ การตรวจสไปโรเมตริย์เพื่อพิจารณาผลการตอบสนองของการรักษาในระยะยาว ซึ่งสามารถช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคได้ เช่น หากผลการตรวจกลับมาอยู่ในเกณฑ์ปกติ ผู้ป่วยรายนั้นไม่น่าจะได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น COPD อนึ่งการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอดจะต้องได้รับการตรวจโดยบุคลากรที่ชำนาญ”

## 2.2.6 การแบ่งระดับความรุนแรงของโรคหืด

จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย<sup>[23]</sup> กำหนดไว้ว่า “การจำแนกความรุนแรงของโรคหืดโดยอาศัยลักษณะอาการทางคลินิก ร่วมกับการตรวจสมรรถภาพการทำงานของปอด เพื่อความถูกต้องต่อการนำไปใช้โดยอาศัยเกณฑ์” ดังนี้

**ตาราง 2.2 แสดงการแบ่งระดับความรุนแรงของโรคหืด จากบทความสมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย กำหนดไว้ว่า<sup>[23]</sup>**

ระดับความรุนแรง	อาการช่วงกลางวัน	อาการช่วงกลางคืน	PEF or FEV1 PEF variability
ระดับ 1 มีอาการนาน ๆ ครั้ง หรือเป็นครั้งคราว Intermittent	1. มีอาการหืดน้อยกว่า สัปดาห์ละ 1 ครั้ง 2. มีการจับหืดช่วงสั้น ๆ 3. มีค่า PEF ปกติช่วง ที่ไม่มีอาการจับหืด	มีอาการหอบเวลา กลางคืนน้อยกว่า 2 ครั้ง ต่อเดือน	$\geq 80\%$ $< 20\%$
ระดับ 2 หืดเรื้อรัง อาการรุนแรง เล็กน้อย Mild Persistent	1. มีอาการหืดอย่าง น้อย สัปดาห์ละ 1 ครั้ง แต่ น้อยกว่า 1 ครั้ง ต่อวัน 2. เวลาจับหืดอาจมี ผลต่อการทำกิจกรรม และการนอนหลับ	มีอาการหอบเวลา กลางคืนมากกว่า 2 ครั้งต่อเดือน	$\geq 80\%$ $< 20 - 30\%$
ระดับ 3 หืดเรื้อรัง อาการรุนแรงปานกลาง Moderate Persistent	1. มีอาการหอบทุกวัน 2. เวลาจับหืดมีผลต่อ การทำกิจกรรมและ การนอนหลับ	มีอาการหอบเวลา กลางคืนมากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์	$60 - 80\%$ $> 30\%$
ระดับ 4 หืดเรื้อรังอาการ รุนแรงมาก Severe Persistent	1. มีอาการหอบ ตลอดเวลา 2. มีการหืดจับบ่อย และมีข้อจำกัดในการ ทำกิจกรรมต่าง	มีอาการหอบ ตลอดเวลา กลางคืน บ่อย ๆ	$\geq 60\%$ $> 30\%$

หมายเหตุ: Peak expiratory flow (PEF)

Forced Expiratory Volume in one second (FEV1)

## 2.3 มลพิษทางอากาศ

### 2.3.1 คำจำกัดความ

จากบทความของ ภัคพงศ์ พจนารถ <sup>[26]</sup> รายงานว่า “มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) ว่าเป็นสภาวะของอากาศ หรือบรรยากาศซึ่งมีสารอยู่ในปริมาณที่สูงเกินกว่าระดับปกติที่ควรจะเป็นในธรรมชาติ ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อ มนุษย์ พืช สัตว์ สิ่งมีชีวิตต่างๆ หรือรวมไปถึงสิ่งไม่มีชีวิต เช่น วัสดุหรือวัตถุต่างๆด้วย คำว่าสารในที่นี้ หมายถึง ธาตุหรือสารประกอบที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือเกิดโดยน้ำมีอมมนุษย์ ซึ่งสามารถกระจายไปในอากาศ ไม่ว่าจะอยู่ในสภาพก๊าซ ของเหลว หรือ ของแข็ง และไม่ว่าสารนั้นจะเป็นอันตรายโดยตรงหรืออาจจะไม่เป็นอันตรายโดยตัวของมันเอง โดยตรงก็ตาม มากกว่าร้อยละ 99 ของอากาศ โดยมวลและปริมาตร ประกอบไปด้วย ก๊าซหลักคือ ไนโตรเจน (N<sub>2</sub>) ออกซิเจน (O<sub>2</sub>) อาร์กอน (Ar) ก๊าซหลักทั้งสามชนิดนี้ มีปริมาณความเข้มข้นในอากาศที่คงที่มาเป็นเวลานานนับล้านปี และมีแนวโน้มว่าจะคงปริมาณเช่นนี้ต่อไปอีกเป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยที่ไม่ได้รับผลกระทบมากนักจากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติและมนุษย์ ในทางกลับกัน มลพิษทางอากาศมักจะเกิดจากก๊าซซึ่งมีปริมาณน้อยในอากาศ (Trace Gases) แต่จะมีความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ก๊าซเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แอมโมเนีย (NH<sub>3</sub>) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) โอโซน(O<sub>3</sub>) และก๊าซอื่นๆ อีกมาก จะมีปริมาณในอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ขึ้นกับสถานที่และระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยได้รับผลกระทบจากสาเหตุทางธรรมชาติและโดยมนุษย์”

ประเทศสหรัฐอเมริกาเคยประสบปัญหาจากปัญหาวิกฤตการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงไม่ว่าจะเป็นมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ หรือสารเคมีจากการผลิตในระบบอุตสาหกรรม เป็นเหตุให้สหรัฐอเมริกา ได้ทำการจัดตั้งหน่วยงานซึ่งทำหน้าที่จัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นมา โดยเฉพาะได้แก่ The United State Environmental Protection Agency (U.S.EPA) หรือองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทำหน้าที่ดำเนินการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ทำการวิจัยและให้การศึกษา มีความรับผิดชอบหลักในด้านการกำหนดและบังคับใช้มาตรฐานระดับชาติภายใต้กฎหมายสิ่งแวดล้อมฉบับต่างๆ โดยในส่วนของดำเนินการเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศนั้น U.S.EPA มีการกำหนดมลสารทางอากาศทั้งในส่วนของมลสารทั่วไป 187 ประเภทและมลสารหลักซึ่งต้องการการควบคุมในระดับประเทศ 6 ประเภท <sup>[27]</sup> เพื่อให้เกิดแนวทางร่วมในการควบคุมคุณภาพอากาศโดยให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับมลสารหลัก โดยมลสารหลักทั้ง 6 ประเภทได้แก่

- 1) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- 2) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)
- 3) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และ 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>)

- 4) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)
- 5) โอโซน (O<sub>3</sub>)
- 6) สารตะกั่ว (Lead)

EPA ได้กำหนดค่ามาตรฐานอันเป็นสากลเพื่อป้องกันผลกระทบรุนแรงจากสารมลพิษทั้ง 6 ประเภทซึ่งอาจเกิดขึ้นกับสุขภาพและความเป็นอยู่ของประชาชน โดยการแบ่งมาตรฐานออกเป็นสองระดับ ระดับแรกเป็นมาตรฐานซึ่งกำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบทางด้านสาธารณสุขโดยรวมถึงผลกระทบในกลุ่มประชากรซึ่งอาจมีความเสี่ยงไม่ว่าจะเป็น เด็ก คนชรา หรือผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง สำหรับมาตรฐานที่สองนั้นได้กำหนดขึ้นโดยการคำนึงถึงปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ สวัสดิการ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ค่ามาตรฐานดังกล่าวได้ใช้เป็นที่ยอ้างอิงเพื่อกำหนดค่ามาตรฐานในพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก ซึ่งค่ามาตรฐานที่ทาง EPA กำหนดขึ้นเรียกว่า National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) และมีรายละเอียด <sup>[28]</sup> ดังนี้

ตาราง 2.3 แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ จาก National Ambient Air Quality Standard : US EPA กำหนดไว้ว่า <sup>[28]</sup>

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐานหลัก	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	9 ppm (10 mg/m <sup>3</sup> )	8 ชั่วโมง <sup>(1)</sup>
	35 ppm (40 mg/m <sup>3</sup> )	1 ชั่วโมง <sup>(1)</sup>
สารตะกั่ว (Pb)	0.15 µg/m <sup>3</sup> <sup>(2)</sup>	3 เดือน (Rolling)
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> )	53 ppb <sup>(3)</sup>	1 ปี (Arithmetic Average)
	100 ppb	1 ชั่วโมง <sup>(4)</sup>
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> )	150 µg/m <sup>3</sup>	24 ชั่วโมง <sup>(5)</sup>
	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM <sub>2.5</sub> )	15.0 µg/m <sup>3</sup>
35 µg/m <sup>3</sup>		24 ชั่วโมง <sup>(7)</sup>
ก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> )	0.075 ppm (2008 std)	8 ชั่วโมง <sup>(8)</sup>
	0.08 ppm (1997 std)	8 ชั่วโมง <sup>(9)</sup>
	0.12 ppm	1 ชั่วโมง <sup>(10)</sup>
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> )	0.03 ppm <sup>(11)</sup> (1971 std)	1 ปี (Arithmetic Average)
	0.14 ppm <sup>(11)</sup> (1971 std)	24 ชั่วโมง <sup>(11)</sup>
	75 ppb <sup>(11)</sup>	1 ชั่วโมง

หมายเหตุ

(1) ไม่เกินค่ามาตรฐานมากกว่า 1 ครั้งต่อปี

(2) กฎสุดท้ายประกาศใช้เมื่อ 15 ตุลาคม 2008

(3) ระดับค่ามาตรฐานอย่างเป็นทางการของ NO<sub>2</sub> ตลอดปีคือ 0.053 ppm, เท่ากับ 53 ppb

- (4) เพื่อให้อยู่ในค่ามาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ 98th percentile ของค่าเฉลี่ยสูงสุดใน 1 ชม. ที่วัดได้ไม่ควรเกินกว่า 100 ppb (ประกาศใช้ 22 มกราคม 2010)
- (5) ไม่เกินค่ามาตรฐานมากกว่า 1 ครั้งต่อปีโดยใช้ค่าเฉลี่ยทุกๆ 3 ปี
- (6) เพื่อให้อยู่ในค่ามาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ the weighted annual mean PM<sub>2.5</sub> concentrations จากจุดตรวจวัดต่างๆ ต้องไม่เกิน 15.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- (7) เพื่อให้อยู่ในค่ามาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ 98th percentile ของค่าเฉลี่ยสูงสุดใน 24 ชม. จากจุดตรวจวัดในพื้นที่ต้องไม่เกิน 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ประกาศใช้ 22 มกราคม 2006)
- (8) เพื่อให้อยู่ในค่ามาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ the fourth-highest daily maximum 8-hour average ozone concentrations จากจุดตรวจวัดต้องไม่เกิน 0.07 ppm. (ประกาศใช้ 27 พฤษภาคม 2008)
- (9) (a) เพื่อให้อยู่ในค่ามาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ the fourth-highest daily maximum 8-hour average ozone concentrations จากจุดตรวจวัดต้องไม่เกิน 0.08 ppm.  
 (b) ทาง EPA ได้เปลี่ยนแปลงการบังคับใช้จาก 1997 ozone standard เป็น the 2008 ozone standard.  
 (c) EPA อยู่ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่ามาตรฐานใหม่.
- (10) (a) EPA ประกาศใช้ค่ามาตรฐาน 1 ชั่วโมงในทุกพื้นที่, ถึงแม้ในบางพื้นที่จะมีการกำหนดค่าที่ต่ำกว่ามาตรฐานอยู่  
 (b) จะอยู่ในค่ามาตรฐานเมื่อจำนวนวันที่กำหนดไว้ ในแต่ละปี มีค่ามาตรฐานเฉลี่ยต่อ ชม.  $0.12 \text{ ppm} \leq 1$ .
- (11) (a) กฎสุดท้ายประกาศใช้ 2 มิถุนายน 2010. เพื่อให้อยู่ในค่ามาตรฐาน, ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ the 99th percentile of the daily maximum 1-hour average ในแต่ละจุดตรวจวัดต้องไม่เกิน 75 ppb.

### 2.3.2 สารมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลัก

จากบทความสำนักสิ่งแวดล้อม <sup>[29]</sup> รายงานว่า “สารมลพิษทางอากาศมีหลากหลายชนิดที่สามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยสำหรับมนุษย์ ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็ก ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซโอโซน สารตะกั่ว และสารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น ซึ่งสารมลพิษทางอากาศเหล่านี้ในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันออกไปซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำโดยมนุษย์ นอกจากนี้การจำแนกประเภทสารมลพิษในบรรยากาศเป็นระบบที่สามารถช่วยจัดกลุ่มมลสารทางอากาศ เพื่อที่จะกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในการควบคุม ซึ่งสามารถทำการแยกตามลักษณะการเกิดสารมลพิษได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สารมลพิษทางอากาศชนิดปฐมภูมิ และสารมลพิษทางอากาศชนิดทุติยภูมิ 1) สารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดปฐมภูมิ คือ สารที่ถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศโดยตรงจากแหล่งกำเนิด สารเหล่านี้ก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบโดยตรงได้ หากมีปริมาณความเข้มข้นที่ถูกปล่อยออกมามากพอ เช่น การเผาไหม้ กระบวนการผลิตที่เกิดจากอุตสาหกรรม หม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ยานยนต์ และไฟป่า เป็นต้น 2) สารมลพิษทางอากาศชนิดทุติยภูมิ เป็นสารที่เกิดจากการแปรสภาพโดยปฏิกิริยาทางเคมีของสารมลพิษทางอากาศชนิดปฐมภูมิซึ่งเป็นตัวตั้งต้นภายหลังจากการปล่อยมลพิษออกจากแหล่งกำเนิด ตัวอย่างของสารมลพิษทางอากาศชนิดทุติยภูมิที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และกรดไนตริกที่เกิดจากไนตริกออกไซด์ ก๊าซโอโซนที่เกิดจากออกไซด์ของไนโตรเจน รวมถึงละอองสารอินทรีย์ที่เกิดจากปฏิกิริยาจากก๊าซเป็นอนุภาคของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น ดังนั้นสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญทั้ง 6 ประเภท” ดังนี้

### 3.2.2.1 ฝุ่นละออง (Particulate Matters)

เป็นอนุภาคที่มีลักษณะหลากหลายทั้งในด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งและหยดละอองของเหลว โดยทั่วไปอนุภาคมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสามารถลอยกระจายในอากาศได้ ในขณะที่อนุภาคที่มีเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอน เรียกว่า PM<sub>10</sub> และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือ PM<sub>2.5</sub> สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานโดยฝุ่นละอองขนาดเล็กดังกล่าวสามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สามารถผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ทำให้ระคายเคืองและอักเสบ หากร่างกายได้รับการสัมผัสในปริมาณมาก หรือเมื่อได้สัมผัสในปริมาณน้อยแต่สะสมเป็นระยะเวลาช้านาน ก็ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้

ฝุ่นจากแหล่งกำเนิดแบบปฐมภูมิ โดยมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ดีเซล เช่น รถบรรทุก เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการก่อสร้าง กระบวนการผลิตในกลุ่มโลหะ เป็นต้น

ฝุ่นจากแหล่งกำเนิดแบบทุติยภูมิ เกิดขึ้นในบรรยากาศโดยอาศัยปฏิกิริยาเคมีจากแสงแดด หรือไอน้ำ ซึ่งอนุภาคที่เกิดจากปฏิกิริยานี้สามารถกลายเป็นองค์ประกอบหลักของฝุ่น เช่น ซัลเฟตของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้า หรือหม้อไอน้ำ และไนเตรตของไนโตรเจนออกไซด์ที่ปล่อยออกจากท่อไอเสียรถยนต์ หรือโรงไฟฟ้า และสารคาร์บอนที่เปลี่ยนมาจากสารประกอบคาร์บอนอินทรีย์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาทางท่อไอเสียรถยนต์ กระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

ในบรรยากาศฝุ่นขนาดเล็กและฝุ่นขนาดใหญ่ มีลักษณะการรวมตัวและการแพร่กระจายแตกต่างกัน โดยฝุ่นขนาดใหญ่จะร่วงหล่นลงสู่พื้นเร็วกว่าฝุ่นขนาดเล็กสามารถเจอในบริเวณที่ไกลกับตำแหน่งที่เกิด ขณะที่ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนสามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานทำให้สามารถลอยกระจายตามลมไปได้ไกลกว่าบริเวณแหล่งที่ปล่อยออกมา องค์ประกอบที่สำคัญในฝุ่นขนาดเล็ก ได้แก่ ซัลเฟต ไนเตรต คาร์บอน และฝุ่นดิน

ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย การก่อกวนของฝุ่นกับสารมลพิษทางอากาศหลายชนิด ก่อให้เกิดความเป็นพิษเพิ่มขึ้น ในขณะที่ขนาดของอนุภาคฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้โดยตรง ซึ่งขนาดของฝุ่นจะน้อยกว่า 2.5 ไมครอน สามารถผ่านไปถึงปอดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตและส่งผลเสียต่อร่างกายที่สามารถก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ

### 3.2.2.2 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)

เป็นก๊าซที่เกิดจากกระบวนการการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุกำมะถันปนอยู่ในปิโตรเลียมและถ่านหิน เมื่อนำเชื้อเพลิงไปใช้ซัลเฟอร์ที่เป็นส่วนประกอบจะสันดาปแปรเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในขณะที่แหล่งกำเนิดที่สำคัญ เช่น อุตสาหกรรมถลุงโลหะซึ่งสิ้นเปลืองอย่างสิ้นกะสีและทองแดงทำให้กำมะถันที่อยู่ในแร่ถูกปลดปล่อยออกมาระหว่างกระบวนการถลุง ซึ่งสิ้นเปลืองสามารถรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศจึงกลายเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์



ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เมื่อซัลเฟอร์ไดออกไซด์แพร่กระจายในบรรยากาศ จะถูกนำไปรวมเข้ากับฝุ่นและความชื้นยิ่งทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างมาก จากการศึกษาผลกระทบของ  $SO_2$  กับสัตว์ทดลอง พบว่า  $SO_2$  ส่งผลต่อความผิดปกติของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจส่วนบนเมื่อปริมาณความเข้มข้นต่ำกว่า 20 ppm และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อให้เกิดความผิดปกติแบบเฉียบพลันไม่มีผลเรื้อรัง และเมื่อสัตว์ทดลองได้รับการสัมผัส  $SO_2$  ปริมาณความเข้มข้นปานกลางและระยะการสัมผัสแบบไม่ต่อเนื่องจะไม่มีผลสะสมใดๆต่อความผิดปกติ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นสูงถึง 1 ppm สามารถก่อให้เกิดความผิดปกติต่อร่างกายหรือให้ผลแตกต่างกันระหว่างคนปกติ

### 3.2.2.3 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส เบากว่าอากาศเพียงเล็กน้อย มีความสามารถในการคงตัวอยู่ในอากาศนานประมาณ 2-3 เดือน เป็นก๊าซเฉื่อยที่สภาพอุณหภูมิและความดันอากาศปกติ แต่จะมีไวต่อปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ก๊าซ CO จะถูกทำปฏิกิริยาออกซิไดส์ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ แม้ว่าปฏิกิริยาทางเคมีจะเกิดขึ้นได้ยากแต่มีปรากฏการณ์บางอย่างชี้ให้เห็นว่าเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบที่ทำให้เกิดปัญหาหมอกควัน

ก๊าซ CO เกิดจากการสันดาปหรือการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง โดยถูกปลดปล่อยออกจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์จากการขนส่ง ซึ่งมีอัตราส่วนเกินกว่าร้อยละ 60 และถ้านำไปรวมกับแหล่งที่เกิดจากยานยนต์ทางการเกษตรสัดส่วนจึงเพิ่มขึ้นเกินกว่าร้อยละ 80 จึงถูกจัดให้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในคุณภาพอากาศที่ไม่ดี ในขณะที่การเผาไหม้ในที่โล่ง เช่น การกำจัดขยะด้วยวิธีเผาในที่โล่ง การใช้ไฟเผาหญ้าหรือฟางข้าว หรือการเกิดไฟป่า มีสัดส่วนเพียงประมาณร้อยละ 5 และสำหรับก๊าซ CO ไม่มีปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดผลเสียต่อผิวของวัตถุ ซึ่งจากการทดลองที่ความเข้มข้นสูงถึง 100 ppm ก็ไม่มีผลเสียต่อพืชแม้ใช้เวลานานถึง 1-3 สัปดาห์

ผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เมื่อหายใจนำก๊าซ CO เข้าไปในร่างกายจะถูกปอดดูดซับและนำไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในระบบเลือดได้ดีกว่าออกซิเจนประมาณ 200 ถึง 250 เท่า จึงกลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhemoglobin, COHb) ซึ่งเป็นผลเสียต่อระบบของเลือดในการนำพาออกซิเจนจากปอดไปเลี้ยงอวัยวะส่วนอื่นๆของร่างกาย เป็นสาเหตุที่ทำให้มีอาการขาดออกซิเจนในคนปกติ ในขณะที่ปฏิกิริยาการเกิด COHb เป็นกระบวนการที่ผันกลับได้ในกรณีที่ไม่หายใจนำเอาก๊าซ CO เพิ่มเข้าไปอีก ร่างกายจะสามารถทำการขับ CO ออกเพื่อให้เกิดความสมดุลกลับคืนสู่ปกติภายใน 2-3 ชั่วโมง โดยทั่วไปร่างกายมนุษย์จะมี COHb ประมาณร้อยละ 0.4 อยู่แล้ว โดย CO จะถูกสร้างขึ้นเองตามธรรมชาติของร่างกายซึ่งไม่เกี่ยวกับการหายใจเข้าไปจากแหล่งภายนอก

สำหรับปริมาณของ COHb จะสูงหรือต่ำจะขึ้นกับความเข้มข้นของ CO ในบรรยากาศและระยะเวลาที่สัมผัส เช่น การสูดหายใจที่ CO มีระดับความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจะทำให้มี COHb ในเลือดเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกายตามมา เริ่มตั้งแต่มี

อาการเครียด หายใจเร็วกว่าปกติ เวียนศีรษะ กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย อาเจียน มีนศีรษะ หน้ามืด เป็นต้น นอกจากผลโดยตรงที่ COHb จะลดความสามารถในการนำออกซิเจนของเลือดแล้ว ยังมีผลต่อกระบวนการถ่ายเทออกซิเจนของฮีโมโกลบินที่เลือดอยู่อีกด้วย ซึ่งทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ถ่ายเทลดลงไปอีก

#### 3.2.2.4 ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO<sub>x</sub>)

มีเจือปนอยู่ในบรรยากาศ ได้แก่ N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> แต่ที่พบมากที่สุดคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ที่เป็นสารมลพิษที่สำคัญ ในขณะที่ไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) จะพบได้ง่ายในบริเวณพื้นผิวดินซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดจากชีววิทยาและไม่ถูกจัดว่าเป็นสารมลพิษทางอากาศ

แหล่งกำเนิดไนตริกออกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) โดยเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูงเกินกว่า 1,000 องศาเซลเซียส เมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้ทำให้ไนโตรเจนจากอากาศถูกออกซิไดส์โดยก๊าซออกซิเจนเกิดเป็นไนโตรเจนออกไซด์ โดยปกติที่อุณหภูมิดังกล่าวจะเกิดไนตริกออกไซด์ (NO) มากที่สุดถึงร้อยละ 90 หรือมากกว่านี้ ปริมาณของไนโตรเจนที่ถูกทำปฏิกิริยาออกซิไดส์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เปลวไฟและความเร็วในการทำให้อุณหภูมิต่ำลง การที่อุณหภูมิจึงเปลวไฟมีความสำคัญ เนื่องจากความเข้มข้นของ NO ที่มีความเสถียรทางเคมีต่อความร้อนเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและอัตราการความเร็วในการทำให้เย็นซึ่งก็จะทำให้เพิ่ม NO มากขึ้นด้วยเนื่องจากอัตราการแตกตัวจาก NO เป็นไนโตรเจนอิสระและออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิต่ำลง

ในการศึกษาของ United States Public Health Services พบว่า การผลิตกรดไนตริกในอุตสาหกรรมจะมีออกไซด์ของไนโตรเจนถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศโดยปริมาตรถึงร้อยละ 0.1-0.69 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.37 ซึ่ง 1/3-1/2 ส่วนเป็น NO<sub>2</sub> ที่เหลือโดยประมาณว่าเป็น NO จะแตกตัวออกมาราว 25 กิโลกรัมต่อตันของกรดที่ผลิต และแหล่งกำเนิดจากยานยนต์ พบว่า ขณะเร่งเครื่องยนต์จะก่อให้เกิดไนโตรเจนออกไซด์ออกมาโดยประมาณ 6,000 ppm และสามารถทำให้ลดลงเหลือ 3,000 ppm เมื่อปรับให้มีความเร็วในการขับเคลื่อนแบบคงที่

ในบรรดาก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO<sub>x</sub>) ทั้งหมดกำเนิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศซึ่งมีอากาศเป็นแหล่งของออกซิเจนโดยมีชนิดของเชื้อเพลิงและประเภทในชั้นส่วนประกอบที่ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงนั้น สำหรับ NO<sub>x</sub> จากแหล่งกำเนิดในบริเวณเล็กๆจะถูกรวมเป็นพื้นที่กว้างได้ ซึ่งสามารถประมาณระดับความเข้มข้นได้โดยการสำรวจชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในบริเวณนั้น เช่น ปริมาณการใช้น้ำมันก๊าดแล้วคูณด้วยอัตราการระบายออกก็จะทราบปริมาณการระบายออกตามลักษณะของชนิดเชื้อเพลิง และ NO<sub>x</sub> จากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ได้แก่

- ยานยนต์ โดยปริมาณของ NO<sub>x</sub> ที่ระบายออกสู่บรรยากาศ ได้จากการคำนวณอัตราการระบายออกเฉลี่ยของเครื่องยนต์แต่ละประเภทในรูปของสัมประสิทธิ์เฉลี่ยในการปล่อยก๊าซ (Mean Exhaust Coefficients (g/car.km))

- เรือยนต์ โดยปกติมักจะใช้เครื่องยนต์ 2 ขนาด คือ ขนาดเล็กที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลและขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องยนต์เทอร์โบ ซึ่งอัตราการระบายออกของ  $\text{NO}_x$  จะถูกกำหนดตามลักษณะของการเดินเครื่อง ส่วนปริมาณโดยรวมจะขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องยนต์ของเรือที่ใช้ในขณะนั้น โดยอัตราการระบายออกโดยประมาณการจากอัตราการระบายสูงสุดคูณกับ Load Factor

- เครื่องบิน สำหรับพื้นที่ในบริเวณใกล้กับสนามบิน โดย  $\text{NO}_x$  ที่ระบายออกมาจากเครื่องบินก็เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง โดยระดับความเข้มข้นของ  $\text{NO}_x$  ที่ระบายออกจะถูกกำหนดตามลักษณะของการบินและชนิดของเครื่องบิน ในขณะที่เครื่องบินแบบเทอไบน์จะมีปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{NO}_x$  โดยประมาณเท่ากับ 100 ถึง 400 ppm

แหล่งกำเนิดหลักของ  $\text{NO}_x$  ที่เกิดจากผลของการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ทำให้ภาคการขนส่งคมนาคมมีส่วนทำให้เกิดการปล่อยมลพิษสูงสุดโดยประมาณร้อยละ 56 สำหรับการเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมถ่านหิน และน้ำมันเตา มีอัตราส่วนรองลงมาประมาณร้อยละ 37 และในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมมีส่วนสัดส่วนประมาณร้อยละ 5 ในขณะที่  $\text{NO}$  และ  $\text{NO}_2$  ไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อวัตถุ แต่  $\text{NO}_2$  จะทำปฏิกิริยากับละอองน้ำในอากาศทำให้เกิดกรดไนตริก ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดฝนกรดมีผลเสียต่อการกัดกร่อนโลหะ และ  $\text{NO}_2$  มีคุณสมบัติในการดูดซับแสงโดยเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของการลดทัศนวิสัยเมื่อระดับความเข้มข้นในบรรยากาศสูงถึง 0.25 ppm

$\text{NO}_2$  ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ppm ในระยะเวลาระหว่าง 10 ถึง 12 วันสามารถทำให้เกิดการชะงักสำหรับการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด เช่น ต้นถั่ว มะเขือเทศ จากการศึกษาทดลองพบว่า  $\text{NO}_2$  ที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 0.25-1 ppm จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรที่ลดต่ำลง

### 3.2.2.5 โอโซนระดับผิวพื้น (Ground Level Ozone)

โอโซนเป็นสารพิษทุติยภูมิ สามารถสร้างจากปฏิกิริยาเคมีแสง Photochemical Oxidation ระหว่างสารประกอบของไฮโดรคาร์บอน และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนโดยแสงแดดเป็นแหล่งพลังงาน สารโฟโตเคมีคอลชนิดอื่นๆ ได้แก่ สารประกอบอัลดีไฮด์คีโตนและ Peroxyacetyl Nitrate (PAN) ซึ่งสามารถออกซิไดส์อนุมลไอโอดีนในสารละลายโปแตสเซียมไอโอได (KI) รวมเรียกว่า โฟโตเคมีคอลออกซิแดนท์ (Photochemical Oxidants) ในสารประกอบจำพวกนี้ โอโซน และ PAN มีความเข้มข้นสูงที่สุด และสามารถก่อให้เกิดสภาพในบรรยากาศที่มีลักษณะเหมือนหมอกสีขาวปกคลุมอยู่ทั่วไปในอากาศที่เรียกว่า Photochemical Smog

ปฏิกิริยาการเกิดโฟโตเคมีคอลออกซิแดนท์ในบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์นั้นมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกมากซึ่งเป็นชั้นที่กรองรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และยังมีปฏิกิริยาหลายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขณะเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาทางเคมีที่จะอธิบายปรากฏการณ์นี้เริ่มจาก  $\text{NO}_2$  จะดูดซับรังสี UV จากแสงแดดจนทำให้มีพลังงานมากขึ้นจึงกลายเป็นเป็น  $\text{NO}_2^*$  ที่มีพลังงานสูงกว่าปกติ เขียนสมการเป็น  $\text{NO}_2^*$  จากนั้น  $\text{NO}_2^*$  จะแตกตัว

Photolyzes ไปเป็นไนตริกออกไซด์ (NO) และอะตอมของออกซิเจน (O) ซึ่งอะตอมของออกซิเจนนี้สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนระดับโมเลกุลจนเกิดเป็นโอโซน และถ้ามีโมเลกุลอื่น (M) ซึ่งเข้ามาดูดซับพลังงานจากโอโซนในขณะเดียวกันโอโซนจะแตกตัวกลับเป็นออกซิเจน แต่ในกรณีที่ไม่มีก็จะเกิดโมเลกุลของโอโซนที่คงตัว และในกรณีที่มีโมเลกุลอื่น (M) นั้นเป็น NO ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาให้เปลี่ยนเป็น NO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> สำหรับปฏิกิริยาทางเคมีเฉพาะเหล่านี้ผลสุดท้ายก็จะเป็นไม่สามารถเปลี่ยนปฏิกิริยาเป็นอย่างอื่น แต่ในสภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติจะมีไฮโดรคาร์บอน (HC) เป็นส่วนประกอบจึงทำให้เปลี่ยนปฏิกิริยาเป็นสารอย่างอื่นเกิดขึ้นระหว่างอะตอมของออกซิเจน โอโซน และ NO ได้แก่ Carbon Monoxides, Peroxy Acetyl Nitrate (PAN), Peroxy Benzoyl Nitrate (PBN) , Akylnitrates, Peroxides, Hydroperoxides, Aldehyde

ในปัจจุบันโอโซนระดับผิวพื้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สำหรับประเทศไทยพบปัญหาจากฝุ่นขนาดเล็กและโอโซนระดับผิวพื้นที่เกิดจาก VOCs (Volatile Organic Carbons) และ NO<sub>x</sub> โดยมีแสงแดดเป็นตัวกระตุ้น ซึ่งสารทั้ง 2 กลุ่มนี้จัดเป็นสารประกอบตั้งต้นที่ก่อให้เกิดโอโซน (Ozone precursor) ในขณะที่ VOCs มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากรถยนต์ กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม คริวเรือน และพีช สำหรับแหล่งกำเนิดที่สำคัญของ NO<sub>x</sub> มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่อุณหภูมิสูง ซึ่งสามารถพบในท่อไอเสียรถยนต์ โรงไฟฟ้า หม้อไอน้ำ เป็นต้น

### 3.2.2.6 สารตะกั่ว (Pb)

เป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ และที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมจากการกระทำของมนุษย์ แหล่งกำเนิดที่สำคัญที่สุด คือ ยานยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันเนื่องจากการสนับสนุนให้เปลี่ยนมาใช้สารอื่นทดแทนสารตะกั่ว ในกระบวนการหล่อสำหรับจุดระเบิดในน้ำมันเบนซิน แต่ในปัจจุบันอุตสาหกรรมถลุงและหลอมโลหะยังคงเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญสำหรับความเข้มข้นของสารตะกั่วในบรรยากาศจะพบสูงเฉพาะในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงกับโรงงานอุตสาหกรรมถลุงและหลอมตะกั่ว และแหล่งกำเนิดอื่นๆ มักพบจากเตาเผาขยะ โรงงานผลิตแบตเตอรี่แบบเปียกที่ใช้กรด และโรงไฟฟ้า

ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วที่สะสมอยู่ในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งมีวิธีตรวจสอบในหลายรูปแบบ เช่น การใช้เส้นผม เล็บ สำหรับเกณฑ์ที่ใช้เพื่อกำหนดดัชนีค่าปริมาณการสะสมของสารตะกั่ว คือ การตรวจสอบในเลือด ในขณะที่ผลกระทบของสารตะกั่วในเด็กจะส่งผลเสียต่อสมองและระบบประสาท สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ช้าลง มีอาการปวดหัว และสมรรถภาพการได้ยินลดลง สำหรับในผู้ใหญ่จะทำให้เกิดความผิดปกติในขณะตั้งครรภ์ของผู้หญิง มีผลเสียต่อระบบสืบพันธุ์ทั้งในเพศชายและเพศหญิง ก่อให้เกิดความดันโลหิตสูง มีผลต่อระบบประสาทและความจำเสื่อม เจ็บปวดตามข้อ มีผลเสียต่อระบบในการย่อยอาหาร มีผลเสียต่อไตและตับ เป็นต้น

ตาราง 2.4 แสดงแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ผลกระทบ และความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบ สำหรับสารมลพิษทางอากาศที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลกรายงานไว้ว่า <sup>[30]</sup>

สารมลพิษทางอากาศ	แหล่งกำเนิดหลัก	ผลกระทบ	ความเข้มข้นที่เริ่มมีผลกระทบ (Health guidelines, WHO2002a)
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	ไอเสียจากท่อไอเสียยานยนต์และบางส่วนจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม	มีผลกระทบเมื่อหายใจเข้าสู่ร่างกาย โดย CO จะไปลดความสามารถของเลือดในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงร่างกาย จึงมักเกิดกับอวัยวะ และเนื้อเยื่อที่ต้องการออกซิเจน ในปริมาณที่สูงมาก เช่น สมอง หัวใจ กล้ามเนื้อ และเด็กอ่อนในครรภ์ที่กำลังเจริญเติบโต	10 mg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 8 ชั่วโมง 30 mg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 1 ชั่วโมง (30,000 µg/m <sup>3</sup> )
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> )	จากหม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน ที่ใช้น้ำมันหรือถ่านหินที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบเป็นเชื้อเพลิง จากโรงงานผลิตกรดซัลฟูริกมีส่วนเพียงเล็กน้อยจากยานยนต์	ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นสาเหตุทำให้เกิดฝนกรด	20 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง 500 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 10 ชั่วโมง
ฝุ่น ขนาด เล็ก กว่า 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> )	จากยานยนต์ จากอุตสาหกรรมฝุ่นดินที่เกิดจากการพัดฟุ้งขึ้นโดยลม ฝุ่นเกลือทะเลที่ระเหยแห้งจากละอองน้ำทะเล การเผาไหม้ในที่โล่ง การเผาไหม้ในครัวเรือน	เป็นสาเหตุการเกิดฟ้าหาลัว (Haze) เพิ่มความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง เพิ่มอัตราการตายของประชากร เพิ่มอัตราการป่วยสำหรับโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจ	50 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง 20 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 1 ปี
ฝุ่น ขนาด เล็ก กว่า 2.5 ไมครอน (PM <sub>2.5</sub> )	จากยานยนต์ จากอุตสาหกรรมฝุ่นดินที่เกิดจากการพัดฟุ้งขึ้นโดยลม ฝุ่นเกลือทะเลที่ระเหยแห้งจากละอองน้ำทะเล การเผาไหม้ในที่โล่ง การเผาไหม้ในครัวเรือน จากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม ฝุ่นละอองจากพืช	เป็นสาเหตุการเกิดฟ้าหาลัว (Haze) เพิ่มความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง เพิ่มอัตราการตายของประชากร เพิ่มอัตราการป่วยสำหรับโรคที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจมีผลต่อการพัฒนาทาสติปัญญาในเด็ก อาจมีผลเสริมผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษชนิดอื่นรุนแรงขึ้น	25 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 24 hrs 10 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 1 ปี

ตาราง 2.4 แสดงแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ ผลกระทบ และความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบ สำหรับสารมลพิษทางอากาศที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลกรายงานไว้ว่า <sup>[30]</sup> (ต่อ)

สารมลพิษทางอากาศ	แหล่งกำเนิดหลัก	ผลกระทบ	ความเข้มข้นที่เริ่มมีผลกระทบ (Health guidelines, WHO2002a)
ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO, NO <sub>2</sub> )	เกิดจากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงในเครื่องยนต์สันดาปภายในของยานยนต์ หม้อไอน้ำโรงไฟฟ้า พลังความร้อน โรงงานผลิตกรดไนตริก โรงงานผลิตวัตถุระเบิด โรงงานผลิตปุ๋ยเคมี	ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นสารตั้งต้นทำให้เกิดโอโซนที่ระดับผิวพื้น	200 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 1 ชั่วโมง  สำหรับ NO <sub>2</sub> ; 40 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 1 ปี
โอโซน (O <sub>3</sub> ) ที่ระดับผิวพื้น	เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไนโตรเจนออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน กระตุ้นโดยแสงแดด	ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ มีส่วนร่วมทำให้ฟ้าผ่า ทำลายวัสดุบางชนิดเช่นยางธรรมชาติ เพิ่มอัตราการป่วยสำหรับโรคทางเดินหายใจ	100 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 8 hrs
สารตะกั่ว (Pb)	เตาหลอมตะกั่ว โรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ อาจปล่อยออกจากยานยนต์ ถ้ำใช้น้ำมันที่เติมสารตะกั่ว	มีผลต่อการพัฒนาทางสติปัญญาในเด็ก อาจมีผลร่วมหรือเสริมผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษชนิดอื่นรุนแรงขึ้น	0.5 µg/m <sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 1 ปี

### 2.3.3 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย

จากบทความกรมควบคุมมลพิษ<sup>[31]</sup> รายงานว่า “มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปเป็นเป้าหมายการกำหนดระดับคุณภาพอากาศ (Air Quality Goals) ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน เนื่องจากสารมลพิษแต่ละชนิดจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้มากหรือน้อย จะขึ้นกับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับสัมผัส จากข้อมูลผลการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอันตรายที่เกิดขึ้นนั้น จะขึ้นกับชนิดของสารมลพิษ ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับสัมผัส สารมลพิษบางตัวอาจทำให้เกิดผลกระทบในระยะสั้น บางตัวเกิดผลระยะยาว ในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศจึงได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นเฉลี่ยที่ได้รับแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาที่สัมผัสด้วย ในประเทศไทยได้กำหนดให้มีมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ สำหรับสารมลพิษอากาศโดยทั่วไป 8 ชนิดคือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) โอโซน (O<sub>3</sub>) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) สารตะกั่ว (Pb) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>)”

**ตาราง 2.5 แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย จากกรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ว่า<sup>[31]</sup>**

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม.)
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO <sub>2</sub> )	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O <sub>3</sub> )	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> )	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม.)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม.)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มก./ลบ.ม.)
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม.
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP)	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM <sub>10</sub> )	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
8. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM <sub>2.5</sub> )	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

หมายเหตุ: 1. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1, 8 และ 24 ชม.) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (acute effect)

2. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1 ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรัง ที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (chronic effect)

## 2.4 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

### 2.4.1 คำจำกัดความ

จากบทความของกรมอุตุนิยมวิทยาและบทความของ อัศมน ลี้มสกุล และคณะ รายงานว่า <sup>[32, 33]</sup> “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ตามความหมายทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ยในพื้นที่หนึ่ง ลักษณะอากาศเฉลี่ย หมายความว่ารวมถึง ลักษณะทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน ลม เป็นต้น แต่ในความหมายตามกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลทางตรงหรือทางอ้อมจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ทำให้องค์ประกอบของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป ความหมายที่ใช้ในคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือจากกิจกรรมของมนุษย์”

ภูมิอากาศยังมีอิทธิพลต่อสุขภาพอนามัย และการมีชีวิตรอดของมนุษย์โดยผ่านทางอิทธิพลที่มีต่อระบบนิเวศ วัฏจักรของน้ำ (แหล่งน้ำ) แหล่งอาหาร และพาหะนำโรค มนุษย์สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ค่อยๆ เปลี่ยนในระยะเวลาที่ยาวนานได้ แต่ความผันแปรของลมฟ้าอากาศในระยะสั้นๆ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบทางลบอย่างรุนแรงมากๆ ได้ ซึ่งเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของอัตราการตาย การเพิ่มขึ้นของผู้เข้ารับการรักษาพยาบาล และจากเสียงบ่นของคนารู้สึกไม่สบาย ปรากฏชัดว่ารูปร่างภายนอกที่แสดงออกให้เห็นของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ นั้น ต่างเป็นผลมาจากอิทธิพลของภูมิอากาศที่เป็นสิ่งแวดล้อมใกล้ชิดแทบทั้งสิ้น ดังนั้น นักวิจัยจึงใช้ปัจจัยทางภูมิอากาศหลายๆ ตัวเพื่อให้ได้ภาพรวมของภูมิอากาศมากที่สุด ในการศึกษาอิทธิพลของภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัดในปัจจุบันของประเทศไทย <sup>[32]</sup> ประกอบไปด้วย

- 1) ความกดของบรรยากาศ มีหน่วยเป็น มิลลิบาร์ (millibars)
- 2) อุณหภูมิของอากาศ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)
- 3) ความเร็วลมผิวพื้นและชั้นบน มีหน่วยเป็น น็อต (knots)
- 4) ทิศทางลม มีหน่วยเป็น องศา (degrees)
- 5) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ มีหน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ (%)
- 6) หยาดน้ำฟ้า มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (millimeters)
- 7) การระเหยของน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร (millimeters)
- 8) ปริมาณรังสี มีหน่วยเป็น มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (mW / cm<sup>2</sup>)
- 9) ความยาวนานของแสงแดด มีหน่วยเป็น ชั่วโมง (hour)
- 10) ทิศนวิสัย มีหน่วยเป็น เมตร หรือ กิโลเมตร (meters or kilometers)
- 11) ความสูงของฐานเมฆ มีหน่วยเป็น เมตร หรือ ฟุต (meters or feet)



## 2.4.2 อนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ โดยพิจารณาจากแรงผลักดัน (Driving Force) แรงกดดันของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (Pressure) ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ (State) ทำให้มนุษย์รับสัมผัสกับสิ่งที่เปลี่ยนแปลง (Exposure) และส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (Effect) หรือเรียกว่า SEE model <sup>[34]</sup>

ตาราง 2.6 แสดงนิยามของ SEE Model จากบทความกรมอนามัยรายงานว่า <sup>[34]</sup>

State (S)	Exposure (E)	Effect (E)
สภาพสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไป	การได้รับสัมผัส หมายถึง	ผลกระทบต่อสุขภาพ
หมายถึง สภาพการ	ปฏิสัมพันธ์ของคนกับสภาพ	หมายถึง
เปลี่ยนแปลงที่เกิดกับ	สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป	ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจาก
สิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจาก		การได้รับสัมผัสจากสภาพ
การเปลี่ยนแปลงสภาพ		สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป
ภูมิอากาศ		

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลต่อโรกระบบทางเดินหายใจด้วย <sup>[2]</sup> โดยโรคหรือกลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญ ได้แก่ อาการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจ การหายใจลำบาก โรคภูมิแพ้ โรคหืดหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และระบบหายใจล้มเหลว การระบาดของโรคติดเชื้ออุบัติใหม่ เช่น โรกระบบทางเดินหายใจเฉียบพลัน และโรคไข้หวัดนก เป็นต้น

โรคหืดและโรคหืดชนิดเฉียบพลันรุนแรงที่มีความสัมพันธ์กับอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยประเด็นอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เชื่อมโยง SEE model ดังนี้

1) State พบว่าประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม คือ สารก่อภูมิแพ้ สารกระตุ้นภูมิแพ้ สารมลพิษทางอากาศประเภทปฐมภูมิ สารมลพิษทางอากาศประเภททุติยภูมิ ฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศ (PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub>) และอนุภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และเชื้อราภายในอาคารโดยตัวชี้วัดคือ ปริมาณสารก่อภูมิแพ้ สารกระตุ้นภูมิแพ้ สารมลพิษทางอากาศประเภทปฐมภูมิ สารมลพิษทางอากาศประเภททุติยภูมิ (ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน) ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศ (PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub>) และระดับอนุภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเชื้อราภายในอาคาร ตามลำดับ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมโดยตรง

2) Exposure พบว่าประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การปฏิบัติในการป้องกันการได้รับหรือสัมผัสการอยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงและการทำงานในพื้นที่เสี่ยง โดยตัวชี้วัดคือการปฏิบัติในการป้องกันการได้รับหรือสัมผัส (สวมหน้ากากหรืออุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ หลีกเสี่ยงหรือลดระยะเวลาการอยู่ในพื้นที่เสี่ยง) ระยะเวลาการอยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงและระยะเวลาการทำงานในพื้นที่เสี่ยงตามลำดับ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับอนามัยสิ่งแวดล้อม

3) Effect พบว่าประเด็นด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การป่วยและตายด้วยโรคหืดและโรคหืดชนิดเฉียบพลันรุนแรง โรคเรื้อรังของระบบหายใจส่วนล่าง และโรกระบบหายใจ โดยตัวชี้วัดคืออัตราการป่วยและ อัตราตายด้วยโรคหืดและโรคหืดชนิดเฉียบพลันรุนแรง โรคเรื้อรังของระบบหายใจส่วนล่าง และโรกระบบหายใจตามลำดับ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับอนามัยสิ่งแวดล้อม

## 2.5 ระบาดวิทยา

### 2.5.1 ความหมายและขอบเขตของการศึกษาทางระบาดวิทยา

จากบทความวิจัยของ มรุรส ทิพยมงคลกุล<sup>[1]</sup> รายงานว่า “การศึกษาทางระบาดวิทยาเป็นการศึกษาสถานการณ์โรคตามลักษณะของ บุคคล เวลา และ สถานที่ และการค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โรคนั้น ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าความเข้าใจกระบวนการและรู้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อกระบวนการเกิดสถานการณ์ตามลักษณะบุคคล เวลา และสถานที่จะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการกำหนดแนวทางการส่งเสริมสุขภาพ หรือป้องกันโรค แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาทางระบาดวิทยาเกือบทั้งหมด มักมุ่งเน้นการศึกษาตามลักษณะ ของบุคคล และเวลา (อนุกรมเวลา) ถึงแม้ว่าความเข้าใจกระบวนการเกิดโรคตามลักษณะของสถานที่ และปัจจัยเชิงพื้นที่ซึ่งไม่ใช่เพียงปัจจัยทางกายภาพ แต่รวมถึงปัจจัยเชิงสังคมด้วย สามารถทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาเกิดโรคกับ วิถีชีวิต บริบททางสังคม และสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น”

### 2.5.2 การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เชิงนิเวศ

2.5.2.1 การศึกษาเชิงพรรณนา หรือ การศึกษาสหสัมพันธ์ (Correlation Study) มีวัตถุประสงค์ เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสถานะสุขภาพที่สนใจศึกษา โดยใช้ประโยชน์ของข้อมูลทุติยภูมิที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบอยู่แล้ว โดยข้อมูลที่น่าสนใจในการวิเคราะห์ มักจะได้รับรวบรวมเป็นค่าเฉลี่ย หรือ จำนวนรวมของหมู่บ้าน ตำบล หรือตามลักษณะพื้นที่ โดยผลการศึกษาที่ได้มักจะใช้ในการพิจารณาวางแผน ทรัพยากร หรือวางแผนเฝ้าระวังป้องกัน ควบคุมโรค เช่น การศึกษาทิศทางการแพร่ระบาดของโรคชิคุน กุนยา ในปี พ.ศ. 2551-2552 โดยใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์ และวันแสดงอาการ พบว่ามีการแพร่ระบาดจาก ภาคใต้และเคลื่อนสู่ทางตอนเหนือของภาคใต้ด้วยความเร็ว 7.5 กิโลเมตรต่อสัปดาห์<sup>[35]</sup>

2.5.2.2 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ (Analytic Study) เป็นการศึกษาเชิงนิเวศที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงนิเวศ และผลลัพธ์ โดยใช้องค์ความรู้ด้านชีวสถิติ และแนวคิดของระบาดวิทยาเชิงสังคม<sup>[36]</sup> สถานการณ์สุขภาพในแต่ละชุมชนย่อมมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั้งด้านกายภาพ ชีวภาพและสังคม และมักจะมีความคล้ายคลึงกับพื้นที่ข้างเคียง เนื่องจากการมีลักษณะร่วมด้านประชากร วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม หรืออาจกล่าวได้ว่ามีสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ต่อกัน (Spatial Autocorrelation) จึงส่งผลให้สถานการณ์สุขภาพในแต่ละพื้นที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จะประยุกต์ใช้สถิติพหุสัมพันธ์ถดถอยร่วมกับสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ซึ่งการศึกษาในรูปแบบนี้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ผลการศึกษาสามารถนำมาใช้ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยง หรือปัจจัยทางกายภาพ ที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดผลลัพธ์ที่สนใจศึกษาในระดับพื้นที่ เช่น การศึกษาไข้เลือดออกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่พบว่าหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ใกล้กับเขตเทศบาลมีความเสี่ยงต่อการระบาดของไข้เลือดออกสูงกว่าหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่อื่นๆ<sup>[37]</sup> เช่นเดียวกับการศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการแพร่ระบาดของ ไข้เลือดออกในพื้นที่เทศบาลทางภาคใต้ และภาคเหนือ ของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์ และสถิติ ภูมิศาสตร์ เพื่อระบุลักษณะบ้าน สิ่งแวดล้อมรอบบ้าน และชุมชนที่เอื้อต่อการแพร่กระจายของไข้เลือดออก<sup>[38]</sup>

2.5.3 องค์ประกอบของการศึกษาทางระบาดวิทยา จากบทความของ สวณี เต็งรังสรรค์ รายงานว่า<sup>[39]</sup>

- 1) ด้านการเกิดโรค (Disease Occurrence) พิจารณาจากองค์ประกอบของการเกิดโรค เกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ของ ตัวก่อโรค (Agent) โฮสต์ (Host) และสิ่งแวดล้อม (Environment)
- 2) ด้านการกระจายของโรค (Disease Distribution) พิจารณาการเกิดโรคตามการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือ เวลาที่เริ่มป่วย (Time) สถานที่ป่วย (Place) และลักษณะของบุคคลที่ป่วย (Person)
- 3) กำหนด (Determinant) หมายถึง ปัจจัยที่ทำให้การเกิดโรคและการกระจายของโรคมีการเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ ธรรมชาติของการเกิดโรคต่าง ๆ กระบวนการของการเกิดโรค รวมทั้งการควบคุมและป้องกันโรคนั้นๆ
- 4) ประชากร (Population) ในระบาดวิทยาจะไม่พิจารณาการเกิดโรคในแต่ละบุคคลเพียงอย่างเดียว แต่จะพิจารณาทั้งชุมชน โดยศึกษาในกลุ่มคนหรือกลุ่มประชากร ทั้งด้านการเกิดโรคในกลุ่มประชากร และลักษณะของประชากรในด้านสังคมและเศรษฐกิจ หากมีการเปรียบเทียบประชากรที่ป่วยในแต่ละพื้นที่ จะต้องปรับจำนวนประชากรให้เป็นอัตราต่อประชากรที่เท่ากันก่อน

2.5.4 การวัดความถี่ของการเกิดโรค จากบทความของ สีลม แจ่มอุลิตร์ตัน<sup>[40]</sup>

2.5.4.1 อุบัติการณ์ (Incidence) อุบัติการณ์เป็นค่าหนึ่งที่ใช้บอกความถี่ของการเกิดโรค โดยวัตถุประสงค์เพื่อแสดงถึงความเร็วในการเกิดโรคในประชากร จึงคำนวณค่า

อุบัติการณ์มุ่งเน้นเฉพาะผู้ป่วยรายใหม่ การเกิดโรคครั้งใหม่ ซึ่งค่าอุบัติการณ์จะบ่งชี้ถึงความเสี่ยงของการเกิดโรค ประโยชน์ที่สำคัญจึงเป็นการใช้เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรค ประเมินความเสี่ยงของการเกิดโรคในประชากร และประเมินหามาตรการการป้องกันโรค

1) อุบัติการณ์สะสม (Cumulative Incidence) มีค่าเท่ากับความเป็นไปได้ของการจะเกิดโรคใหม่ตั้งนั้นคำนวณได้จากการหารจำนวนผู้ป่วยใหม่ด้วยจำนวนคนที่เสี่ยงจะเป็นโรคในช่วงเวลาเดียวกัน ดังสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$\text{Cumulative Incidence} = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ที่พบ}}{\text{จำนวนคนเสี่ยงต่อการเกิดโรค}}$$

2) Person-Time Incidence หรือ Incidence Density (ID) ใช้ในกรณีที่ระยะเวลาที่ติดตามมีอิทธิพลต่อความเสี่ยงของการเกิดโรค จะมีการปรับด้วยระยะเวลาการติดตามของแต่ละคน ดังสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$\text{Person-Time Incidence} = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยรายใหม่ที่พบ}}{\text{จำนวนรวมของระยะเวลาเสี่ยงต่อการเกิดโรค}}$$

2.5.4.2 ความชุก (Prevalence) เป็นค่าความถี่ของการพบโรคหรือเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่ง ณ ช่วงเวลาสำรวจ ความชุกจึงนับทุกคนที่เป็นโรค ไม่ว่าจะเพิ่งเกิดใหม่ หรือเป็นมาก่อน ซึ่งต่างจากอุบัติการณ์มุ่งเน้นเฉพาะผู้ป่วยรายใหม่ สำหรับการหาความชุก คำนวณโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{ความชุก} = \frac{\text{จำนวนผู้ป่วยที่พบ}}{\text{จำนวนรวมของคนที่ถูกสำรวจ}}$$

2.5.4.3 อัตราการป่วย (Morbidity Rate) เป็นอุบัติการณ์สะสม (Cumulative Incidence) ของคนที่เป็นโรค คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{อัตราป่วย} = \frac{\text{จำนวนคนเป็นโรค}}{\text{ประชากรเสี่ยง}}$$

2.5.4.4 อัตราตาย (Mortality Rate) เป็นอุบัติการณ์สะสม (Cumulative Incidence) ที่คำนวณได้จาก จำนวนคนเสียชีวิตหารด้วยประชากรเสี่ยง คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$\text{อัตราตาย} = \frac{\text{จำนวนคนเสียชีวิต}}{\text{ประชากรเสี่ยง}}$$

สำหรับการวิจัยรายงานผลการศึกษาเป็นอัตราป่วย (Morbidity Rate)

## 2.6 แนวความคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอนก ศิริโหราชัย (2555) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ที่มีอาการ 21 อาการ กับปริมาณมลพิษในอากาศ 5 ชนิดที่เกิดขึ้นในช่วงที่มีปัญหาหมอกควัน และอิทธิพลของมลพิษแต่ละชนิดกับระยะเวลาที่มีความสัมพันธ์กับอาการที่เฝ้าระวัง โดยศึกษาประชากรใน 25 อำเภอ ของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 41,000 คน ในช่วงที่มีปริมาณมลพิษในอากาศเกิดขึ้นในห้วงเวลาวันที่ 1 กุมภาพันธ์ ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2555 รวม 90 วัน ตัวแปรในการศึกษา ใช้ข้อมูลมลพิษในอากาศ 5 ชนิดตามที่มีการรายงานทุกวันโดยกรมควบคุมมลพิษ ได้แก่ค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) และของซัลเฟอร์ไดออกไซด์( $SO_2$ ) กับค่าสูงสุดใน 24 ชั่วโมงของปริมาณโอโซน ( $O_3$ ), ไนโตรเจนไดออกไซด์( $NO_2$ ), และคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ ) การเก็บข้อมูลด้านอาการ ใช้แบบเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงที่มีปัญหาหมอกควัน 21 อาการตามกำหนดของกรมอนามัย โดยเก็บข้อมูลเป็นรายวันทุกวันจนครบ 90 วัน ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาในเชิงระบาดวิทยา สิ่งแวดล้อม ในรูปแบบการวิเคราะห์ความผันแปรตามลำดับเวลา (Time Series Study) และใช้เครื่องมือทางสถิติแบบ Poisson Regression ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ในทุกๆ อาการทั้ง 21 อาการนั้น ล้วนมีความสัมพันธ์กับมลพิษต่างๆมากกว่า 1 ชนิด และเมื่อทำการศึกษาอิทธิพลของมลพิษ จะพบมลพิษที่มีความสัมพันธ์และมีอิทธิพลมากที่สุดคือ ค่า  $CO$  ที่สูงสุดในแต่ละวัน มีผลต่อทุกอาการในวันนั้นๆ โดยตรง ยกเว้นที่มีผลต่ออาการผื่นแดงตามตัวซึ่งจะมีผลในอีก 3 วันถัดมา มลพิษอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์รองลงมาคือฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ), ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) และโอโซน ( $O_3$ ) ตามลำดับ ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) ไม่ปรากฏผลความสัมพันธ์กับอาการใดๆที่เฝ้าระวัง

ธนัชฐา ไชยชนะ (2553) ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณสารมลพิษทางอากาศกับจำนวนผู้ป่วยโรคภูมิแพ้ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยปัวซองเชิงบวก ร่วมกับเทคนิคการปรับให้เรียบและตัวแบบช่วงเวลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550 โดยตัวแปรตามคือ จำนวนผู้ป่วยรายวันของโรคแพ้อากาศ โรคหืด และโรคผื่นผิวหนังจากภูมิแพ้ ที่เก็บรวบรวมมาจากโรงพยาบาลนครพิงค์เชียงใหม่ และโรงพยาบาลลานนาเชียงใหม่ ตัวแปรอิสระคือ ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารมลพิษเฉลี่ยรายวัน ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ ) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) และก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) และลักษณะสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น ผลการวิเคราะห์พบว่า การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของปริมาณสารมลพิษ  $NO_2$  ย้อนหลังไป 4 วัน และปริมาณสารมลพิษ  $PM_{10}$  ย้อนหลังไป 1 วัน มีความเชื่อมโยงกับอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคแพ้อากาศ 7.53 % และ 6.54 % ตามลำดับ เมื่อตัวแปรอื่น ๆ คงที่ การเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของปริมาณสารมลพิษ  $NO_2$  ย้อนหลังไป 4 วัน และปริมาณสารมลพิษ  $O_3$  ย้อนหลังไป 2 วัน มีความเชื่อมโยงกับอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคหืด 10.29 % และ 7.61 % ตามลำดับ เมื่อตัวแปรอื่น ๆ คงที่ และการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของปริมาณสารมลพิษ  $SO_2$

ย้อนหลังไป 7 วัน มีความเชื่อมโยงกับอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคฝุ่นผิวหนังจากภูมิแพ้ 9.68 % เมื่อตัวแปรอื่น ๆ คงที่ โดยสรุป การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารมลพิษทางอากาศมีความเชื่อมโยงกับการเพิ่มขึ้นของอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยในกลุ่มของโรคภูมิแพ้ในจังหวัดเชียงใหม่ และภายหลังการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของปริมาณสารมลพิษอย่างน้อย 1 วัน ถึง 7 วัน จะพบความเชื่อมโยงกับอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยในกลุ่มของโรคภูมิแพ้

ชลธิดา เชิญขุนทด (2557) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) กับปัจจัยด้านภูมิอากาศ บริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน และตาก ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน ระหว่างปี 2552 ถึง 2556 โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $PM_{10}$  กับปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความกดอากาศ ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Step-wise Multiple Regression Analysis) ผลการศึกษาพบว่า จำนวนข้อมูลที่ใช้ศึกษาทั้งหมด 2,785 วัน จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และสถานีอุตุนิยมวิทยา บริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน และตาก ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน ระหว่างปี 2552 ถึง 2556 ได้ค่า  $PM_{10}$  ระหว่าง 12.0 – 518.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ โดยมีจำนวนวันที่ค่า  $PM_{10}$  เกินมาตรฐาน (>120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จำนวน 615 วัน และมีค่าอุณหภูมิระหว่าง 18.9 - 41.1 องศาเซลเซียส ความเร็วลมมีค่าระหว่าง 0.0 – 25.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความกดอากาศมีค่าระหว่าง 954.1 - 998.8 เฮกโตปาสคัล ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม และความกดอากาศ มีอิทธิพลต่อค่า  $PM_{10}$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ 0.05) โดยสามารถอธิบายความผันแปรของค่า  $PM_{10}$  ได้ประมาณร้อยละ 16

Lung-Chang Chien และ Hasanat Alamgir (2014) ศึกษาความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ของความชุกของโรคหืด โดยเปรียบเทียบด้านประชากรศาสตร์และลักษณะพฤติกรรมสุขภาพ เพื่อให้มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่ต่อเป็นโรคหืดในสี่รัฐทางตะวันตกเฉียงใต้สหรัฐอเมริกา (California, Arizona, New Mexico and Texas) รวมทั้งหมด 360 เขต. ใช้ฐานข้อมูลระบบเฝ้าระวังปัจจัยเสี่ยงทางพฤติกรรม (BRFSS) ผู้ตอบแบบสอบถาม 267,093 ครอบครัวสี่รัฐ ในช่วงระยะเวลาปี 2000 ถึง 2011 การวิเคราะห์ด้วยวิธี spatiotemporal การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วย Bayesian Structured Additive Regression Model และฟังก์ชันปรับให้เรียบ B-splines การศึกษาครั้งนี้พบว่า Odds ที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวข้องกับโรคหืดและมีแนวโน้มเป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่รอบบริเวณอ่าวในรัฐแคลิฟอร์เนีย ในขณะที่ Odds ลดลงปรากฏอยู่ในหลายๆเขตเมืองของรัฐเท็กซัส เช่น Dallas Houston and San Antonio แผนที่แสดงให้เห็นระดับของความแตกต่างทางภูมิศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ 43 เขต จาก 360 เขต (11.9%) ซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสำหรับความชุกของโรคหืด เราสามารถใช้ประโยชน์และการแปลความหมายข้อมูลจากแผนที่ในการสร้างระบบการเฝ้าระวังของโรคหืดในพื้นที่เป้าหมายและประชากรที่เสี่ยง เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางภูมิศาสตร์ในการชะงักของโรคหืด

Tahir Taj และคณะ (2016) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับการเข้ารับการดูแลสุขภาพระดับปฐมภูมิสำหรับโรคหืดใน Scania ภาคใต้ของประเทศสวีเดน ในระหว่างปี 1 มกราคม 2005 ถึง 31 ธันวาคม 2010 ทำการศึกษาแบบ Case-Crossover กับการกระจาย Lag Non-Linear Model โดยปริมาณระดับความเข้มข้นของสารมลพิษเฉลี่ยรายชั่วโมง ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) โอโซน (O<sub>3</sub>) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) สัดส่วนของค่าที่ขาดหายในช่วงตั้งแต่ 1.2% สำหรับ O<sub>3</sub> ถึง 2.2% สำหรับ NO<sub>2</sub> จะถูกแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ยของสามชั่วโมงที่ใกล้เคียงที่สุดก่อนและหลัง และข้อมูลสภาพอากาศที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ได้แก่ ระดับอุณหภูมิ ฝน ความเร็วลม ทิศทางลม และความดันของบรรยากาศ นำมาจากศูนย์นิเวศวิทยา และสถาบันอุทกวิทยา สำหรับข้อมูลจำนวนการดูแลสุขภาพปฐมภูมิของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยหลักด้วย โรคหืด โดยใช้รหัส ICD-10 J45 และ J45-P จากศูนย์อนามัย 29 ศูนย์ ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสหภาพยุโรป แต่แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้น 10 µg/m<sup>3</sup> ใน PM ระหว่าง 2.5 – 10 ไมครอน จาก 0 ถึง 15 days lag สัมพันธ์กับจำนวนการดูแลสุขภาพปฐมภูมิของผู้ป่วยโรคหืดเพิ่มขึ้นด้วย 1.33% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ 0.05) ในขณะที่การเพิ่มขึ้น 10 µg/m<sup>3</sup> ใน NO<sub>2</sub> จำนวนการดูแลสุขภาพปฐมภูมิเพิ่มขึ้นทุก days lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ 0.01)

Ta-Chien Chan และคณะ (2009) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของมลพิษทางอากาศกับจำนวนผู้ป่วยรายวันของโรคหืดที่มารับบริการในแผนกผู้ป่วยนอกและแผนกฉุกเฉินสำหรับพื้นที่เขตเมืองไทเป ประเทศไต้หวัน ในช่วงปี 2000 ถึง 2002 โดยวิเคราะห์แบบ Spatiotemporal รวมถึง Kriging Method และ Generalized Additive Model (GAM) ใช้ข้อมูลการวัดปริมาณมลพิษทางอากาศเก็บรวบรวมจากสถานีบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม 11 แห่ง เป็นรายชั่วโมง ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) และก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ร่วมกันกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิและจุดน้ำค้าง สำหรับข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในแผนกผู้ป่วยนอกและแผนกฉุกเฉินจากโรงพยาบาลในเขตเมืองไทเปเท่านั้น ที่มีประวัติวินิจฉัยว่าเป็นโรคหืด โดยใช้ ICD-9 รหัส 493.0 – 493.2 และ 493.9 ได้รับข้อมูลจากสำนักงานประกันสุขภาพแห่งชาติ ผลการวิเคราะห์พบว่า โดยทั่วไปเด็กอายุ 0-15 ปี มีจำนวนมากที่สุดของการเข้ารับการรักษาด้วยโรคหืด การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของ PM<sub>10</sub> NO<sub>2</sub> O<sub>3</sub> และ SO<sub>2</sub> เห็นได้ชัด และพบว่า SO<sub>2</sub> มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจุดน้ำค้าง ( $r = 0.17$ ,  $p < 0.01$ ) และอุณหภูมิ ( $r = 0.22$ ,  $p < 0.01$ ) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษ เพิ่มขึ้น 10 µg/m<sup>3</sup> ใน NO<sub>2</sub> จำนวนผู้ป่วยโรคหืดที่เข้ารับการรักษาในแผนกผู้ป่วยนอก จะเพิ่มขึ้น 0.30% (95% CI: 0.16%~0.45%) สำหรับการเข้ารับการรักษาในแผนกฉุกเฉิน คือ สองวันหลังจากการสัมผัสกับ PM<sub>10</sub> มีอิทธิพลมากที่สุด โดยเพิ่มขึ้น 0.14% (95% CI: 0.01%~0.28%)

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาาระบาดวิทยาวิทยาเชิงพื้นที่และเวลา เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลระหว่างปัจจัยด้านภูมิอากาศกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหัดในจังหวัดสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย ระหว่างปี 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

#### 3.1 รูปแบบของการวิจัย

บูรณาการโดยใช้วิธีการทางสถิติ Spatio-Temporal Analysis และ Time Series ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลัง Retrospective Research เพื่อนำเสนอผลตามวัตถุประสงค์

#### 3.2 ประชากรศึกษา

ประชากรในจังหวัดสงขลาทุกอายุ ที่อาศัยอยู่ในเขตรับผิดชอบและอยู่จริงในภูมิภาคสงขลา คือ การอาศัยอยู่ในพื้นที่หนึ่งนานเกิน 6 เดือน

#### 3.3 ขนาดตัวอย่าง

ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยหลักด้วยโรคหัดในทุกกลุ่มอายุที่เข้ามาใช้บริการรักษาพยาบาลเป็นผู้ป่วยนอกในสถานบริการสุขภาพภาครัฐทุกแห่ง สังกัดกระทรวงสาธารณสุข ในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา

#### 3.4 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีขนาดเนื้อที่เท่ากับ 7,550.6 ตารางกิโลเมตร แบ่งเขตการปกครองเป็น 16 อำเภอ 127 ตำบล 1,027 หมู่บ้าน ตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย อยู่ในพื้นที่ UTM zone 47 ระหว่างเส้นรุ้งที่ 6.3 องศาเหนือ ถึง 7.9 องศาเหนือ ระหว่างเส้นแวงที่ 100.1 องศาตะวันออก ถึง 101.1 องศาตะวันออก การศึกษาครั้งนี้ แปลงระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน เป็นระบบ UTM เพื่อจัดทำเส้นโครงแผนที่ขอบเขตเฉพาะจังหวัดสงขลา มาใช้ในการศึกษา



### 3.5 เกณฑ์การคัดเข้า

จำนวนผู้ป่วยรายวันได้รับการวินิจฉัยหลักด้วยโรคหืด จำแนกประเภทของโรค ICD-9-CM เท่ากับ 493 และได้รับการวินิจฉัยด้วยระบบ ICD-10 (International Classification of Diseases, Revision 10) ตามเกณฑ์ของ WHO (World Health Organization) <sup>[41]</sup> รหัสเป็น J45.XX และ J46.XX ในแต่ละครั้งที่มารับการรักษาพยาบาลเป็นผู้ป่วยนอกในหน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐทุกแห่งในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560

### 3.6 เกณฑ์การคัดออก

ผู้ป่วยโรคหืดที่อาศัยอยู่นอกเขตรับผิดชอบและทะเบียนบ้านไม่อยู่ในเขตรับผิดชอบของหน่วยงานบริการสุขภาพในสังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา หรือคนต่างด้าว

### 3.7 แสดงแนวคิดการเลือกฐานข้อมูลสุขภาพ



### 3.8 ที่มาของข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.8.1 ความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศ ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2556–2560) ประกอบด้วย

- 1) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) หน่วยเป็น ppb
- 2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) หน่วยเป็น ppb
- 3) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) หน่วยเป็น ppm
- 4) ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) หน่วยเป็น ppb
- 5) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) หน่วยเป็น  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 6) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) หน่วยเป็น  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ได้ทำหนังสือขอข้อมูลจากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ได้แก่ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศขนาดใหญ่ และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศวัดเชิงศรี (โครงการโรงไฟฟ้า) อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา เนื่องจากจังหวัดสงขลา มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 2 แห่ง เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าบนสมมติฐานที่ว่าจุดที่ยังไม่ทราบค่า นั้น ควรมีอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าจุดควบคุมที่อยู่ไกล ดังนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลของจังหวัดใกล้เคียงร่วม 5 แห่ง คือ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดยะลา สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดนราธิวาส สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดสตูล สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดสุราษฎร์ธานี และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดภูเก็ต บันทึกข้อมูลในลักษณะของ Electronic File ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2013 (\*.csv) เพื่อนำมาเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรม R

3.8.2 ลักษณะสภาพอากาศ ค่าเฉลี่ยรายวัน 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2556–2560) ประกอบด้วย

- 1) อุณหภูมิ หน่วยเป็น °C
- 2) ปริมาณน้ำฝน หน่วยเป็น mm
- 3) ความชื้นสัมพัทธ์ หน่วยเป็น percent
- 4) ความกดอากาศ หน่วยเป็น hPa
- 5) จุดน้ำค้าง หน่วยเป็น °C
- 6) ความเร็วลม หน่วยเป็น knots
- 7) ทิศทางลม หน่วยเป็น degrees
- 8) ทิศนวิสัย หน่วยเป็น km

ได้ทำหนังสือขอข้อมูลจากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออกจังหวัดสงขลา ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา สถานีอุตุนิยมวิทยาหาดใหญ่ สถานีอุตุนิยมวิทยาคอหงส์ และสถานีอุตุนิยมวิทยาสะเตา เนื่องจากจังหวัดสงขลามีสถานีอุตุนิยมวิทยา 4 แห่ง เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าบนสมมติฐานที่ว่าจุดที่ยังไม่ทราบค่า นั้น ควรมีอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าจุดควบคุมที่อยู่ไกล ดังนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลของจังหวัดใกล้เคียงรวม 4 แห่ง คือ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพัทลุง สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดสตูล สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดปัตตานี และสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดยะลา บันทึกข้อมูลในลักษณะของ Electronic File ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2013 (\*.csv) เพื่อนำมาเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรม R

3.8.3 จำนวนผู้ป่วยนอกรายวันได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคหืด 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2556–2560) ประกอบด้วย

1) ทะเบียนบุคคล (PID)	10) ศาสนา (RELIGION)
2) รหัสสถานบริการ (HOSPCODE)	11) อาชีพ (OCCUPATION)
3) วันที่ให้บริการ (DATE_SERV)	12) ระดับการศึกษา (EDUCATION)
4) ประเภทการวินิจฉัย (DIAGTYPE)	13) สถานะบุคคล (TYPEAREA)
5) รหัสโรคที่วินิจฉัย (DIAGCODE)	14) รหัสบ้าน (HID)
6) รหัสแผนกที่รับบริการ (CLINIC)	15) รหัสตำบล (TAMBON)
7) เพศ (SEX)	16) รหัสอำเภอ (AMPUR)
8) อายุ (AGE)	17) รหัสจังหวัด (CHANGWAT)
9) วันเกิด (BIRTH)	

ได้จากการทำหนังสืออนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) เขต 12 สงขลา บันทึกในลักษณะของ Electronic File ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2013 (\*.csv) เพื่อใช้วิเคราะห์ประมวลผลด้วยโปรแกรม R

3.8.4 จำนวนประชากรกลางปีทั้งหมดของชุมชนที่เสี่ยงต่อโรค จำแนกตามอายุและเพศ เป็นรายตำบล 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2556 – 2560) ได้จากการทำหนังสืออนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา บันทึกในลักษณะของ Electronic File ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2013 (\*.csv) เพื่อใช้วิเคราะห์ประมวลผลด้วยโปรแกรม R

3.8.5 ข้อมูลระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ เป็นระบบ UTM (Universal Transverse Mercator Projection) ประกอบด้วยข้อมูล พิกัดขอบเขตพื้นที่จังหวัด พิกัดขอบเขตพื้นที่อำเภอ พิกัดขอบเขตพื้นที่ตำบลดาว นี โหลด ข้อมูลจาก Global Administrative Areas

(<http://www.gadm.org>) บันทึกเป็น Shape File (\*.shp) เพื่อใช้วิเคราะห์ประมวลผลด้วยโปรแกรม R

### 3.9 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยโปรแกรม R โดยมี ice package และ epicalc package เป็น package พื้นฐาน

### 3.10 จริยธรรมในการศึกษาวิจัยและการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มผู้ที่เข้าร่วมการวิจัย

ทำหนังสือเพื่อขออนุญาตจากนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดสงขลา เพื่อนำข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดด้วยระบบ ICD-10 แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) จากหน่วยงานบริการสุขภาพในสังกัดสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลามาใช้ในงานวิจัยและนำเสนอข้อมูลในเชิงสถิติ ไม่มีการระบุตัวตนของกลุ่มตัวอย่าง

### 3.11 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 6 ส่วน ดังนี้

#### 3.11.1 การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

การตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลระดับความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศ ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงในแต่ละวัน และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ค่าเฉลี่ยรายวันในแต่ละเดือน ในระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธ.ค. 2560 เนื่องจากการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับอนุกรมเวลาไม่ควรมีค่าข้อมูลที่หายไป (missing value-NA) เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของข้อมูลสูญหาย จะเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นอย่างสุ่มจากค่าสังเกตทั้งหมด นั่นคือข้อมูลที่สูญหายเป็นอิสระจากตัวแปรต่างๆ เมื่อทำการตรวจสอบรูปแบบของข้อมูลสูญหายในชุดข้อมูล โดยการแบ่งกลุ่มเป็นข้อมูลปกติและข้อมูลสูญหาย ในกรณีนี้เมื่อทำการทดสอบจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างทั้งสองกลุ่มสำหรับตัวแปรต่างๆในฐานข้อมูล สำหรับสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลเกิดการสูญหายมีหลายกรณี เช่น อาจเกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องมือเสีย อุปกรณ์เกิดข้อบกพร่อง สภาพอากาศเลวร้าย เป็นต้น<sup>[42]</sup> ทั้งนี้จึงจำแนกข้อมูลสูญหายเป็นประเภท Missing completely at random (MCAR)

ดังนั้น หากพบมีค่าหายไปจะทำการประมาณเพื่อหาค่าใส่แทนค่าที่หายไป ด้วยวิธี imputation โดยปฏิบัติการการประมาณค่าด้วยชุดคำสั่งใน mice package<sup>[43]</sup> และการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของข้อมูลผู้ป่วยรายวันที่เข้ารับการรักษาพยาบาลเป็นผู้ป่วยนอกด้วยโรคหัดด้วยชุดคำสั่ง duplicated ใน R base package<sup>[44]</sup>

การคัดกรองคุณภาพข้อมูล ตัวแปรมลพิษอากาศ ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา และจำนวนผู้ป่วยโรคหืด โดย พิจารณาค่าที่ต่ำหรือสูงไปกว่าปกติ ด้วยวิธี  $\text{mean} \pm 3 * \text{standard deviation range}$  ด้วยชุดคำสั่ง ใน genesis package <sup>[45]</sup>

การปรับแก้ข้อมูลทิศทางลม <sup>[46]</sup> มีแนวทางดังนี้

- 1) เมื่อกำหนดให้ค่ามุม  $\alpha$  เท่ากับ 90
- 2) การปรับแก้ครั้งที่ 1 โดยนำค่าทิศทางลมจากการตรวจวัดจริง ลบ ค่ามุม  $\alpha$
- 3) การปรับแก้ครั้งที่ 2 ดังนี้
  - ถ้าทิศทางลมจากการปรับแก้ครั้งที่ 1  $< 0^{\circ}$  ; ทิศทางลมจากการปรับแก้ครั้งที่ 1 +  $360^{\circ}$
  - ถ้าทิศทางลมจากการปรับแก้ครั้งที่ 1  $> 360^{\circ}$  ; ทิศทางลมจากการปรับแก้ครั้งที่ 1 -  $360^{\circ}$
- 4) คำนวณค่า sine และ cosine ของทิศทางลมจากการปรับแก้ครั้งที่ 2

3.11.2 การประมาณค่าข้อมูลความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเชิงพื้นที่แบบ (Local Method) ด้วยวิธี Kriging

การตรวจวัดมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยาอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างสม่ำเสมอจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้งหมดในภาคใต้ 7 แห่ง และสถานีอุตุนิยมวิทยา 8 แห่ง ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียง ข้อมูลปัจจัยด้านภูมิอากาศได้ถูกจำกัดด้วยสถานที่ตั้งของพื้นที่ทำการตรวจสอบ ซึ่งไม่สามารถแสดงถึงรูปแบบเชิงพื้นที่ของศึกษาทั้งหมดได้ การแก้ไขเชิงพื้นที่ที่สามารถให้วิธีที่มีประสิทธิภาพในการสร้างรูปแบบพื้นที่สมบูรณ์เพื่อคาดการณ์ด้วยข้อมูลจากสถานีตรวจสอบแต่ละแห่ง ตามวัน ตั้งแต่ 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560 เป็นการทำนายค่าตัวเลขบริเวณที่ไม่มีข้อมูลเพื่อให้มีความต่อเนื่องของข้อมูลในพื้นที่ของการศึกษา

ดังนั้น spatial interpolation methods (Kriging) ถูกเลือกใช้ในการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่จากค่าถ่วงน้ำหนัก โดยค่าถ่วงน้ำหนักได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ข้อมูลทุกคู่ที่จัดบันทึกได้ ณ สถานีตรวจอากาศสองสถานีที่ห่างกันเป็นระยะทางต่างๆ ทุกคู่สถานีในพื้นที่ศึกษา และแสดงความสัมพันธ์ในรูปวาริโอแกรม และใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อนำไปประมาณค่าข้อมูลจุด ณ ตำแหน่งใดๆในพื้นที่ศึกษา โดยค่าสถิติที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคือ semivariance

การคำนวณโดยสมการ Kriging <sup>[47]</sup> ดังนี้

$$\gamma(h) = \frac{1}{2M(h)} \sum_{i=1}^{M(h)} \{Z(x_i) - Z(x_i + h)\}^2$$

เมื่อ

$\gamma(h)$  คือ ค่าประมาณเซมิวาเรียนซ์ (semivariance) กับระยะทาง (lag distance) ที่มีทิศทาง

$h$  คือ ระยะทางระหว่างจุดที่ทราบค่าข้อมูล (lag)

$z(x)$  คือ ค่าของตัวแปร  $z$  ที่ตำแหน่ง  $x$

$z(x+h)$  คือ ค่าของตัวแปร  $z$  ที่ตำแหน่ง  $x+h$

$x+h$  คือ แยกออกจากกันโดย  $h$

$M(h)$  คือ จำนวนคู่ของการเปรียบเทียบ

โดยปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน geoR package, geoRglm package และ gstat package <sup>[48]</sup> เป็น package พื้นฐาน

3.11.3 การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดกับปัจจัยทางมลพิษอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา โดยวิธี Changepoint Analysis of Time Series

เนื่องจากความแปรปรวนของปัจจัยภูมิอากาศมีความซับซ้อนอาจจะเป็นเรื่องยากที่จะระบุจุดเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าตัวแปรภูมิอากาศในระยะยาวมีการเปลี่ยนแปลงกะทันหันหลายแบบและไม่เป็นเชิงเส้น เพื่อทำการตรวจสอบลักษณะการเปลี่ยนแปลงชุดข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรภูมิอากาศ สามารถช่วยให้เห็นพฤติกรรมของชุดข้อมูลที่มีปัญหา changepoint เดียวและขยายไปหลาย changepoints การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นสิ่งที่สำคัญในหลายพื้นที่ที่แตกต่างกันของสภาพอากาศและมลพิษทางอากาศ สำหรับการทดสอบเพื่อแสดงข้อมูลว่ามี changepoints อยู่กี่จุดและประมาณค่าของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละส่วน ดังนี้

การคำนวณโดยสมการ Multiple changepoint detection <sup>[49]</sup> ดังนี้

$$\sum_{i=1}^{m+1} [C(y_{(\tau_{i-1} + 1):\tau_i})] + \beta f(m)$$

เมื่อสมมติว่ามีลำดับของข้อมูล  $y_{1:n} = (y_1, \dots, y_n)$  และแบบจำลองจะมีจำนวนของ changepoint คือ  $m$  พร้อมกับตำแหน่งที่สร้างขึ้น  $\tau_{1:m} = (\tau_1, \dots, \tau_m)$  แต่ละตำแหน่งของ changepoint เป็นจำนวนเต็มระหว่าง 1 และ  $n - 1$  รวมอยู่ด้วย

กำหนดให้  $\tau_0 = 0$  และ  $\tau_{m+1} = n$  และสมมติ changepoint มีการกำหนดให้  $\tau_i < \tau_j$  และเฉพาะในกรณีที่  $i < j$  ดังนั้น  $m$  changepoint จะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ  $m + 1$  กลุ่ม โดยปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน changepoint package <sup>[50]</sup>

### 3.11.4 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ใช้สัญลักษณ์  $r_s$  เป็นวิธีที่ใช้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อมูล 2 ชุด ข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1. ตัวแปรหรือข้อมูลทั้ง 2 ชุด อยู่ในมาตราจัดอันดับ หรืออาจเป็นอันตรภาค หรือมาตราอัตราส่วน แล้วนำมาเรียงอันดับก็ได้
2. ข้อมูลในแต่ละชุดจะต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน สำหรับการแจกแจงของข้อมูลไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน คำนวณโดยสมการ <sup>[51]</sup> ดังนี้

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

เมื่อ  $r_s$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน

$\sum D^2$  คือ ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของอันดับคะแนนแต่ละคู่

$N$  คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

โดยปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน corrplot package <sup>[52]</sup>

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม  $Y$  จำนวน 1 ตัวแปร และตัวแปรอิสระ  $X$  จำนวน 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยที่มีความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ <sup>[53]</sup> ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + e$$



- โดยที่  $Y$  คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)  
 $X$  คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)  
 $\beta_0$  คือ เป็นระยะตัดแกน  $y$  หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย  
 $\beta_1 - \beta_n$  คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ตัวที่ 1 ถึงตัว  
 ที่  $n$   
 $e$  คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

โดยที่ค่า  $\beta_i$  เป็นค่าที่แสดงว่าเมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไป 1 หน่วยจะทำให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด ขณะที่ตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ มีค่าคงที่ การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามที่เป็นจำนวนนับนั้น ประมวลการโดย Generalized linear model (GLM) ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบพิวซอง สำหรับข้อมูลแจกนับ (Poisson Regression for count)

การคำนวณโดยสมการ Poisson Regression <sup>[54]</sup> ดังนี้

$$f(y; \mu) = \frac{\exp(-\mu) \mu^y}{y!}$$

โดยที่  $g(\mu) = \log(\mu)$  ส่งผลให้ความสัมพันธ์เข้าสู่ระบบเชิงเส้นตรงระหว่างค่าเฉลี่ยและและตัวทำนายเชิงเส้น ปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน stats package <sup>[55]</sup>

3.11.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่ติดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ โดยวิธี Generalized Additive Models and Nonparametric Smoothing Method (Cubic Smoothing Spline)

การวิเคราะห์ข้อมูลนี้เป็นแบบ Time-series Analysis วิธีการทางสถิติที่ใช้คือ Poisson Regression with Generalized Additive model (GAM) <sup>[56]</sup> ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติที่นิยมใช้วิเคราะห์ตัวแปรค่าต่อเนื่อง (Continuous Variables) สำหรับการศึกษาอนุกรมเวลาของมลพิษทางอากาศกับผลกระทบต่อสุขภาพ การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการสัมผัสในสามด้าน คือ บุคคล (Personal Exposure) ช่วงเวลา (Temporal Exposure) และเชิงพื้นที่ (Spatial Exposure) โดยตัวแปรตามคือ จำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ตัวแปรอิสระคือ ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) และก๊าซโอโซน ( $O_3$ )

นอกจากนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสมลพิษทางอากาศกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดมีตัวแปรหลายตัวและมีความซับซ้อน เนื่องจาก GAMs จะรวมค่าความสัมพันธ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งโมเดลอื่นๆ หากมีตัวแปรอิสระจำนวนมาก จะทำให้มีความผันแปร (Variance) ของค่าประมาณการสูง โดย GAMs จะตัดปัญหานี้ออกไปเนื่องจากใช้ Multivariate Poisson Regression Model เพื่อควบคุมตัวแปรต่างๆ ด้วย โดยมีการควบคุมตัวแปรสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ จุดน้ำค้าง ความเร็วลม ทิศทางลม ทิศนะวิสัย และตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ วันประจำสัปดาห์ วันหยุด จำนวนวันที่ศึกษา และจำนวนประชากร

ทั้งนี้การปรับให้เรียบเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามระดับกลุ่มและตัวแปรอิสระวิธีการทางสถิติที่ใช้คือ Nonparametric Smoothing Method (Cubic Smoothing Spline) <sup>[57]</sup> วิธีนี้สามารถใช้ได้ดีในการควบคุมตัวแปรด้านเวลาเพราะมักมีความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเส้นตรง ดังนั้นการวิเคราะห์จะมีสองตัวแบบที่ถูกนำมาใช้เมื่อต้องการประเมินความสัมพันธ์ของตัวแปรตอบสนองและตัวแปรอิสระ และใช้สำหรับการพยากรณ์ การอนุมาน และการทดสอบสมมติฐาน

ลักษณะมาตรฐานของตัวแบบ <sup>[56]</sup> คือ

$$Y_{itd} \sim \text{Poisson}(\mu_{itd})$$

สำหรับการสร้างตัวแบบการถดถอย เมื่อกำหนดให้

ตัวแบบที่ 1 (Model 1) เป็น Single Pollutant Model คำนวณโดยสมการ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Log}(\mu_{itd}) = & \beta_0 + \beta_1 X_{\text{weekend}} + \beta_2 X_{\text{holidays}} + \beta_3 X_{\text{weekday}} + \\ & S1(X_{\text{temperature}}) + S2(X_{\text{rain}}) + S3(X_{\text{humidity}}) + S4(X_{\text{wind speed}}) + \\ & S5(X_{\text{Sin(wind direction)}}) + S6(X_{\text{Cos(wind direction)}}) + S7(X_{\text{air pressure}}) + \\ & S8(X_{\text{dewpoint}}) + S9(X_{\text{visibility}}) + S10(X_{\text{population}}) + \\ & S11(X_{\text{timeseries}}) + S12(X_{\text{onepollutant}}) \end{aligned}$$

ตัวแบบที่ 2 (Model 2) เป็น Six Pollutant Model คำนวณโดยสมการ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Log}(\mu_{itd}) = & \beta_0 + \beta_1 X_{\text{weekend}} + \beta_2 X_{\text{holidays}} + \beta_3 X_{\text{weekday}} + \\ & S1(X_{\text{temperature}}) + S2(X_{\text{rain}}) + S3(X_{\text{humidity}}) + S4(X_{\text{wind speed}}) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& S5(X_{\sin(\text{wind direction})}) + S6(X_{\cos(\text{wind direction})}) + S7(X_{\text{air pressure}}) + \\
& S8(X_{\text{dewpoint}}) + S9(X_{\text{visibility}}) + S10(X_{\text{population}}) + \\
& S11(X_{\text{timeseries}}) + S12(X_{\text{SO}_2}) + S13(X_{\text{NO}_2}) + S14(X_{\text{CO}}) + \\
& S15(X_{\text{PM}_{10}}) + S16(X_{\text{PM}_{2.5}}) + S17(X_{\text{O}_3})
\end{aligned}$$

ตัวแบบที่ 3 (Model 3 / Final model) เป็นการหาแบบจำลองความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแปรชนิด Backward Stepwise Multiple Regression ด้วย Akaike Information Criterion:  $AIC = 2k - 2 \log L = 2k + \text{Deviance}$ , where  $k$  = number of parameters ที่ให้ค่าต่ำที่สุด ในที่นี้ได้ดำเนินการพิจารณาตัวแบบโดย Generalized Linear Regression Model<sup>[58]</sup>

กำหนดให้

$i=1,2,3,\dots,16$  (16 districts),  $t=2013,2014,2015,2016,2017$ (year),  $d=1,2,\dots,1825$ (day).

$Y_{itd}$  : Daily asthma outpatient visits in each district.

$\mu_{itd}$  : Daily average asthma outpatient visits in each district.

$X_{\text{weekend}}$  : weekend/Non-Weekend

$X_{\text{holidays}}$  : Thai holidays and observatories.

$X_{\text{weekday}}$  : Weekly cycle, from Monday to Sunday.

$X_{\text{population}}$  : Population in age groups in each district.

$X_{\text{temperature}}$  : Daily average temperature in each district.

$X_{\text{rain}}$  : Daily average rain in each district.

$X_{\text{humidity}}$  : Daily average relative humidity in each.

$X_{\text{wind speed}}$  : Daily average wind speed in each district.

$X_{\text{wind direction}}$  : Daily average wind direction in each district.

$X_{\text{air pressure}}$  : Daily average air pressure in each district.

$X_{\text{dewpoint}}$  : Daily average dewpoint in each district.

$X_{\text{visibility}}$  : Daily average visibility in each district.

$X_{\text{timeseries}}$  : Daily cycle, from first day to the last day in the study period (1,2,...,1825).

$X_{\text{onepollutant}}$  : Only one estimated daily average concentration of pollutant in each district.

$X_{\text{PM}_{10}}, X_{\text{PM}_{2.5}}, X_{\text{SO}_2}, X_{\text{CO}}, X_{\text{NO}_2}, X_{\text{CO}_3}$  : Six estimated daily average concentration of pollutants in each district.

S1-S16 : Smoothing function (Cubic smoothing Spline)

การนำเสนอผลวิเคราะห์แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วย โรคฮิตกับปริมาณสารมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดแยกจากกันที่ Lag time ต่างๆ แบ่งออกเป็นสองส่วน มีดังนี้

ส่วนแรกคือ ผลกระทบที่ได้รับจากมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ในจังหวัดสงขลา นำเสนอเป็น เปอร์เซ็นต์การป่วยที่เพิ่ม (Increased risk) การคำนวณโดยสมการ<sup>[59]</sup>

$$\text{Percentage increase} = 100 * \{ \exp ( 0.1 * \bar{C}_i * \hat{S}_i ) - 1 \}$$

เมื่อ  $\bar{C}_i$  คือ ปริมาณระดับความเข้มข้นสารมลพิษเฉลี่ยในจังหวัดสงขลา ประมาณค่าโดยวิธี Kriging

$\hat{S}_i$  คือ Coefficients จากฟังก์ชัน lag models ของ GAMs โดยแต่ละตำบลนำมาใช้เพื่อการปรับให้เรียบพอดีกับเส้นโค้ง

i คือ รหัสตำบล 1,2,3,...,16 (16 อำเภอ)

0.1 คือ พารามิเตอร์คงที่เพื่อประเมินผลกระทบของมลพิษ

$$95\% \text{ confidence interval (95\% CI)} = \bar{S} \pm 1.96 * \text{se}(\bar{S})$$

เมื่อ  $\text{se}(\bar{S})$  คือ standard error ของ  $\bar{S}$

โดยปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน mgcv package<sup>[60,61]</sup>

ส่วนที่สองคือ ผลกระทบที่ได้รับจากมลพิษทางอากาศต่อกลุ่มประชากรในจังหวัดสงขลา นำเสนอเป็น ความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk, RR)

Distributed lag non-linear models เป็นเครื่องมือทางสถิติสำหรับแบบจำลองที่ไม่ใช่เชิงเส้น และการอ้างอิง lagged exposures กำหนดโดยฟังก์ชัน cross-basis การคำนวณโดยสมการ<sup>[62]</sup>

$$s(q_{i,t}) = s(x_{i,t-l_0}, \dots, x_{i,t-L}) = \sum_{l=l_0}^L f * w(x_{i,t-l}, l)$$

ประกอบด้วย  $f(x)$  เป็นฟังก์ชันการตอบสนองต่อการสัมผัส และ  $w(l)$  เป็นฟังก์ชันการตอบสนองต่อความล่า เมื่อ  $l = [l_0, \dots, L]^T$  เป็นรูปแบบโครงสร้างความล่า

การกำหนดพารามิเตอร์ของ  $f$  และ  $w$  ได้มาจากการประยุกต์ใช้การแปลงพื้นฐานกับเวกเตอร์  $q_{i,t}$  และ  $l$  ดังนั้นการผลิตเมทริกซ์พื้นฐานส่วนเพิ่ม  $R_{i,t}$  และ  $C$  ด้วยขนาด  $(L - l_0 + 1) * v_x$  และ  $(L - l_0 + 1) * v_l$  ตามลำดับ

สำหรับการตีความนำเสนอเป็น เปอร์เซ็นต์การป่วยที่เพิ่ม (Increased risk) การคำนวณโดยสมการ

$$\text{Increased risk} = \text{RR} - 1 * 100\%$$

โดยปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน `dlnm` package และ `mgcv` package<sup>[63]</sup>

3.11.6 สร้างแผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหัดในจังหวัดสงขลา โดยวิธี Spatio-temporal Analysis

การสร้างและแสดงแผนที่ที่แสดงถึงระดับความรุนแรงข้อมูลผู้ป่วยที่เกิดขึ้นในพื้นที่สร้างจากค่าประมาณอัตราเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหัด<sup>[64]</sup> ในจังหวัดสงขลา ถูกคำนวณในแต่ละตำบล 127 แห่ง โดยทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงแบ่งออกเป็นรายปี คือ ปี 2556 ปี 2557 ปี 2558 ปี 2559 และปี 2560 และสำหรับระยะเวลา 5 ปี คือ 2556-2560 สามารถทำได้โดยการใช้วิธีของ Bayesian model-based เพื่อประมาณการความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แฝงระหว่างพื้นที่ใกล้เคียงเนื่องจากความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของปัจจัยเสี่ยง โดยใช้ข้อกำหนดทางสถิติ Integrated Nested Laplace Approximation (INLA) อนุমানค่าเพื่อให้มีการจำลองตามรูปแบบ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ที่จำเป็นสำหรับ Bayesian integrations<sup>[65]</sup> การศึกษาครั้งนี้ สร้างโครงสร้างพิกัดทางภูมิศาสตร์เฉพาะจังหวัดสงขลา ประกอบด้วย ขอบเขตจังหวัด ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตตำบล และขอบเขตทะเลสาบ มาตราส่วน เป็นระบบ UTM จาก Shape file ของ Global Administrative Areas สำหรับแต่ละตำบลได้ถูกกำหนดให้เป็นจุดศูนย์กลางทางภูมิศาสตร์ที่กำหนดไว้ จุดศูนย์กลางถูกกำหนดเป็นพิกัดค่ามัธยฐานจากขอบเขตของแต่ละตำบล เพื่อให้ทุกช่วงเวลาเปรียบเทียบกันได้ มีการสร้างมาตราส่วนสัมพันธ์สม่ำเสมอกับเล็กระดับสี่มมเหมือนกันสำหรับแผนที่ทั้งหมด

โดยปฏิบัติการการประมาณค่า ด้วยชุดคำสั่งใน `INLA` package<sup>[66]</sup>

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผลการศึกษาเรื่อง การศึกษาระบาดวิทยาเชิงพื้นที่และเวลาของการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยโรคหืดกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในจังหวัดสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย โดยนำเสนอผลการศึกษารายงตามลำดับดังนี้

- 4.1 ข้อมูลทั่วไปของประชากรที่ศึกษา
- 4.2 การกระจายของข้อมูลระดับสารมลพิษอากาศและข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา
- 4.3 การวิเคราะห์แนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดและปัจจัยด้านภูมิอากาศ
  - 4.3.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด
  - 4.3.2 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ
  - 4.3.3 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา
- 4.4 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด
  - 4.4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด
    - 4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560
    - 4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557
    - 4.4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560
    - 4.4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560
  - 4.4.2 ความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) ของพารามิเตอร์อุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด

- 4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560
- 4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557
- 4.4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560
- 4.4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560
- 4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในแต่ละการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศเชิงพื้นที่ในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ
  - 4.5.1 ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ
    - 4.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560
    - 4.5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557
    - 4.5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560
    - 4.5.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560
  - 4.5.2 ผลกระทบในกลุ่มประชากรสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ
    - 4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560
    - 4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557
    - 4.5.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560
    - 4.5.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560
- 4.6 แผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา
- 4.7 แผนที่การประมาณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในจังหวัดสงขลา

#### 4.1 ข้อมูลทั่วไปของประชากรที่ศึกษา

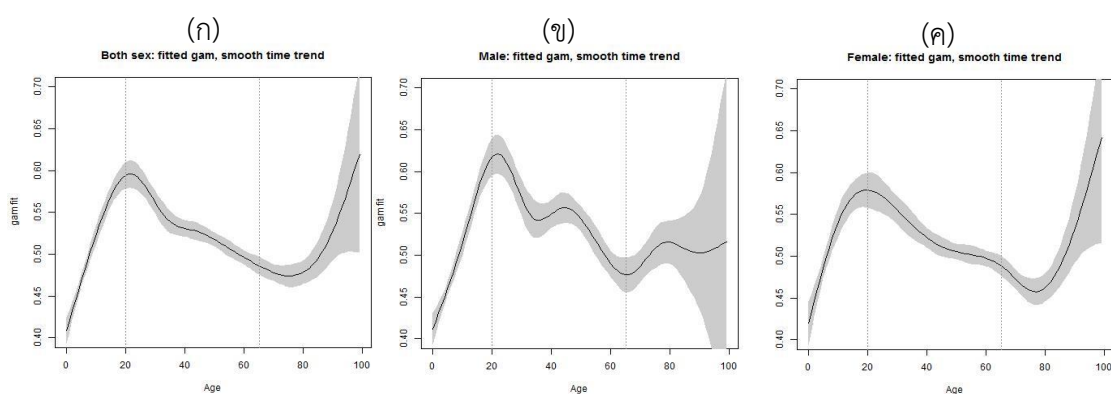
การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาข้อมูลทุติยสำหรับจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดจากระบบสารสนเทศด้านข้อมูลสุขภาพจังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2560 มีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 36,761 คน เป็นเพศชาย 17,000 คน (ร้อยละ 46.24) เพศหญิง 19,761 คน (ร้อยละ 53.76) เมื่อพิจารณาแยกช่วงอายุพบว่า ช่วงอายุที่พบสูงสุดคือช่วงอายุ 20-64 ปี จำนวน 15,467 คน (ร้อยละ 42.07) รองลงมาคือ ช่วงอายุ 0-19 ปี จำนวน 15,314 คน (ร้อยละ 41.66) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป จำนวน 5,980 คน (ร้อยละ 16.27) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.1

สำหรับค่าประมาณอัตราป่วยสำหรับจังหวัดสงขลาในภาพรวม พบว่ามีการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหืดจำนวน 250,127 ครั้ง คิดเป็นอัตราป่วย 448.86 ต่อประชากรหมื่นคน แยกเป็นเพศชายจำนวน 97,235 ครั้ง คิดเป็นอัตราป่วย 361.79 ต่อประชากรหมื่นคน และเพศหญิง จำนวน 152,892 ครั้ง คิดเป็นอัตราป่วย 529.97 ต่อประชากรหมื่นคน เมื่อพิจารณาแยกช่วงอายุ พบว่า อัตราการป่วยด้วยโรคหืดสูงสุดในกลุ่มวัยผู้สูงอายุ 64 ปีขึ้นไป รองลงมาคือ วัยเด็กในช่วงอายุ 0-19 ปี และวัยผู้ใหญ่ในช่วงอายุ 20-64 ปี ตามลำดับ และมีแนวโน้มผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปี โดยที่อัตราป่วยจากปี 2556 ที่มีเพียง 423.97 ต่อประชากรหมื่นคน และสูงขึ้นเป็น 474.80 ต่อประชากรหมื่นคน ในปี 2560 เมื่อแยกรายพื้นที่ครอบคลุม 16 อำเภอ ทั้งหมด 127 ตำบล พบว่าอำเภอที่มีอัตราป่วยสูงสุดห้าอำเภอแรก คือ อำเภอเมืองสงขลา อัตราป่วยเท่ากับ 622.70 ต่อประชากรหมื่นคน รองลงมาคือ อำเภอหาดใหญ่, อำเภอรัตภูมิ, อำเภอนาหม่อม, อำเภอบางกล่ำ อัตราป่วยเท่ากับ 545.72, 539.01, 504.54, 501.76 ต่อประชากรหมื่นคน ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.2



ตาราง 4.1 ลักษณะและการกระจายของผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคหืด แยกประเภทย่อยของเพศและช่วงอายุ ในจังหวัดสงขลา จำนวน 1825 วัน

ตัวแปร	จำนวนผู้ป่วย (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย เรขาคณิต	จำนวนครั้งการวินิจฉัย				
				Min	25 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	75 <sup>th</sup>	Max
<b>ทั้งหมด</b>	36,761	6.79 $\pm$ 10.09	3.25	1	1	2	8	279
<b>เพศ</b>								
ชาย	17,000 (46.24)	5.72 $\pm$ 8.50	2.92	1	1	2	7	174
หญิง	19,761 (53.76)	7.72 $\pm$ 11.20	3.56	1	1	3	10	279
<b>ช่วงอายุ</b>								
0-19 ปี	15,314 (41.66)	4.88 $\pm$ 6.69	2.71	1	1	2	6	117
20-64 ปี	15,467 (42.07)	7.83 $\pm$ 11.67	3.57	1	1	3	10	279
64 ปีขึ้นไป	5,980 (16.27)	7.70 $\pm$ 10.34	3.63	1	1	3	11	111



ภาพ 4.1 แสดงแนวโน้มรายอายุของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด สำหรับ (ก) อายุในประชากรทั้งหมด, (ข) อายุในประชากรเพศชาย และ (ค) อายุในประชากรเพศหญิง

จากภาพที่ 4.1 เมื่อพิจารณาแนวโน้มการเกิดโรคหืดในประชากรทั้งหมด พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงอายุ 0-20 ปี เริ่มลดลงในช่วงอายุ 21-80 ปี และกลับมาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงอายุมากกว่า 80 ปีขึ้นไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแบ่งช่วงอายุในประชากรเพศชายและเพศหญิงออกเป็นสามกลุ่มดังนี้ วัยเด็กในช่วงอายุ 0-19 ปี, วัยผู้ใหญ่ในช่วงอายุ 20-64 ปี และวัยผู้สูงอายุ 64 ปีขึ้นไป

ตาราง 4.2 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยด้วยโรคหืด ในจังหวัดสงขลาระหว่างปี 2556 ถึง 2560

ตัวแปร	จำนวนครั้งการวินิจฉัย (ร้อยละ)	จำนวนประชากร	อัตราป่วยต่อประชากร 10,000 คน
<b>ทั้งหมด</b>	250,127	5,572,488	448.86
<b>เพศ</b>			
ชาย	97,235 (38.9)	2,687,572	361.79
หญิง	152,892 (61.1)	2,884,916	529.97
<b>ช่วงอายุ</b>			
0-19	74,752 (29.9)	1,642,785	455.03
20-64	123,421 (49.3)	3,405,572	362.41
64 ปีขึ้นไป	51,954 (20.8)	524,131	991.24
<b>ปี</b>			
2556	46,670 (18.7)	1,100,790	423.97
2557	46,104 (18.4)	1,102,397	418.22
2558	51,554 (20.6)	1,115,835	462.02
2559	52,365 (20.9)	1,128,076	464.20
2560	53,434 (21.4)	1,125,390	474.80
<b>อำเภอ</b>			
อำเภอเมืองสงขลา	39,620 (15.8)	636,257	622.7
อำเภอหาดใหญ่	74,863 (29.9)	1,371,814	545.7
อำเภอรัตนภูมิ	16,987 (6.8)	315,152	539
อำเภอนาหม่อม	5,200 (2.1)	103,064	504.5
อำเภอบางกล่ำ	6,660 (2.7)	132,733	501.8
อำเภอควนเนียง	5,983 (2.4)	133,414	448.5
อำเภอระโนด	11,919 (4.8)	273,432	435.9
อำเภอนาทวี	11,968 (4.8)	294,815	406
อำเภอเทพา	13,323 (5.3)	335,949	396.6
อำเภอสทิงพระ	7,788 (3.1)	196,500	396.3
อำเภอคลองหอยโข่ง	3,946 (1.6)	102,824	383.8
อำเภอสิงหนคร	12,835 (5.1)	356,010	360.5
อำเภอกระแสสินธุ์	2,237 (0.9)	63,971	349.7
อำเภอจะนะ	15,873 (6.3)	463,995	342.1
อำเภอสะเดา	12,334 (4.9)	444,209	277.7
อำเภอสะบ้าย้อย	8,591 (3.4)	348,349	246.6

#### 4.2 การกระจายของข้อมูลระดับสารมลพิษอากาศและข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ของระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นข้อมูลการตรวจวัดระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2560 (รวม 1825 วัน) ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตาราง 4.3 สถิติเชิงพรรณนาสำหรับข้อมูลความเข้มข้นมลพิษทางอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดสงขลา จำนวน 1825 วัน

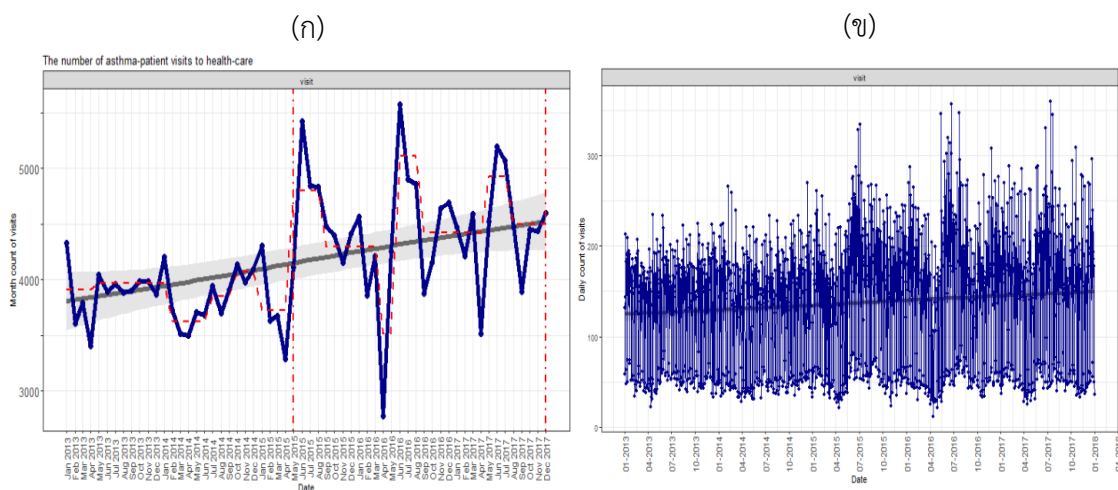
ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	เปอร์เซ็นต์ไทล์				
		Min	25 <sup>th</sup>	50 <sup>th</sup>	75 <sup>th</sup>	Max
<b>ความเข้มข้นสารมลพิษ</b>						
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	31.28 $\pm$ 10.76	13.73	24.66	28.96	35.69	182.09
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17.61 $\pm$ 7.23	5.40	12.15	16.54	21.53	51.12
NO <sub>2</sub> (ppb)	6.71 $\pm$ 2.13	1.87	5.30	6.34	7.75	20.70
SO <sub>2</sub> (ppb)	1.97 $\pm$ 0.86	0.11	1.38	1.85	2.43	7.28
O <sub>3</sub> (ppb)	22.75 $\pm$ 8.83	7.68	16.28	20.88	27.51	65.21
CO (ppm)	0.47 $\pm$ 0.11	0.24	0.40	0.46	0.52	1.19
<b>ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา</b>						
อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )	27.84 $\pm$ 1.1	23.89	27.14	27.87	28.64	31.14
ปริมาณน้ำฝน (mm)	5.88 $\pm$ 11.42	0.00	0.08	1.90	7.24	161.44
ความชื้นสัมพัทธ์ (percent)	80.55 $\pm$ 5.06	64.02	76.67	80.34	84.04	97.00
ความกดอากาศ (hPa)	1008.88 $\pm$ 1.85	1003.83	1007.59	1008.75	1010.04	1015.00
จุดน้ำค้าง ( $^{\circ}\text{C}$ )	23.72 $\pm$ 0.9	18.14	23.36	23.90	24.33	25.40
ความเร็วลม (knots)	13.12 $\pm$ 3.28	7.00	11.29	12.86	14.43	108.43
ทิศทางลม (degrees)	155.42 $\pm$ 77.91	35.71	81.43	137.14	238.57	300.00
ทัศนวิสัย (km)	9.25 $\pm$ 0.87	1.14	9.00	9.43	9.71	10.57

จากตารางที่ 4.3 แสดงการกระจายของข้อมูลความเข้มข้นมลพิษทางอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2560 (รวม 1825 วัน) พบว่า PM<sub>10</sub> เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 31.28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  โดยมีค่าเฉลี่ยรายวันสูงสุดเท่ากับ 182.09

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  และ  $\text{PM}_{2.5}$  เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ  $17.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  โดยมีค่าเฉลี่ยรายวันสูงสุดเท่ากับ  $51.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  และค่าเฉลี่ยรายวันของ  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$  และ  $\text{CO}$  มีค่าเท่ากับ 6.71 ppb, 1.97 ppb, 22.75 ppb และ  $\text{CO}$  0.47 ppm ตามลำดับ ในส่วนของค่าอนุกรมวิธาน ประกอบด้วย อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, ความกดอากาศ, จุดน้ำค้าง, ความเร็วลม, ทิศทางลม และทัศนวิสัย พบว่า ทั้งค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นลักษณะการกระจายของข้อมูลเป็นแบบปกติ

#### 4.3 การวิเคราะห์แนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดและปัจจัยด้านภูมิอากาศ

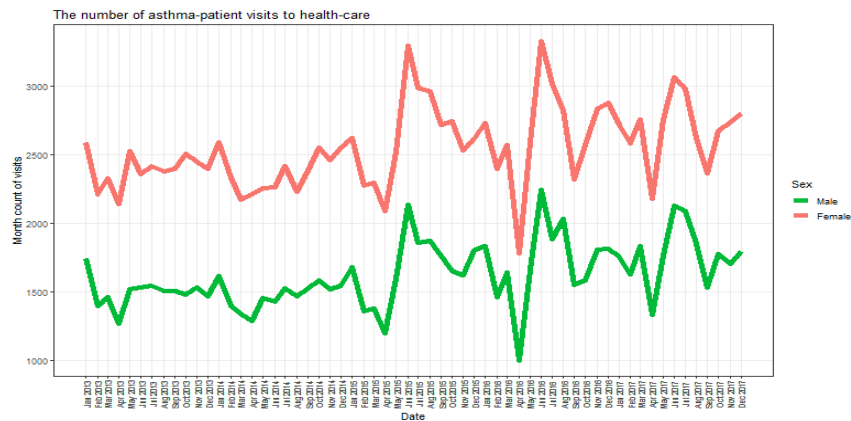
##### 4.3.1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด



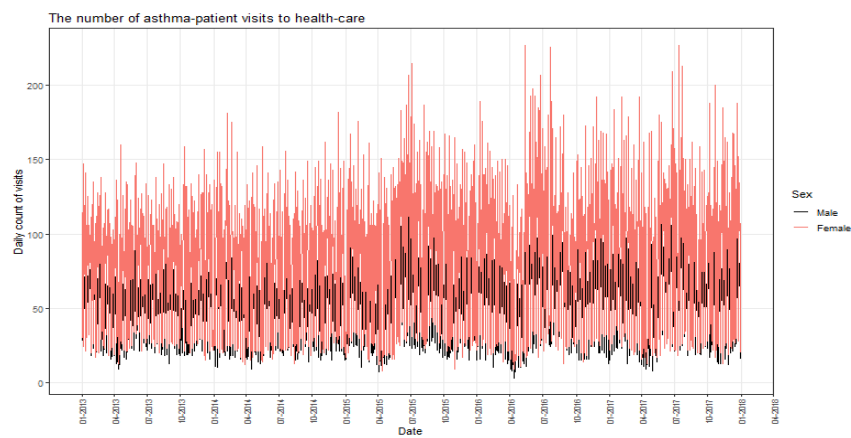
ภาพ 4.2 จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดทุกอายุ สำหรับ (ก) อนุกรมเวลารายเดือนและการประมาณค่าจุดเปลี่ยนแปลง, (ข) อนุกรมเวลารายวัน

จากภาพที่ 4.2 (ก) นำเสนอรูปแบบตามฤดูกาลของเหตุการณ์วินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดที่เกิดขึ้นสำหรับประชากรทุกอายุในจังหวัดสงขลา พบว่า ลักษณะของการเจ็บป่วยเชิงระบาดวิทยาในภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเปลี่ยนไปตามกาลเวลาตลอดในช่วงเวลาที่ศึกษา เมื่อประมาณค่าจุดเปลี่ยนแปลง สามารถแบ่งตามช่วงระยะเวลาตามเส้นปะแนวตั้งออกได้เป็นสองช่วง คือ ช่วงแรกในปี 2556-2557 สังเกตเห็นว่าการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2556 ถึงเดือนมกราคม 2557 เฉลี่ยอยู่ที่ 3,970 ครั้ง และสูงสุดในเดือนตุลาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2557 เฉลี่ยอยู่ที่ 4,070 ครั้ง และช่วงที่สองระยะเวลาในปี 2558, 2559 และ 2560 พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน ซึ่งจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกจะเพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม, มิถุนายน และกรกฎาคม มีจำนวนเฉลี่ยครั้งต่อเดือนเท่ากับ 4,804, 5113, และ 4,929 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะทางระบาดวิทยาเชิงพื้นที่ในจำนวนผู้ป่วยรายบุคคลที่เข้ารับการรักษา รายวันในหน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐ ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา ซึ่งครอบคลุม 16 อำเภอ ทั้งหมด 127 ตำบล พบว่า มีผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดจากการเข้ารับบริการรักษาพยาบาลในเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมของปี 2558-2560 มีจำนวนสูงสุดคือ 250-360 รายต่อวัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในภาพที่ 4.2 (ข)



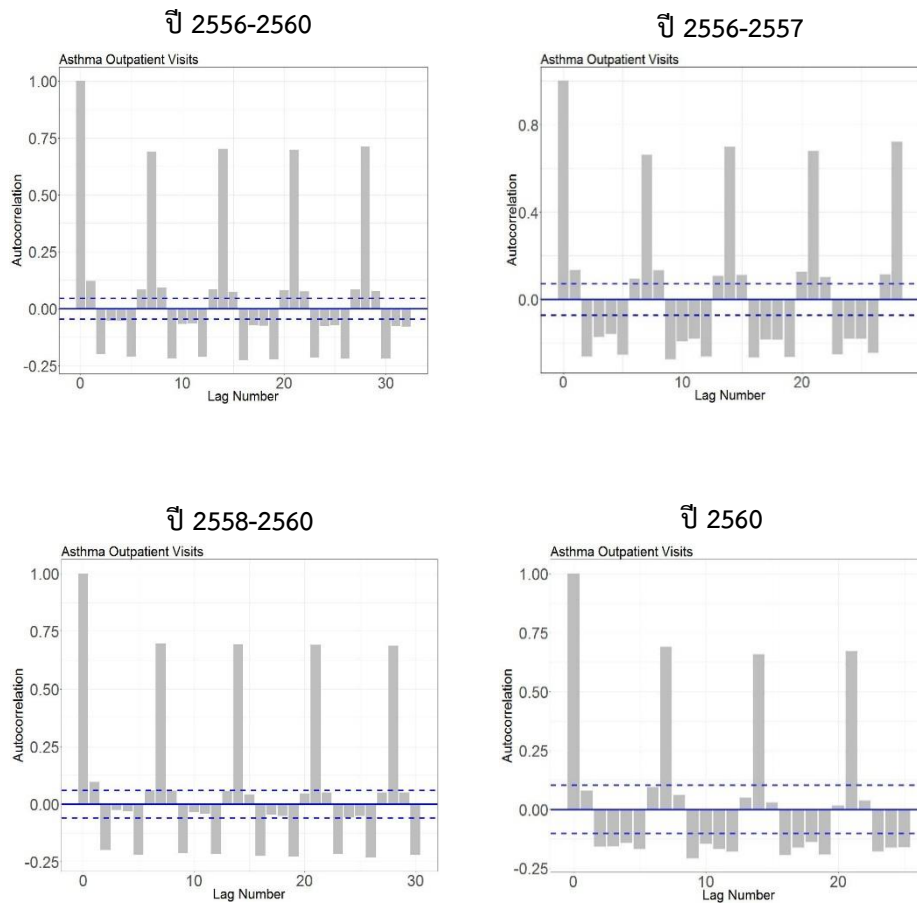
(ก)



(ข)

ภาพ 4.3 จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดแยกเพศ สำหรับ (ก) อนุกรมเวลารายเดือน, (ข) อนุกรมเวลารายวัน

จากภาพที่ 4.3 (ก) และ (ข) นำเสนอรูปแบบของเหตุการณ์วินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดที่เกิดขึ้นตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ พบว่า ผู้ป่วยเพศหญิงมีแนวโน้มการเกิดโรคหืดสูงกว่าเพศชายตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา



ภาพ 4.4 กราฟ autocorrelations ของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด

จากภาพที่ 4.4 เมื่อทำการตรวจสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด โดยใช้แผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram) พบว่า มีการผันแปรไปตามเวลาที่เปลี่ยนไปไม่มีความหยุดนิ่ง (Non stationarity) ในทุกช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งจะเห็นว่า autocorrelation coefficient ของจำนวนผู้ป่วยส่วนใหญ่ตกอยู่นอกขอบเขตความเชื่อมั่น 95%

#### 4.3.2 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย ปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ

จากภาพที่ 4.5 นำเสนอรูปแบบจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหกชนิด ในรอบปี 2556-2560 สามารถสรุปได้ว่า ไม่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน เมื่อพิจารณาค่าประมาณตำแหน่งของจุดเปลี่ยนต่างๆ ของสารมลพิษแต่ละชนิด พบว่า

- ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-พฤศจิกายน 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $31.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ธันวาคม 2556-กรกฎาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $36.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , สิงหาคม 2557-สิงหาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $30.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , กันยายน-ตุลาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $44.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , พฤศจิกายน 2558-กรกฎาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $33.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  และสิงหาคม 2559-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $26.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-กุมภาพันธ์ 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $15.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , มีนาคม 2556-กันยายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $20.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ตุลาคม 2557-มีนาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $16.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , เมษายน 2558-มกราคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $19.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , กุมภาพันธ์-สิงหาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $21.43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  และกันยายน 2559-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $12.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ ) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม 2556-เมษายน 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.58 ppb, พฤษภาคม-พฤศจิกายน 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.19 ppb, ธันวาคม 2558-พฤศจิกายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.01 ppb และธันวาคม 2559-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.37 ppb

- ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ ) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-พฤศจิกายน 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.15 ppb, ธันวาคม 2556-เมษายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 ppb, พฤษภาคม-มิถุนายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 ppb, กรกฎาคม 2557-สิงหาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.08 ppb, กันยายน 2558-พฤศจิกายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.37 ppb และธันวาคม 2559-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.78 ppb

- ก๊าซโอโซน ( $O_3$ ) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-ตุลาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.93 ppb, พฤศจิกายน 2556-มีนาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.72 ppb, เมษายน 2557-พฤษภาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.81 ppb, มิถุนายน-ธันวาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.32 ppb, มกราคม-เมษายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.48 ppb และพฤษภาคม 2559-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.46 ppb

- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ ) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม 2556-กรกฎาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 ppm, สิงหาคม-ตุลาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 ppm, พฤศจิกายน 2557-พฤษภาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 ppm, มิถุนายน-สิงหาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 ppm, กันยายน-ตุลาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71, พฤศจิกายน 2558-

มิถุนายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ppm, กรกฎาคม-ธันวาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.40 ppm, มกราคม-เมษายน 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.48 ppm และพฤษภาคม-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ppm

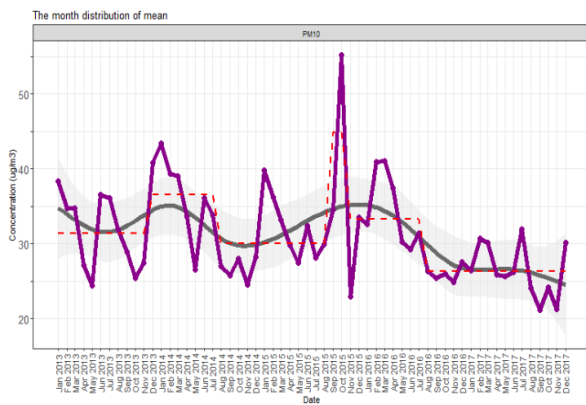
จากภาพที่ 4.6 เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ค่าเฉลี่ยรายวันของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหกชนิด ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2560 (รวม 1825 วัน) ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ) มีระดับความเข้มข้นสูงเกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย<sup>[31]</sup> (ไม่เกิน  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง) ช่วงปลายเดือนตุลาคม ในปี 2558 ชัดเจนกว่าในเดือนอื่น สำหรับระดับความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก (Health guidelines, WHO2002a)<sup>[30]</sup> กำหนดไว้ที่  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง สรุปได้ดังนี้ ในปี 2556 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนดในเดือนมกราคม 2 ครั้ง, เดือนมิถุนายน 5 ครั้ง, เดือนกรกฎาคม 2 ครั้ง, เดือนสิงหาคม 1 ครั้ง และเดือนธันวาคม 3 ครั้ง และในปี 2557 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนดในเดือนมกราคม 6 ครั้ง, เดือนมีนาคม 2 ครั้ง, เดือนมิถุนายน 5 ครั้ง และเดือนกรกฎาคม 4 ครั้ง และในปี 2558 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนดในเดือนมกราคม 4 ครั้ง, เดือนกุมภาพันธ์ 1 ครั้ง, เดือนมิถุนายน 3 ครั้ง, เดือนสิงหาคม 2 ครั้ง, เดือนกันยายน 5 ครั้ง, เดือนตุลาคม 11 ครั้ง และเดือนธันวาคม 1 ครั้ง และในปี 2559 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนดในเดือนกุมภาพันธ์ 4 ครั้ง, เดือนมีนาคม 4 ครั้ง, เดือนเมษายน 1 ครั้ง และเดือนกรกฎาคม 4 ครั้ง และในปี 2560 ไม่มีระดับความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ

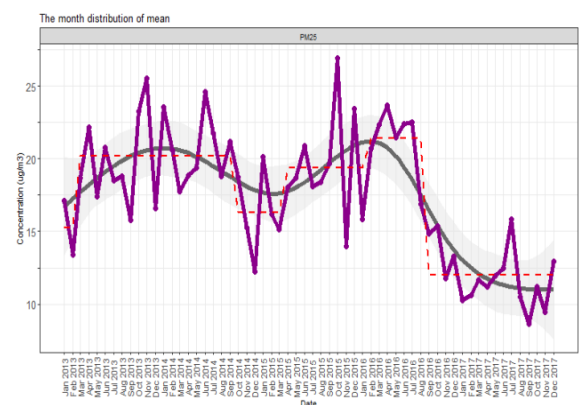
- ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) มีระดับความเข้มข้นสูงเกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย<sup>[31]</sup> (ไม่เกิน  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง) ในปี 2556 พบมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานในเดือนสิงหาคม 1 ครั้ง สำหรับระดับความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก (Health guidelines, WHO2002a)<sup>[30]</sup> กำหนดไว้ที่  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีรูปแบบการกระจายที่เพิ่มขึ้นและลดลงตลอดระยะเวลาในรอบปี 2556-2560 สรุปเป็นรายปี ได้ดังนี้ ในปี 2556 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนด 61 ครั้ง, ในปี 2557 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนด 70 ครั้ง, ในปี 2558 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนด 62 ครั้ง, ในปี 2559 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนด 61 ครั้ง และในปี 2560 พบมีค่าสูงกว่าที่กำหนด 5 ครั้ง

สำหรับ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ), ก๊าซโอโซน ( $\text{O}_3$ ) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ ) พบว่ามีรูปแบบการกระจายที่เพิ่มขึ้นและลดลงตลอดระยะเวลาในรอบปี 2556-2560 มีระดับความเข้มข้นไม่เกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย และยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐานมาก

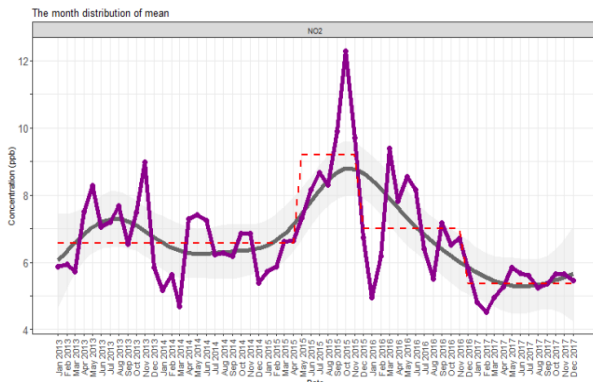




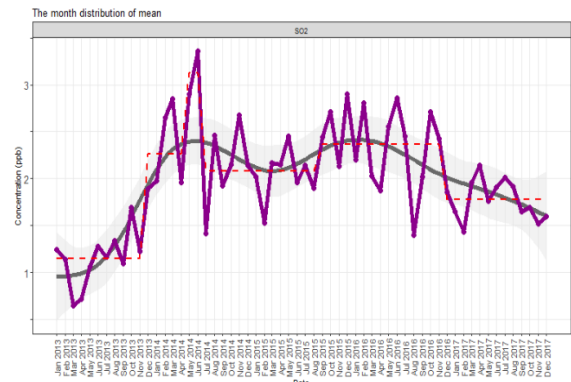
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>, µg/m<sup>3</sup>)



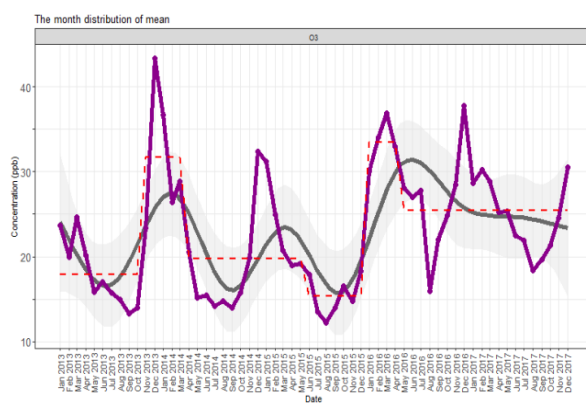
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>, µg/m<sup>3</sup>)



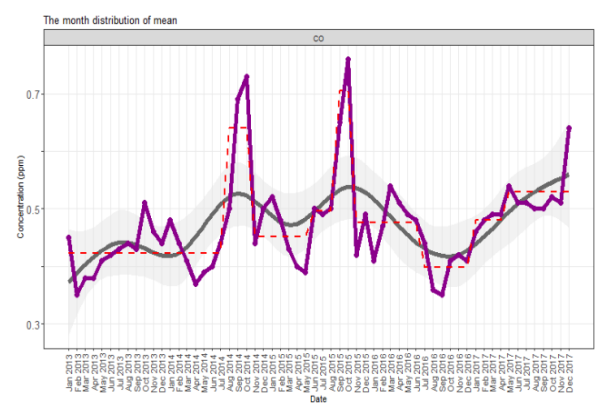
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>, ppb)



ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>, ppb)

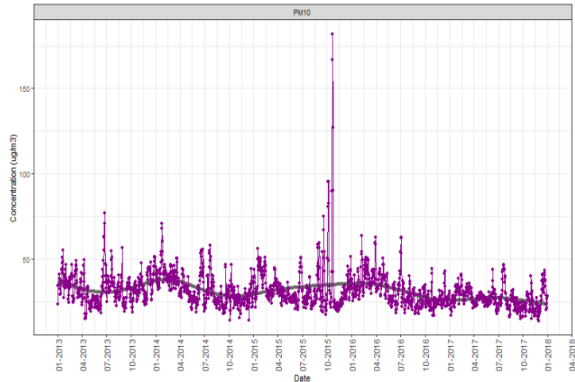


ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>, ppb)

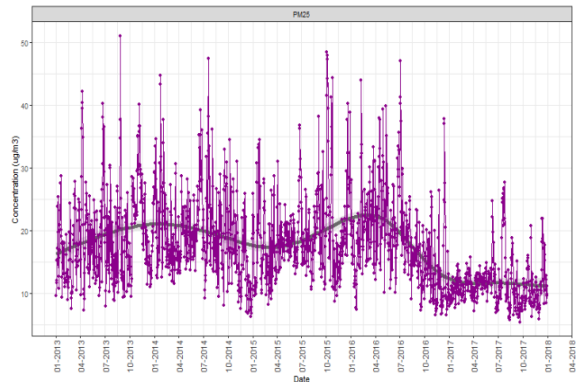


ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO, ppm)

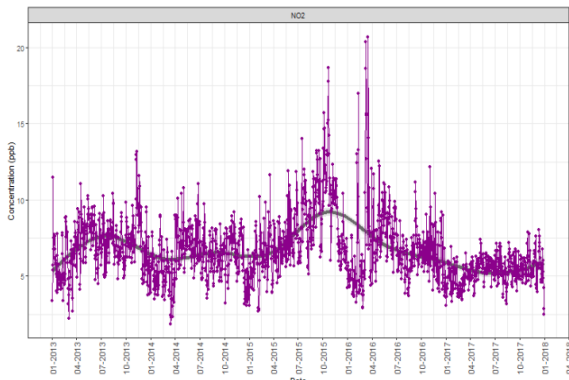
ภาพ 4.5 อนุกรมเวลาและการประมาณค่าจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหกชนิด



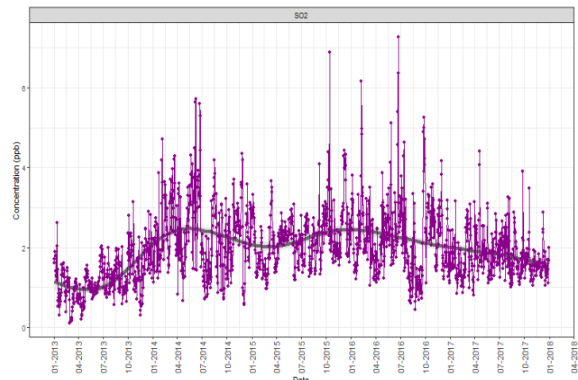
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>, µg/m<sup>3</sup>)



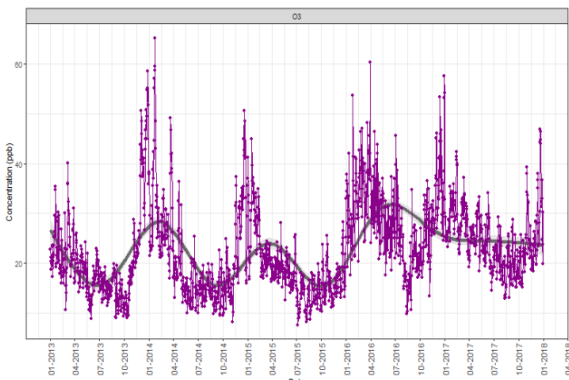
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>, µg/m<sup>3</sup>)



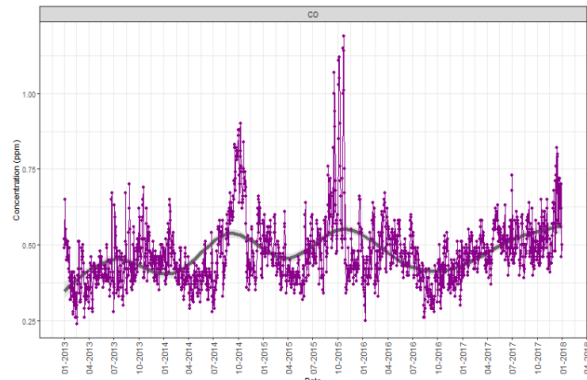
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>, ppb)



ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>, ppb)



ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>, ppb)



ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO, ppm)

ภาพ 4.6 อนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยรายวันของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหมด

#### 4.3.3 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา

จากภาพที่ 4.7 นำเสนอรูปแบบจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของค่าอุตุนิยมวิทยาทั้งแปด ในรอบปี 2556-2560 สามารถสรุปได้ว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในภาพรวมที่แน่นอน เมื่อพิจารณาค่าประมาณตำแหน่งของจุดเปลี่ยนต่างๆ ของค่าอุตุนิยมวิทยาแต่ละชนิด พบว่า

- อุณหภูมิ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-กุมภาพันธ์ 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.16 °c, มีนาคม-กันยายน 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.11 °c, ตุลาคม 2556-กุมภาพันธ์ 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.65 °c, มีนาคม 2557-กันยายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.31 °c, ตุลาคม 2557-กุมภาพันธ์ 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.81 °c, มีนาคม 2558-กุมภาพันธ์ 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.00 °c, มีนาคม-กันยายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.79 °c, ตุลาคม 2559-กุมภาพันธ์ 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.17 °c, มีนาคม-กันยายน 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.39 °c และตุลาคม-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.05 °c

- ปริมาณน้ำฝน มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-กันยายน 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 mm, ตุลาคม-ธันวาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.49 mm, มกราคม-กรกฎาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.01 mm, สิงหาคม-พฤศจิกายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.00 mm, ธันวาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.63 mm, มกราคม 2558-มกราคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 mm, กุมภาพันธ์-เมษายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.39 mm, พฤษภาคม-ตุลาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 mm, พฤศจิกายน 2559-มกราคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.04 mm, กุมภาพันธ์-สิงหาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 mm และกันยายน-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.51 mm

- ความชื้นสัมพัทธ์ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-กันยายน 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.75 %, ตุลาคม-ธันวาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.12 %, มกราคม-สิงหาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.25 %, กันยายน 2557-มกราคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.17 %, กุมภาพันธ์-กรกฎาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.83 %, สิงหาคม 2558-มกราคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.20 %, กุมภาพันธ์-เมษายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.12 %, พฤษภาคม-กันยายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.24 %, ตุลาคม 2559-มกราคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.31 % และ กุมภาพันธ์-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.67 %

- ความเร็วลม มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม 2556-ธันวาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.35 knots, มกราคม-ธันวาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.18 knots, มกราคม-กรกฎาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.27 knots, สิงหาคม-ตุลาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.32 knots และพฤศจิกายน 2559-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.11 knots

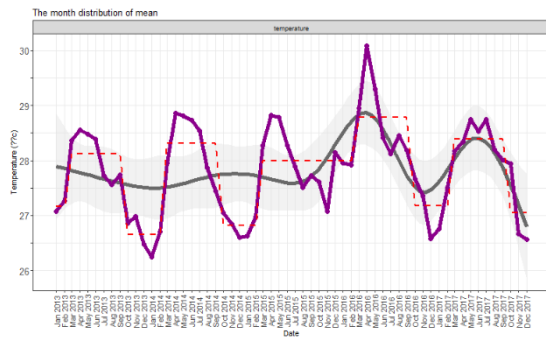
- ทิศทางลม มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-มีนาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.5 (ทิศตะวันออก), เมษายน-ตุลาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 212.30 (ทิศตะวันตกเฉียงใต้), พฤศจิกายน 2556-เมษายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.77 (ทิศตะวันออก), พฤษภาคม-กันยายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 213.80 (ทิศตะวันตกเฉียงใต้), ตุลาคม 2557-เมษายน 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 97.59 (ทิศตะวันออก), พฤษภาคม-กันยายน 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 221.06 (ทิศตะวันตกเฉียงใต้), ตุลาคม 2558-เมษายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 101.00 (ทิศตะวันออก), พฤษภาคม-ตุลาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 223.58 (ทิศตะวันตกเฉียงใต้), พฤศจิกายน 2559-เมษายน 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107.43 (ทิศตะวันออก) และ พฤษภาคม-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 183.99 (ทิศใต้)

- ความกดอากาศ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-มีนาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1010 hPa, เมษายน-พฤศจิกายน 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1007.95 hPa, ธันวาคม 2556-มีนาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1010.55 hPa, เมษายน-สิงหาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1008.08 hPa, กันยายน 2557-มีนาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1010.29 hPa, เมษายน-พฤศจิกายน 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1009.16 hPa, ธันวาคม 2558-มีนาคม 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1011.27 hPa, เมษายน 2559-มีนาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1008.482 hPa และ เมษายน-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1007.15 hPa

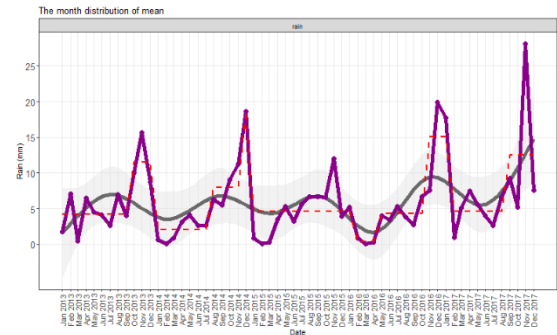
- จุดน้ำค้าง มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-ธันวาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.56 °C, มกราคม-มีนาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.66 °C, เมษายน-ธันวาคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.01 °C, มกราคม-มีนาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.34 °C, เมษายน 2558-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.03°C,

- ทิศนะวิสัย มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มกราคม-ตุลาคม 2556 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.36 km, พฤศจิกายน 2556-มกราคม 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.60 km, กุมภาพันธ์-กันยายน 2557 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.54 km, ตุลาคม 2557-กุมภาพันธ์ 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.76 km, มีนาคม-สิงหาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.58 km, กันยายน-ตุลาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.40 km, พฤศจิกายน-ธันวาคม 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.03 km, มกราคม-กันยายน 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.64 km, ตุลาคม 2559-มกราคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.9 km, กุมภาพันธ์-กันยายน 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.53 km และ ตุลาคม-ธันวาคม 2560 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.83 km

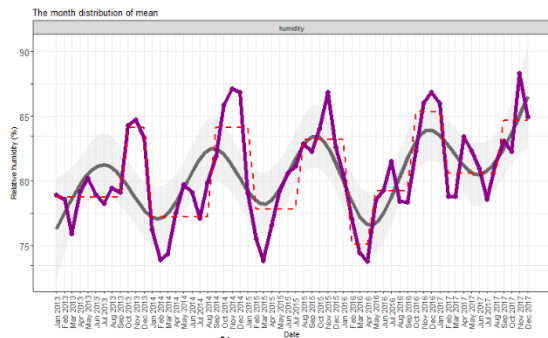
เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยรายวันของของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2560 (รวม 1825 วัน) พบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้ม ผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในภาพที่ 4.8



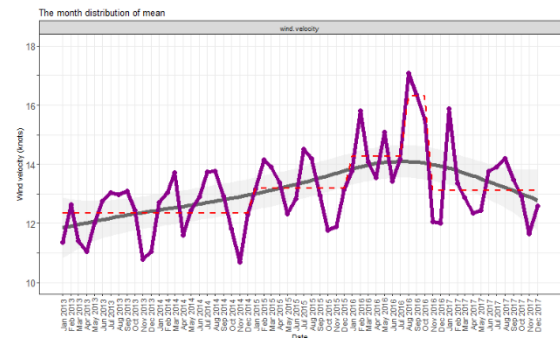
อุณหภูมิ (°C)



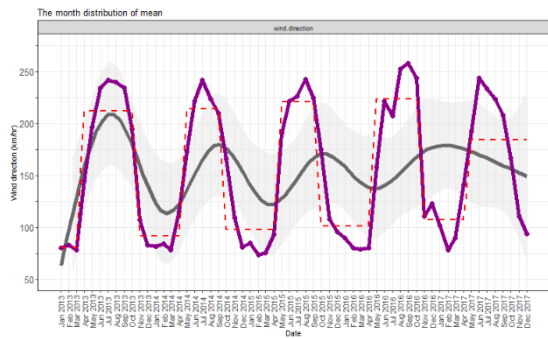
ปริมาณน้ำฝน (mm)



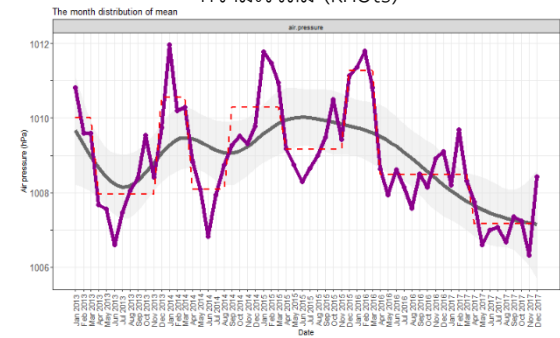
ความชื้นสัมพัทธ์ (percent)



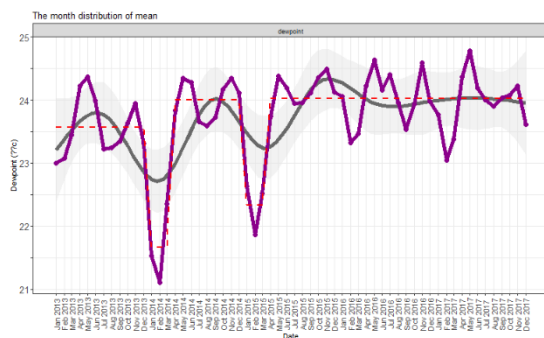
ความเร็วลม (knots)



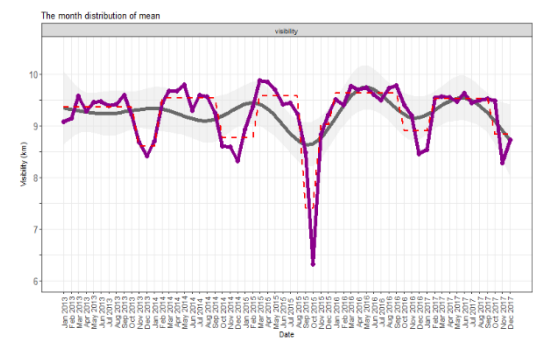
ทิศทางลม (degrees)



ความกดอากาศ (hPa)

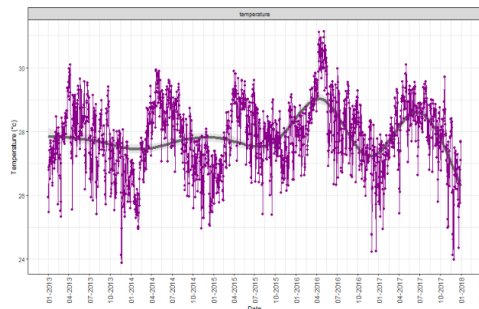


จุดน้ำค้าง (°C)

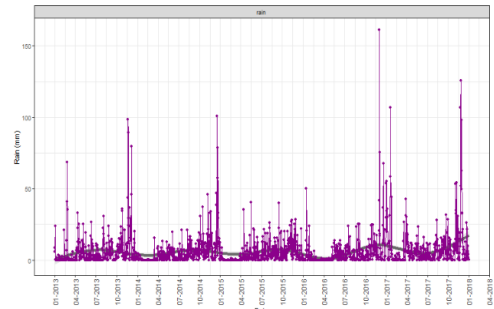


ทัศนวิสัย (km)

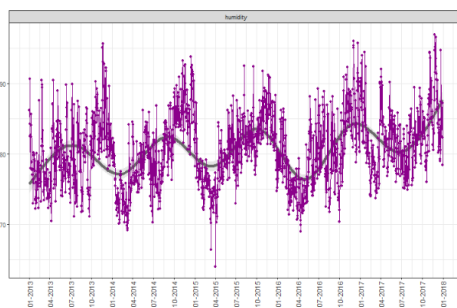
ภาพ 4.7 อนุกรมเวลาและการประมาณค่าจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาทั้งหมด



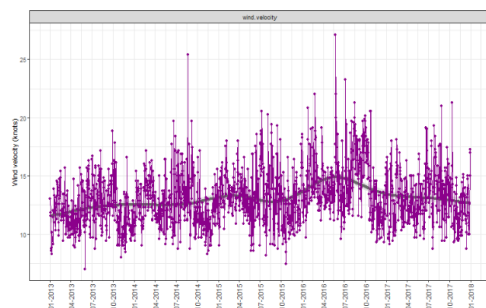
อุณหภูมิ (°C)



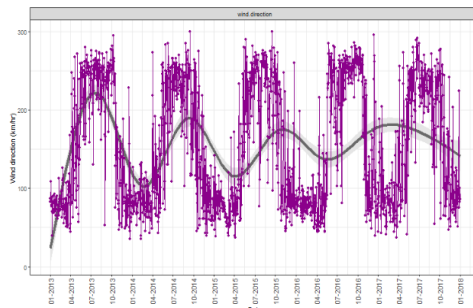
ปริมาณน้ำฝน (mm)



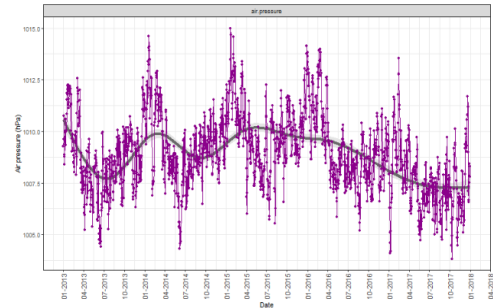
ความชื้นสัมพัทธ์ (percent)



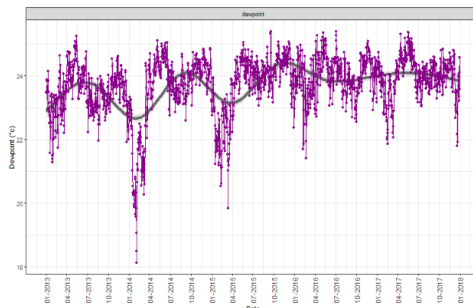
ความเร็วลม (knots)



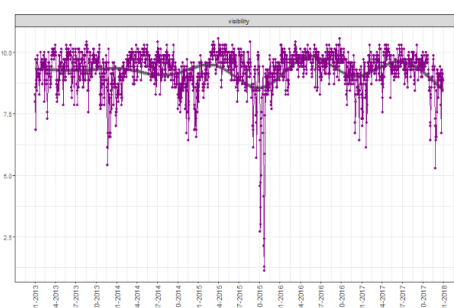
ทิศทางลม (degrees)



ความกดอากาศ (hPa)



จุดน้ำค้าง (°C)



ทัศนวิสัย (km)

ภาพ 4.8 อนุกรมเวลาค่าเฉลี่ยรายวันของของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาทั้งแปด

#### 4.4 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด

##### 4.4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของพารามิเตอร์อุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่เป็นปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดในพื้นที่จังหวัดสงขลาในครั้งนี้ โดยวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ได้แก่ ปัจจัยด้านมลพิษทางอากาศก๊าซ คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>), ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) และปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, ความเร็วลม, ทิศทางลม, ความกดอากาศ จุดน้ำค้าง และทัศนวิสัย โดยใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศหาดใหญ่ และสถานีอุตุนิยมวิทยาหาดใหญ่

สืบเนื่องผลวิเคราะห์ Time Series ในหัวข้อ 4.3 แล้วนั้นจะเห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดเชิงระบาดวิทยาในภาพรวมมีแนวโน้มที่แบ่งช่วงเวลาได้ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

4.4.1.3 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.4.1.4 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.4.1.1 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

พบว่า ระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในเวลาหนึ่งชั่วโมง เฉลี่ยรายวัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ( $r=0.05$ ,  $p<0.05$ ) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ( $r=0.06$ ,  $p<0.05$ ) สำหรับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ประกอบด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ ( $r=0.07$ ,  $p<0.01$ ) และจุดน้ำค้าง ( $r=0.08$ ,

$p < 0.01$ ) ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในทางลบ ได้แก่ ความกดอากาศ ( $r = -0.06$ ,  $p < 0.05$ ) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.9

4.4.1.2 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

พบว่า ระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในเวลาหนึ่งชั่วโมงเฉลี่ยรายวันมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ( $r = 0.08$ ,  $p < 0.05$ ) สำหรับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.10

4.4.1.3 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

พบว่า ระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในเวลาหนึ่งชั่วโมง เฉลี่ยรายวันมีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $\text{NO}_2$ ) ( $r = 0.07$ ,  $p < 0.05$ ) สำหรับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ได้แก่ ความกดอากาศ ( $r = -0.07$ ,  $p < 0.05$ ) และความเร็วลม ( $r = -0.06$ ,  $p < 0.05$ ) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.11

4.4.1.4 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

พบว่า ระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในเวลาหนึ่งชั่วโมง เฉลี่ยรายวัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ประกอบด้วย ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $\text{PM}_{10}$ ) ( $r = 0.14$ ,  $p < 0.01$ ) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $\text{PM}_{2.5}$ ) ( $r = 0.13$ ,  $p < 0.05$ ) สำหรับปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศมีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด ได้แก่ Cos (ทิศลมตะวันตกเฉียงใต้) ( $r = -0.12$ ,  $p < 0.05$ ) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.12

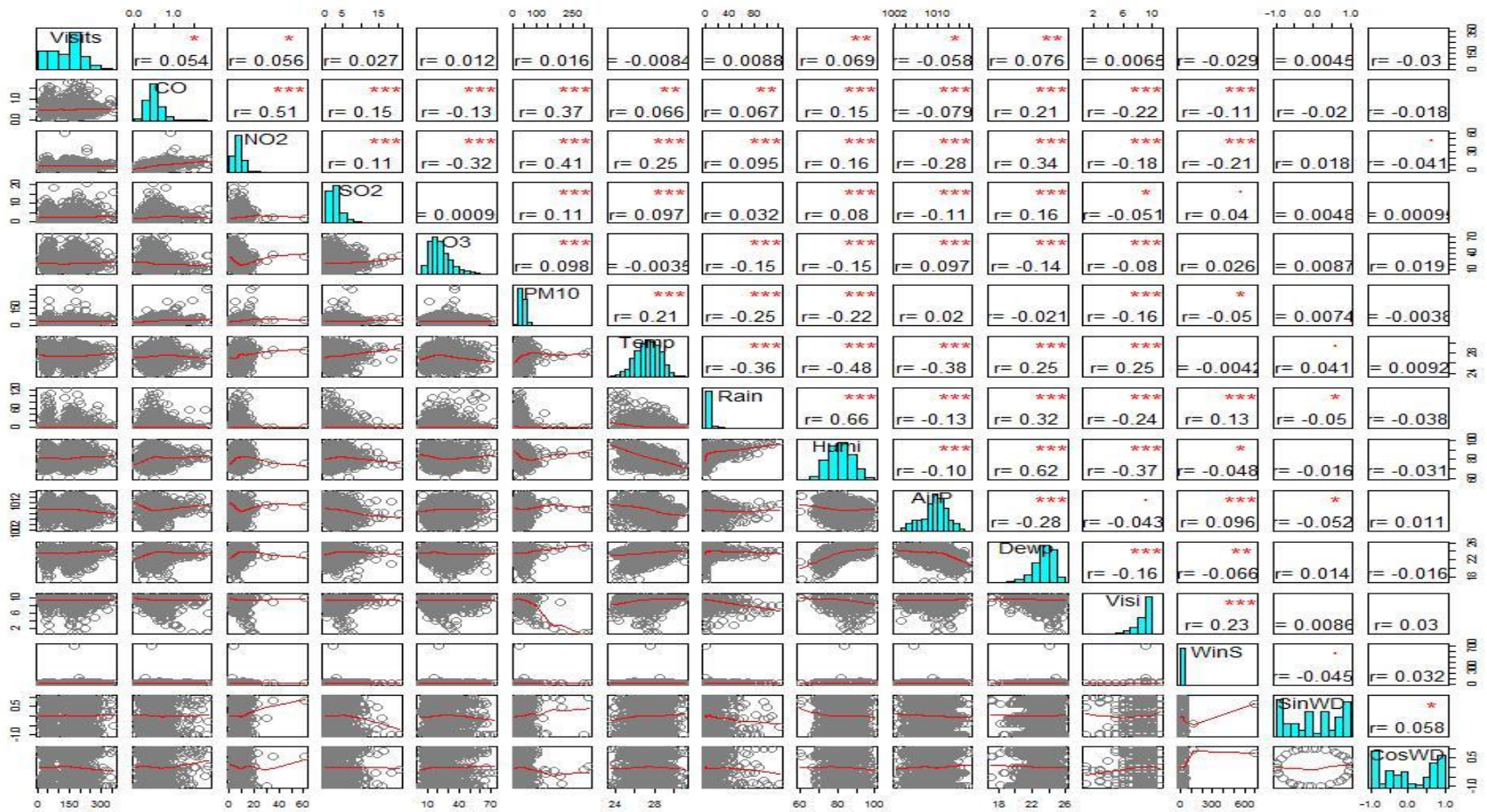


ตาราง 4.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

	Asthma Visit	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	อุณหภูมิ	ปริมาณน้ำฝน	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	จุดน้ำค้าง	ทัศนวิสัย	ความเร็วลม	Sin (ทีศลม)	Cos (ทีศลม)
Asthma Visit	1.00	0.05*	0.06*	0.03	0.01	0.02	-0.01	0.01	0.07**	-0.06*	0.08**	0.01	-0.03	0.00	-0.03
CO		1	0.51***	0.15***	-0.13***	0.37***	0.07**	0.07**	0.15***	-0.08***	0.21***	-0.22***	-0.11***	-0.02	-0.02
NO <sub>2</sub>			1	0.11***	-0.32***	0.41***	0.25***	0.10***	0.16***	-0.28***	0.34***	-0.18***	-0.21***	0.02	-0.04
SO <sub>2</sub>				1	0.00	0.11***	0.10***	0.03	0.08***	-0.11***	0.16***	-0.05*	0.04	0.00	0.00
O <sub>3</sub>					1	0.10***	0.00	-0.15***	-0.15***	0.10***	-0.14***	-0.08***	0.03	0.01	0.02
PM <sub>10</sub>						1	0.21***	-0.25***	-0.22***	0.02	-0.02	-0.16***	-0.05*	0.01	0.00
อุณหภูมิ							1	-0.36***	-0.48***	-0.38***	0.25***	0.25***	0.00	0.04	0.01
ปริมาณน้ำฝน								1	0.66***	-0.13***	0.32***	-0.24***	0.13***	-0.05*	-0.04
ความชื้นสัมพัทธ์									1	-0.10***	0.62***	-0.37***	-0.05*	-0.02	-0.03
ความกดอากาศ										1	-0.28***	-0.04	0.10***	-0.05*	0.01
จุดน้ำค้าง											1	-0.16***	-0.07***	0.01	-0.02
ทัศนวิสัย												1	0.23***	0.01	0.03
ความเร็วลม													1	-0.05	0.03
Sin(ทีศลม)														1	0.06*
Cos(ทีศลม)															1

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

Asthma Visit คือ จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดทุกอายุ



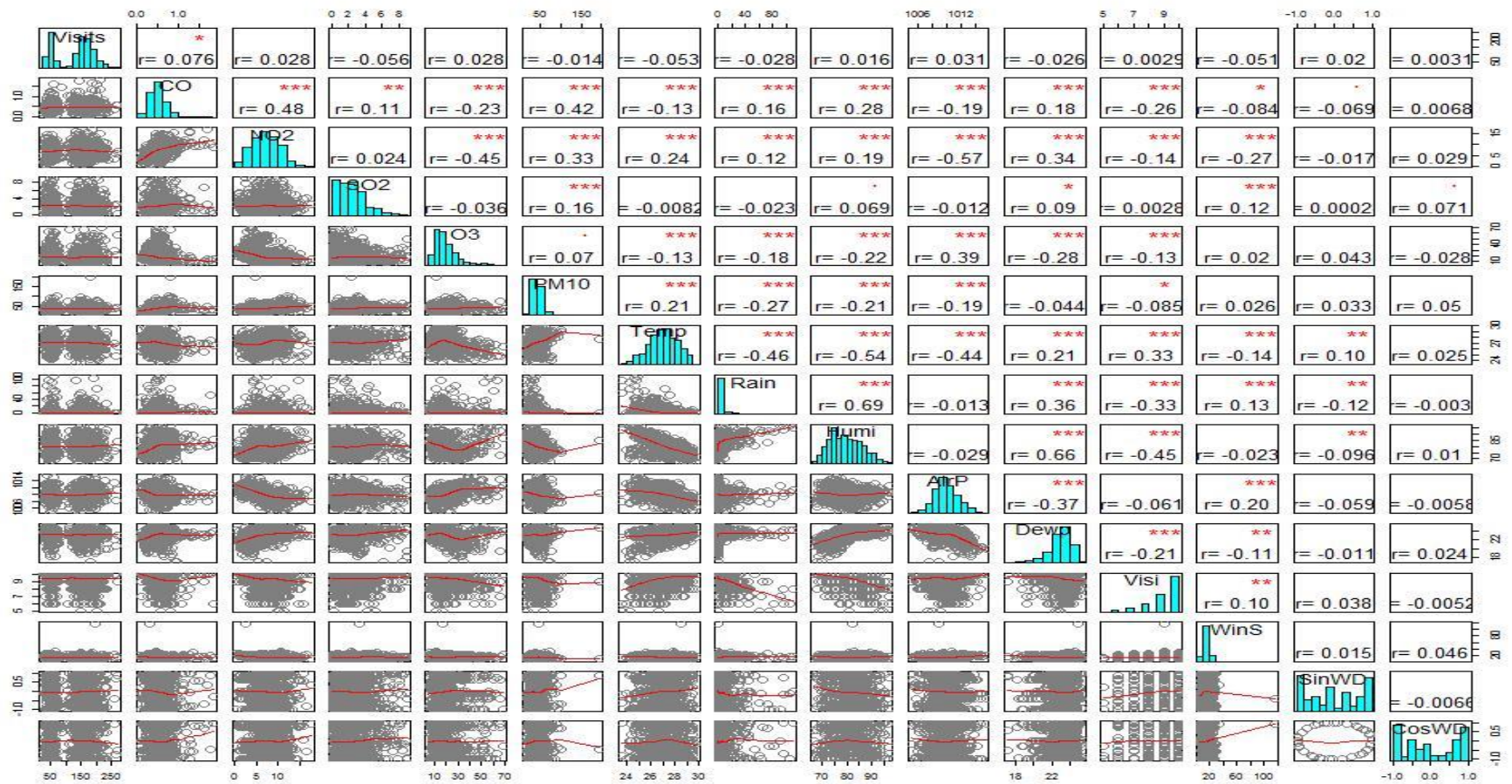
ภาพ 4.9 แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธ.ค. 2560

ตาราง 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

	Asthma Visit	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	อุณหภูมิ	ปริมาณน้ำฝน	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	จุดน้ำค้าง	ทัศนวิสัย	ความเร็วลม	Sin (ทีศลม)	Cos (ทีศลม)
Asthma Visit	1	0.08*	0.03	-0.06	0.03	-0.01	-0.05	-0.03	0.02	0.03	-0.03	0.00	-0.05	0.02	0.00
CO		1	0.48***	0.11**	-0.23***	0.42***	-0.13***	0.16***	0.28***	-0.19***	0.18***	-0.26***	-0.08*	-0.07	0.01
NO <sub>2</sub>			1	0.02	-0.45***	0.33***	0.24***	0.12***	0.19***	-0.57***	0.34***	-0.14***	-0.27***	-0.02	0.03
SO <sub>2</sub>				1	-0.04	0.16***	-0.01	-0.02	0.07	-0.01	0.09*	0.00	0.12***	0.00	0.07
O <sub>3</sub>					1	0.07	-0.13***	-0.18***	-0.22***	0.39***	-0.28***	-0.13***	0.02	0.04	-0.03
PM <sub>10</sub>						1	0.21***	-0.27***	-0.21***	-0.19***	-0.04	-0.09*	0.03	0.03	0.05
อุณหภูมิ							1	-0.46***	-0.54***	-0.44***	0.21***	0.33***	-0.14***	0.10**	0.02
ปริมาณน้ำฝน								1	0.69***	-0.01	0.36***	-0.33***	0.13***	-0.12**	0.00
ความชื้นสัมพัทธ์									1	-0.03	0.66***	-0.45***	-0.02	-0.10**	0.01
ความกดอากาศ										1	-0.37***	-0.06	0.20***	-0.06	-0.01
จุดน้ำค้าง											1	-0.21***	-0.11**	-0.01	0.02
ทัศนวิสัย												1	0.10**	0.04	-0.01
ความเร็วลม													1	0.02	0.05
Sin(ทีศลม)														1	-0.01
Cos(ทีศลม)															1

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

Asthma Visit คือ จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดทุกอายุ



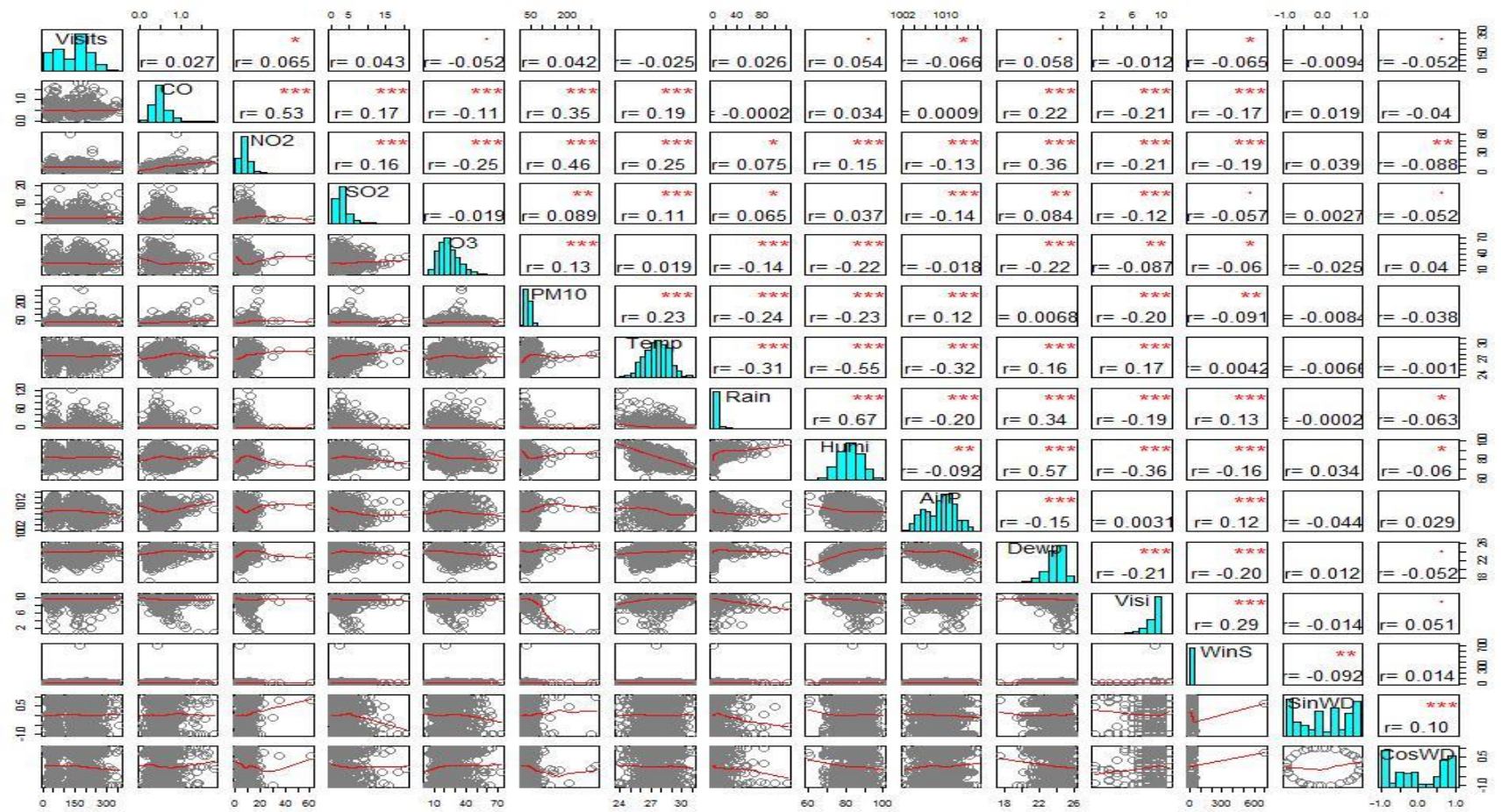
ภาพ 4.10 แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธ.ค. 2557

ตาราง 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

	Asthma Visit	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	อุณหภูมิ	ปริมาณน้ำฝน	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	จุดน้ำค้าง	ทัศนวิสัย	ความเร็วลม	Sin (ทีศลม)	Cos (ทีศลม)
Asthma Visit	1	0.03	0.07*	0.04	-0.05	0.04	-0.03	0.03	0.05	-0.07*	0.06	-0.01	-0.06*	-0.01	-0.05
CO		1	0.53***	0.17***	-0.11***	0.35***	0.19***	0.00	0.03	0.00	0.22***	-0.21***	-0.17***	0.02	-0.04
NO <sub>2</sub>			1	0.16***	-0.25***	0.46***	0.25***	0.08*	0.15***	-0.13***	0.36***	-0.21***	-0.19***	0.04	-0.09**
SO <sub>2</sub>				1	-0.02	0.09**	0.11***	0.06*	0.04	-0.14***	0.08**	-0.12***	-0.06	0.00	-0.05
O <sub>3</sub>					1	0.13***	0.02	-0.14***	-0.22***	-0.02	-0.22***	-0.09**	-0.06*	-0.03	0.04
PM <sub>10</sub>						1	0.23***	-0.24***	-0.23***	0.12***	0.01	-0.20***	-0.09**	-0.01	-0.04
อุณหภูมิ							1	-0.31***	-0.55***	-0.32***	0.16***	0.17***	0.00	-0.01	0.00
ปริมาณน้ำฝน								1	0.67***	-0.20***	0.34***	-0.19***	0.13***	0.00	-0.06*
ความชื้นสัมพัทธ์									1	-0.09**	0.57***	-0.36***	-0.16	0.03	-0.06*
ความกดอากาศ										1	-0.15***	0.00	0.12***	-0.04	0.03
จุดน้ำค้าง											1	-0.21***	-0.20***	0.01	-0.05
ทัศนวิสัย												1	0.29***	-0.01	0.05
ความเร็วลม													1	-0.09**	0.01
Sin(ทีศลม)														1	0.10***
Cos(ทีศลม)															1

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

Asthma Visit คือ จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดทุกอายุ

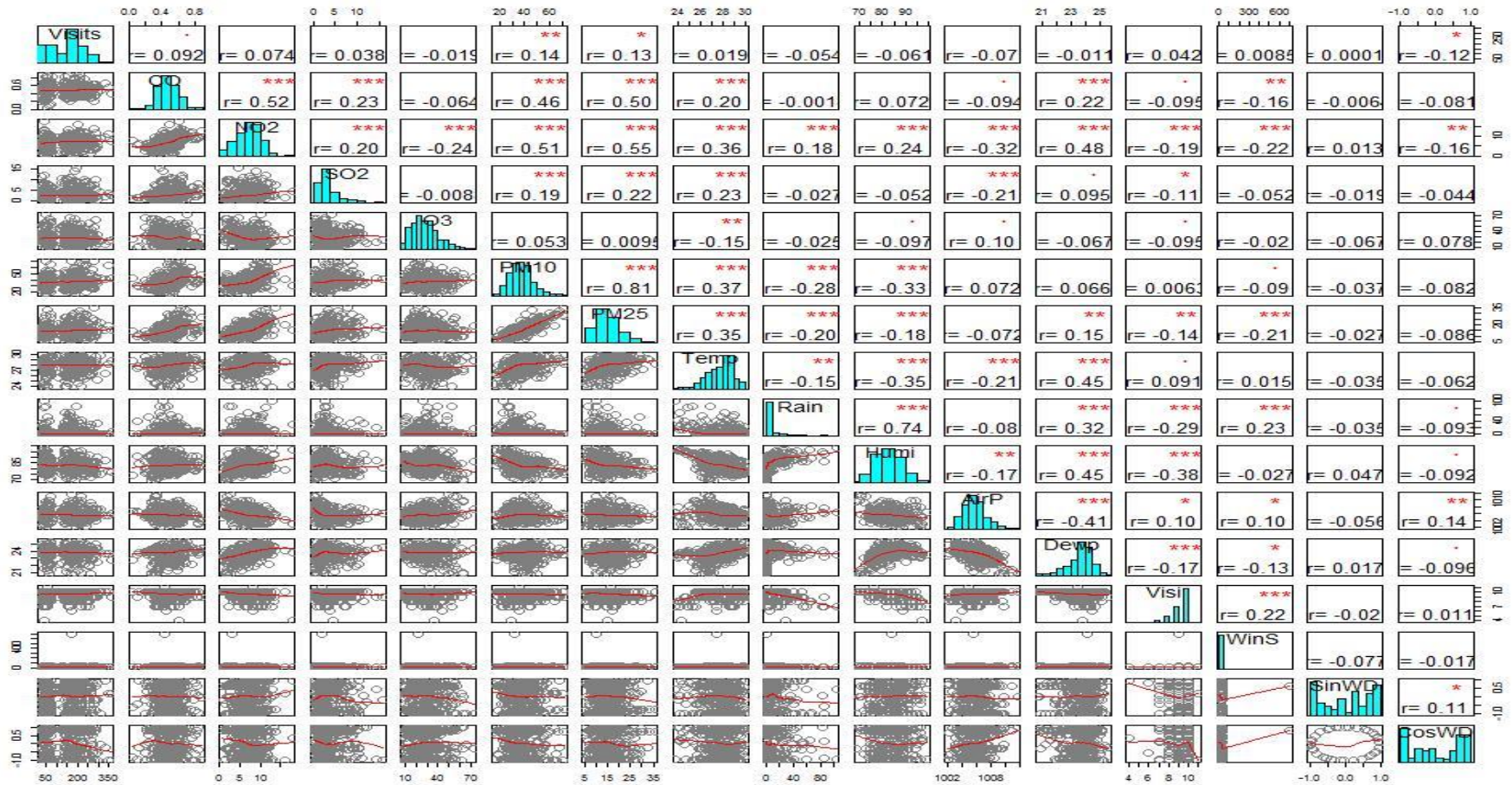


ภาพ 4.11 แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธ.ค. 2560

ตาราง 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปัจจัยด้าน  
 ภูมิอากาศ ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

	Asthma Visit	CO	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	อุณหภูมิ	ปริมาณน้ำฝน	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	จุดน้ำค้าง	ทัศนวิสัย	ความเร็วลม	Sin (ทีศลม)	Cos (ทีศลม)
Asthma Visit	1	0.09	0.07	0.04	-0.02	0.14**	0.13*	0.02	-0.05	-0.06	-0.07	-0.01	0.04	0.01	0.00	-0.12*
CO		1	0.52***	0.23***	-0.06	0.46***	0.50***	0.20***	0.00	0.07	-0.09	0.22***	-0.09	-0.16***	-0.01	-0.08
NO <sub>2</sub>			1	0.20***	-0.24***	0.51***	0.55***	0.36***	0.18***	0.24***	-0.32***	0.48***	-0.19***	-0.22***	0.01	-0.16**
SO <sub>2</sub>				1	-0.01	0.19***	0.22***	0.23***	-0.03	-0.05	-0.21***	0.09	-0.11*	-0.05	-0.02	-0.04
O <sub>3</sub>					1	0.05	0.01	-0.15**	-0.03	-0.10	0.10	-0.07	-0.10	-0.02	-0.07	0.08
PM <sub>10</sub>						1	0.81***	0.37***	-0.28***	-0.33***	0.07	0.07	0.01	-0.09	-0.04	-0.08
PM <sub>2.5</sub>							1	0.35***	-0.20***	-0.18***	-0.07	0.15**	-0.14**	-0.21***	-0.03	-0.09
อุณหภูมิ								1	-0.15**	-0.35***	-0.21***	0.45***	0.09	0.02	-0.04	-0.06
ปริมาณน้ำฝน									1	0.74***	-0.08	0.32***	-0.29***	0.23***	-0.03	-0.09
ความชื้นสัมพัทธ์										1	-0.17**	0.45***	-0.38***	-0.03	0.05	-0.09
ความกดอากาศ											1	-0.41***	0.10*	0.10*	-0.06	0.14**
จุดน้ำค้าง												1	-0.17***	-0.13*	0.02	-0.10
ทัศนวิสัย													1	0.22***	-0.02	0.01
ความเร็วลม														1	-0.08	-0.02
Sin(ทีศลม)															1	0.11*
Cos(ทีศลม)																1

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001, Asthma Visit คือ จำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดทุกอายุ



ภาพ 4.12 แสดงกราฟเมทริกซ์ความสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดกับปัจจัยด้านภูมิอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560



4.4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) ของพารามิเตอร์อุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดกับปัจจัยการทำนายทั้งหมดได้แก่ ปัจจัยด้านมลพิษทางอากาศก๊าซ คือ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>), ฝุ่นละอองขนาดใหญ่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) และปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน, ความชื้นสัมพัทธ์, ความเร็วลม, ทิศทางลม, ความกดอากาศ จุดน้ำค้าง และทัศนวิสัย โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) แจกแจงแบบพัชอง (Poisson) ซึ่งใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศหาดใหญ่ และสถานีอุตุนิยมวิทยาหาดใหญ่

สืบเนื่องผลวิเคราะห์ Time Series ในหัวข้อ 4.3 แล้วนั้นจะเห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดเชิงระบาดวิทยาในภาพรวมมีแนวโน้มที่แบ่งช่วงเวลาได้ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

4.4.2.3 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.4.2.4 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.4.2.1 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

- ประชากรทั้งหมด พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.550) ทัศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.076) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ

=.018) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) และก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.004) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.8

- เพศชาย พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.512) ทศวินสิย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.066) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.026) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) และก๊าซโอโซน(ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.9

- เพศหญิง พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.574) ทศวินสิย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.083) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.036) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.020) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.006) และก๊าซโอโซน(ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.004) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.10

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.723) ทศวินสิย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.069) อุณหภูมิ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.046) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.026) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.016) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.009) และก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.11

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.417) ทศวินสิย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.081) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.037) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.014) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) ก๊าซโอโซน(ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.12

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.611) ทศวินสิย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.077) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.041) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.016) ก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) และความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.13

## 4.4.2.2 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม

2557

- ประชากรทั้งหมด พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.110) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.015) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.023) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.013) ความกดอากาศ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.008) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) และก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.14

- เพศชาย พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.079) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.011) และก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.15

- เพศหญิง พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.129) อุณหภูมิ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.057) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.027) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.019) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) Cos (ทิศลมตะวันตกเฉียงใต้) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) ความกดอากาศ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.010) ความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) และก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.16

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.133) ทิศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.026) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.17

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.075) อุณหภูมิ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.064) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.025) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.021) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.020) ความกดอากาศ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.015) Cos (ทิศลมตะวันตกเฉียงใต้) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) ก๊าซโอโซน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) และความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.18

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.165) อุณหภูมิ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.081) Sin (ทีกลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.041) ความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.022) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.018) และความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.006) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.19

#### 4.4.2.3 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

- ประชากรทั้งหมด พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.091) ทิศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.020) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.20

- เพศชาย พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.092) ทิศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.024) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.004) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.21

- เพศหญิง พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.089) ทิศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.004) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.22

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.088) ทิศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.009) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.008) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.002) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.23

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.093) ทิศนวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

(ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.014) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.003) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.24

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.089) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.011) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.25

#### 4.4.2.4 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

- ประชากรทั้งหมด พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.039) ทศวินวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.026) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.025) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.26

- เพศชาย พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ทศวินวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.042) จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.033) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.006) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.27

- เพศหญิง พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.042) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032) ทศวินวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.016) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) และความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.28

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ทศวินวิสัย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.047) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.005) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.29

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.061) Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.029) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.008) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

(ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.006) และความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.30

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่มีอิทธิพลทางบวกต่อการทำนายจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ Sin (ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.004) และความเร็วลม (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.001) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.31

ตาราง 4.8 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	16.53	1.432	11.542	0.000 ***
อุณหภูมิ	0.017	0.009	1.874	0.061
ปริมาณน้ำฝน	-0.002	0.000	-8.168	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.018	0.002	8.154	0.000 ***
ความเร็วลม	0.005	0.001	9.963	0.000 ***
Sin (ทิศทาง)	-0.020	0.003	-6.824	0.000 ***
Cos (ทิศทาง)	-3.311	0.003	-11.931	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.014	0.001	-10.274	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	-0.047	0.010	-4.787	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.076	0.005	16.416	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.550	0.022	25.160	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.032	0.001	30.671	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.002	0.002	0.702	0.483
ก๊าซโอโซน	0.004	0.000	15.575	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.000	0.000	0.297	0.767

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.9 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	16.284	2.295	7.095	0.000 ***
อุณหภูมิ	0.013	0.015	0.864	0.387
ปริมาณน้ำฝน	-0.002	0.000	-5.688	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.017	0.004	4.579	0.000 ***
ความเร็วลม	0.005	0.001	5.151	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	-0.013	0.005	-2.787	0.005 **
Cos (ทิศลม)	-0.025	0.004	-5.587	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.014	0.002	-6.646	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	-0.036	0.016	-2.279	0.023 *
ทัศนวิสัย	0.066	0.007	8.886	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.512	0.035	14.592	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.026	0.002	15.142	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.004	0.004	1.146	0.252
ก๊าซโอโซน	0.003	0.000	8.245	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.000	0.001	-0.405	0.686

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log



ตาราง 4.10 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	15.580	1.832	8.504	0.000 ***
อุณหภูมิ	0.020	0.0116	1.713	0.087
ปริมาณน้ำฝน	-0.002	0.000	-5.913	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.020	0.003	6.782	0.000 ***
ความเร็วลม	0.006	0.001	8.633	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	-0.024	0.004	-6.507	0.000 ***
Cos (ทิศลม)	-0.038	0.004	-10.806	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.013	0.002	-7.838	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	-0.054	0.012	-4.307	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.083	0.006	13.908	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.574	0.028	20.544	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.036	0.001	27.152	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.000	0.003	-0.017	0.986
ก๊าซโอโซน	0.004	0.000	13.327	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.000	0.000	0.705	0.481

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.11 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	22.883	2.616	8.745	0.000 ***
อุณหภูมิ	0.046	0.016	2.815	0.004 **
ปริมาณน้ำฝน	-0.003	0.000	-7.296	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.026	0.004	6.443	0.000 ***
ความเร็วลม	0.009	0.001	10.315	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	-0.012	0.005	-2.261	0.023 *
Cos (ทิศลม)	-0.021	0.005	-4.094	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.022	0.002	-9.136	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	-0.057	0.018	-3.246	0.001 **
ทัศนวิสัย	0.069	0.008	8.042	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.723	0.039	18.194	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.016	0.002	8.043	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.003	0.004	-0.615	0.538
ก๊าซโอโซน	0.005	0.000	11.419	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.002	0.001	-3.651	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.12 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	8.934	2.039	4.380	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.001	0.013	-0.148	0.882
ปริมาณน้ำฝน	-0.001	0.000	-5.291	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.014	0.003	4.402	0.000 ***
ความเร็วลม	0.003	0.001	4.626	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	-0.026	0.004	-6.339	0.000 ***
Cos (ทิศลม)	-0.038	0.003	-9.696	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.006	0.002	-3.338	0.001 ***
จุดน้ำค้าง	-0.033	0.013	-2.377	0.017 *
ทัศนวิสัย	0.081	0.006	12.206	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.417	0.031	13.338	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.037	0.001	25.501	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.002	0.003	0.810	0.417
ก๊าซโอโซน	0.003	0.000	8.748	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.001	0.000	2.809	0.004 **

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.13 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2556 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	19.905	3.143	6.332	0.000 ***
อุณหภูมิ	0.017	0.019	0.870	0.384
ปริมาณน้ำฝน	-0.000	0.000	-0.916	0.359
ความชื้นสัมพัทธ์	0.016	0.004	3.256	0.001 **
ความเร็วลม	0.002	0.001	2.187	0.028 *
Sin (ทิศลม)	-0.016	0.006	-2.516	0.011 *
Cos (ทิศลม)	-0.038	0.006	-6.296	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.018	0.002	-6.230	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	-0.059	0.021	-2.779	0.005 **
ทัศนวิสัย	0.077	0.010	7.659	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.611	0.047	12.778	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.041	0.002	18.292	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.005	0.005	1.079	0.281
ก๊าซโอโซน	0.003	0.001	6.830	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.000	0.001	0.587	0.557

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.14 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุวิทยามหาวิทยาลัยและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	-4.632	2.854	-1.623	0.105
อุณหภูมิ	0.032	0.018	1.726	0.084
ปริมาณน้ำฝน	-0.004	0.000	-11.185	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.013	0.004	2.992	0.003 **
ความเร็วลม	0.002	0.001	2.897	0.004 **
Sin (ทิศลม)	0.023	0.005	4.691	0.000 ***
Cos (ทิศลม)	0.007	0.005	1.643	0.100
ความกดอากาศ	0.008	0.003	3.200	0.001 **
จุดน้ำค้าง	-0.057	0.018	-3.079	0.002 **
ทัศนวิสัย	0.006	0.004	1.529	0.126
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	0.110	0.017	6.349	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.015	0.002	9.011	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.016	0.002	-8.190	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	0.002	0.000	5.391	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.001	0.000	-4.240	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.15 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	-2.323	4.604	-0.505	0.613
อุณหภูมิ	-0.008	0.029	-0.258	0.796
ปริมาณน้ำฝน	-0.003	0.001	-5.236	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.004	0.007	0.528	0.597
ความเร็วลม	-0.000	0.001	-0.232	0.816
Sin (ทิศลม)	0.017	0.008	2.135	0.032 *
Cos (ทิศลม)	0.000	0.007	0.059	0.952
ความกดอากาศ	0.006	0.004	1.458	0.144
จุดน้ำค้าง	-0.018	0.029	-0.591	0.554
ทัศนวิสัย	0.007	0.006	1.142	0.253
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.079	0.028	2.796	0.005 **
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.011	0.002	4.181	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.013	0.003	-4.317	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	0.002	0.001	2.530	0.011 *
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.002	0.000	-1.358	0.174

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.16 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	-7.177	3.639	1.972	0.048 *
อุณหภูมิ	0.057	0.023	2.406	0.016 *
ปริมาณน้ำฝน	-0.004	0.000	-10.104	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.019	0.005	3.399	0.000 ***
ความเร็วลม	0.003	0.001	3.890	0.000 ***
Sin (ทิศทาง)	0.027	0.006	4.294	0.000 ***
Cos (ทิศทาง)	0.012	0.005	2.047	0.041 *
ความกดอากาศ	0.010	0.003	2.932	0.003 **
จุดน้ำค้าง	-0.081	0.023	-3.462	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.005	0.004	1.052	0.292
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.129	0.021	5.881	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.017	0.002	8.181	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.017	0.002	-7.015	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	0.002	0.000	4.869	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.001	0.000	-4.320	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.17 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	8.498	5.502	1.545	0.122
อุณหภูมิ	-0.071	0.036	-2.002	0.045 *
ปริมาณน้ำฝน	-0.001	0.001	-1.540	0.123
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.008	0.008	-0.965	0.334
ความเร็วลม	-0.004	0.001	-2.792	0.005 **
Sin (ทิศทาง)	0.003	0.009	0.271	0.786
Cos (ทิศทาง)	-0.008	0.008	-0.918	0.358
ความกดอากาศ	-0.003	0.005	-0.672	0.501
จุดน้ำค้าง	0.038	0.035	1.081	0.279
ทัศนวิสัย	0.026	0.007	3.661	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.133	0.033	3.968	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.001	0.003	0.221	0.824
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.023	0.004	-6.244	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	0.000	0.001	0.581	0.560
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.001	0.001	2.592	0.009 **

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log



ตาราง 4.18 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	-12.87	3.987	-3.228	0.001 **
อุณหภูมิ	0.064	0.025	2.514	0.011 *
ปริมาณน้ำฝน	-0.004	0.000	-10.092	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.020	0.006	3.284	0.001 **
ความเร็วลม	0.002	0.001	2.852	0.004 **
Sin (ทิศทาง)	0.025	0.007	3.773	0.000 ***
Cos (ทิศทาง)	0.012	0.006	2.041	0.04 *
ความกดอากาศ	0.015	0.003	4.091	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	-0.086	0.025	-3.367	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.002	0.005	0.502	0.615
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.075	0.024	3.091	0.001 **
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.021	0.002	9.091	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.014	0.003	-5.343	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	0.003	0.001	5.931	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.002	0.000	-5.143	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.19 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมิวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2556 ถึง 2557 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	-6.267	6.118	-1.024	0.305
อุณหภูมิ	0.081	0.039	2.063	0.039 *
ปริมาณน้ำฝน	-0.004	0.001	-6.674	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	0.022	0.009	2.426	0.015 *
ความเร็วลม	0.006	0.001	5.109	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	0.041	0.010	3.961	0.000 ***
Cos (ทิศลม)	0.013	0.009	1.426	0.153
ความกดอากาศ	0.007	0.005	1.353	0.176
จุดน้ำค้าง	-0.105	0.039	-2.658	0.007 **
ทัศนวิสัย	-0.012	0.007	-1.606	0.108
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	0.165	0.036	4.515	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.018	0.003	5.196	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.009	0.004	-2.265	0.023 *
ก๊าซโอโซน	0.001	0.001	1.866	0.062
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	-0.002	0.001	4.053	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.20 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	24.837	1.213	20.467	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.093	0.005	-15.873	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	-0.001	0.000	-1.999	0.045 *
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.016	0.001	-11.138	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	1.630	0.103
Sin (ทิศลม)	0.002	0.004	0.625	0.532
Cos (ทิศลม)	-0.031	0.003	-9.209	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.018	0.001	-16.366	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	0.091	0.006	14.071	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.020	0.003	6.808	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.045	0.015	-3.090	0.002 **
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.005	0.001	5.761	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.012	0.001	11.288	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	-0.001	0.000	-3.193	0.001 **
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.002	0.000	8.297	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.21 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	26.147	1.939	13.479	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.091	0.009	-9.757	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	-0.001	0.000	-2.284	0.022 *
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.015	0.002	-6.675	0.000 ***
ความเร็วลม	-0.000	0.000	-0.592	0.553
Sin (ทิศลม)	0.006	0.006	0.989	0.322
Cos (ทิศลม)	-0.030	0.005	-5.462	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.020	0.002	-11.571	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	0.092	0.001	8.957	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.024	0.004	5.102	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.071	0.023	-3.041	0.002 **
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.004	0.001	3.362	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.012	0.002	7.073	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	-0.001	0.000	-3.491	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.002	0.000	6.349	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.22 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	22.890	1.556	14.715	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.094	0.007	-12.518	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	-0.000	0.000	-0.732	0.464
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.016	0.001	-8.921	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	2.574	0.010 *
Sin (ทิศทาง)	0.000	0.005	0.006	0.995
Cos (ทิศทาง)	-0.032	0.004	-7.424	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.016	0.001	-11.696	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	0.089	0.008	10.853	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.017	0.003	4.637	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.028	0.018	-1.521	0.128
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.004	0.001	4.684	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.012	0.001	8.801	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	-0.000	0.000	-1.297	0.195
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.001	0.000	5.547	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.23 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	37.876	2.148	17.632	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.093	0.010	-9.037	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	-0.001	0.000	-3.415	0.000 ***
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.013	0.002	-5.284	0.000 ***
ความเร็วลม	-0.000	0.000	-1.084	0.278
Sin (ทิศลม)	0.011	0.007	1.692	0.091
Cos (ทิศลม)	-0.034	0.006	-5.631	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.032	0.002	-16.462	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	0.088	0.011	7.784	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.032	0.005	6.087	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.172	0.026	-6.492	0.000 ***
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.009	0.001	6.233	0.000 ***
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.008	0.002	4.224	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	-0.001	0.000	-3.941	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.002	0.000	6.787	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.24 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุวิทยามหาวิทยาลัยและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	15.035	1.756	8.560	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.095	0.008	-11.212	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	-0.000	0.000	-0.767	0.442
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.017	0.002	-8.432	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	2.229	0.025 *
Sin (ทิศลม)	0.000	0.005	0.019	0.984
Cos (ทิศลม)	-0.028	0.004	-5.724	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.009	0.001	-5.661	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	0.093	0.009	9.978	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.017	0.004	4.148	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.010	0.021	0.485	0.628
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.003	0.001	2.990	0.002 **
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.014	0.001	9.732	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	-0.001	0.000	-1.552	0.121
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.001	0.000	4.436	0.000 ***

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.25 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2558 ถึง 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	22.561	2.691	8.381	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.087	0.012	-6.729	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	0.001	0.001	1.031	0.302
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.016	0.003	-5.193	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	1.596	0.110
Sin (ทิศลม)	-0.006	0.008	-0.743	0.457
Cos (ทิศลม)	-0.035	0.007	-4.584	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.017	0.002	-7.099	0.000 ***
จุดน้ำค้าง	0.089	0.014	6.269	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.007	0.006	1.069	0.284
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.016	0.032	0.515	0.606
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.001	0.001	0.478	0.632
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.011	0.002	4.839	0.000 ***
ก๊าซโอโซน	0.000	0.001	0.172	0.863
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.001	0.000	3.057	0.002 **

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log



ตาราง 4.26 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในประชากรทั้งหมด ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	17.507	3.686	4.750	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.053	0.007	-7.257	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	0.001	0.000	1.592	0.111
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.012	0.002	-6.493	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	3.785	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	0.025	0.007	3.752	0.000 ***
Cos (ทิศลม)	-0.072	0.006	-11.752	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.011	0.004	-3.154	0.001 **
จุดน้ำค้าง	0.039	0.011	3.661	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.026	0.006	4.271	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.043	0.041	1.021	0.307
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.003	0.002	1.266	0.205
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.002	0.001	1.056	0.291
ก๊าซโอโซน	-0.001	0.000	-1.683	0.092
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.005	0.001	5.805	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	0.003	0.002	1.698	0.089

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.27 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศชาย ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบปัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	22.15	5.851	3.786	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.050	0.011	-4.329	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	0.001	0.001	1.040	0.298
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.011	0.002	-3.999	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	0.686	0.492
Sin (ทิศลม)	0.012	0.010	1.216	0.223
Cos (ทิศลม)	-0.058	0.009	-5.955	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.017	0.005	-2.961	0.003 **
จุดน้ำค้าง	0.033	0.016	1.973	0.048 *
ทัศนวิสัย	0.042	0.009	4.245	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.040	0.066	0.617	0.537
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.001	0.004	0.222	0.824
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.001	0.003	0.327	0.743
ก๊าซโอโซน	-0.002	0.001	-2.853	0.004 **
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.006	0.001	4.253	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	0.002	0.003	0.728	0.466

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.28 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในเพศหญิง ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	13.315	4.746	2.805	0.005 **
อุณหภูมิ	-0.054	0.009	-5.821	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	0.001	0.001	1.205	0.228
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.012	0.002	-5.103	0.000 ***
ความเร็วลม	0.001	0.000	4.315	0.000 ***
Sin (ทีศลม)	0.032	0.008	3.840	0.000 ***
Cos (ทีศลม)	-0.081	0.007	-10.302	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.007	0.004	-1.657	0.097
จุดน้ำค้าง	0.042	0.013	3.110	0.002 **
ทัศนวิสัย	0.016	0.007	2.079	0.037 *
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.044	0.053	0.819	0.412
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.004	0.003	1.424	0.154
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.002	0.002	1.093	0.274
ก๊าซโอโซน	0.000	0.000	0.144	0.885
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.005	0.001	4.039	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	0.003	0.002	1.598	0.109

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.29 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 0-19 ปี ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	26.220	6.359	4.124	0.000 ***
อุณหภูมิ	-0.054	0.012	-4.334	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	0.001	0.001	1.791	0.073
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.012	0.003	-3.909	0.000 ***
ความเร็วลม	0.000	0.000	0.022	0.982
Sin (ทิศลม)	0.013	0.011	1.180	0.238
Cos (ทิศลม)	-0.064	0.010	-6.107	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.020	0.006	-3.276	0.001 **
จุดน้ำค้าง	0.003	0.018	0.177	0.859
ทัศนวิสัย	0.047	0.010	4.385	0.000 ***
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	0.229	0.071	3.197	0.001 **
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.004	0.004	0.992	0.321
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-0.007	0.003	-2.158	0.030 *
ก๊าซโอโซน	-0.002	0.001	-3.870	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.005	0.002	3.239	0.001 **
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	0.004	0.003	1.831	0.067

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.30 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 20-64 ปี ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	8.066	5.424	1.487	0.137
อุณหภูมิ	-0.053	0.010	-4.955	0.000 ***
ปริมาณน้ำฝน	0.000	0.001	0.526	0.599
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.013	0.002	-4.947	0.000 ***
ความเร็วลม	0.001	0.000	3.691	0.000 ***
Sin (ทิศลม)	0.029	0.010	3.031	0.000 ***
Cos (ทิศลม)	-0.077	0.009	-8.611	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.003	0.005	-0.593	0.553
จุดน้ำค้าง	0.061	0.015	3.959	0.000 ***
ทัศนวิสัย	0.018	0.009	2.091	0.036 *
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.021	0.061	-0.347	0.728
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	0.004	0.003	1.225	0.220
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.008	0.002	3.026	0.002 **
ก๊าซโอโซน	-0.000	0.001	-0.164	0.869
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.006	0.001	4.497	0.000 ***
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	-0.001	0.002	-0.267	0.789

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

ตาราง 4.31 ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป ระหว่างปี 2560 ประมาณค่าโดย Multiple Regression Analysis แจกแจงแบบพัวซอง (Poisson)

ตัวพยากรณ์	Regression Coefficient	Std. Error	z-Value	Statistical Significance
ค่าคงที่	19.475	8.203	2.374	0.017 *
อุณหภูมิ	-0.049	0.016	-3.070	0.002 **
ปริมาณน้ำฝน	0.000	0.001	0.483	0.628
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.008	0.004	-1.953	0.051
ความเร็วลม	0.001	0.000	2.736	0.006 **
Sin (ทิศลม)	0.032	0.014	2.227	0.025 *
Cos (ทิศลม)	-0.071	0.013	-5.178	0.000 ***
ความกดอากาศ	-0.015	0.008	-1.903	0.056
จุดน้ำค้าง	0.045	0.023	1.938	0.052
ทัศนวิสัย	0.009	0.013	0.725	0.468
ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.121	0.093	-1.300	0.193
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	-0.001	0.005	-0.327	0.743
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.002	0.004	0.536	0.591
ก๊าซโอโซน	0.001	0.001	1.513	0.130
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	0.004	0.002	1.971	0.048 *
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	0.006	0.003	1.816	0.069

\* p-value < 0.05, \*\* p-value < 0.01, \*\*\* p-value < 0.001

ค่า Regression coefficient แสดงเป็นค่า log

#### 4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในแต่ละการสัมผัสระดับสารมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ

การศึกษาคือการเชื่อมโยงระหว่างปริมาณสารมลพิษทางอากาศกับจำนวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด เป็นการวิเคราะห์แบบ Time-series analysis วิธีการทางสถิติที่ใช้คือ Poisson regression โดยประยุกต์ใช้ตัวแบบ Generalized additive model (GAM) และตัวแบบ Lag time คือ Distributed lag non-linear model (DLNM)

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบจากมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพประชาชนที่อาศัยอยู่ในจังหวัดสงขลา ระหว่างปี 2556-2560 ถูกแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือ ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่ที่ถูกนำเสนอเป็น เปอร์เซ็นต์การป่วยที่เพิ่ม (Increased risk) และส่วนที่สองคือ ผลกระทบต่อกลุ่มประชากรถูกนำเสนอเป็น ความเสี่ยงสัมพัทธ์ (relative risk, RR) ดังนี้

จากตารางที่ 4.32 แสดงข้อมูลการประมาณค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยจำนวน 1,825 วัน แยกแต่ละอำเภอในจังหวัดสงขลา โดยวิธี Ordinary Kriging แทนค่าเริ่มสัมผัสระดับสารมลพิษทางอากาศไปจนกระทั่งเกิดอาการขึ้นโดยอาจเกิดขึ้นในทันทีหรืออาจเกิดในวันถัดไปหรือหลายวันได้

##### 4.5.1 ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษทางอากาศ

สืบเนื่องผลวิเคราะห์ Time Series ในหัวข้อ 4.3 แล้วยังจะเห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดเชิงระบาดวิทยาในภาพรวมมีแนวโน้มที่แบ่งช่วงเวลาที่ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

4.5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

เมื่อกำหนดให้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Model 1 คือ แบบจำลองความสัมพันธ์การวินิจฉัยโรคที่เกิดกับการสัมผัสระดับสาร  
มลพิษเดี่ยว

Model 2 คือ แบบจำลองความสัมพันธ์การวินิจฉัยโรคที่เกิดกับการสัมผัสระดับสาร  
มลพิษหลายชนิด

Model 3 คือ แบบจำลองความสัมพันธ์สุดท้ายของการวินิจฉัยโรคที่เกิดกับการสัมผัส  
ระดับสารมลพิษหลายชนิด



ตาราง 4.32 การประมาณค่าเริ่มสัมผัสเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ จำนวน 1825 วัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560 แยกแต่ละอำเภอในจังหวัดสงขลา โดยวิธี Ordinary Kriging

ชื่ออำเภอ	PM <sub>10</sub> (95% CI)	NO <sub>2</sub> (95% CI)	SO <sub>2</sub> (95% CI)	O <sub>3</sub> (95% CI)	CO (95% CI)
อำเภอเมืองสงขลา	36.48 (35.84~37.01)	7.11 (6.97~7.25)	2.71 (2.64~2.78)	27.38 (26.78~27.98)	0.50 (0.49~0.51)
อำเภอสทิงพระ	37.50 (36.89~38.10)	6.65 (6.53~6.77)	2.43 (2.36~2.49)	23.83 (23.37~24.29)	0.48 (0.47~0.49)
อำเภอจะนะ	31.26 (30.64~31.88)	7.21 (7.04~7.37)	2.72 (2.65~2.78)	32.26(31.39~33.13)	0.50 (0.49~0.51)
อำเภอนาทวี	30.75 (30.16~31.34)	7.35 (7.18~7.51)	2.69 (2.62~2.75)	30.18 (29.43~30.94)	0.51 (0.49~0.52)
อำเภอเทพา	29.56 (28.99~30.12)	7.11 (6.93~7.29)	2.67 (2.60~2.74)	31.72 (30.86~32.58)	0.49 (0.48~0.50)
อำเภอสะบ้าย้อย	29.05 (28.50~29.60)	7.26 (7.08~7.43)	2.66 (2.59~2.73)	29.61 (28.83~30.38)	0.48 (0.47~0.49)
อำเภอระโนด	36.79 (36.23~37.36)	6.15 (6.04~6.25)	2.17 (2.12~2.23)	22.79 (22.37~23.22)	0.45 (0.44~0.46)
อำเภอกระแสสินธุ์	37.16 (36.58~37.74)	6.44 (6.33~6.55)	2.28 (2.22~2.34)	22.81 (22.39~23.24)	0.47 (0.46~0.48)
อำเภอรัตนภูมิ	38.52 (37.85~39.19)	7.29 (7.15~7.43)	2.57 (2.49~2.66)	21.83 (21.44~22.30)	0.51 (0.50~0.52)
อำเภอสะเดา	34.14 (33.51~34.76)	7.44 (7.30~7.59)	2.66 (2.59~2.72)	25.96 (25.43~26.49)	0.52 (0.51~0.53)
อำเภอหาดใหญ่	38.31 (37.64~38.99)	7.34 (7.19~7.48)	2.75 (2.67~2.84)	24.90 (24.39~25.41)	0.51 (0.50~0.52)
อำเภอนาหม่อม	36.09 (35.44~36.74)	7.34 (7.20~7.48)	2.78 (2.70~2.85)	27.87 (27.25~28.50)	0.51(0.50~0.52)
อำเภอควนเนียง	39.06 (38.39~39.73)	7.15 (7.01~7.29)	2.62 (2.54~2.71)	22.93 (22.48~23.39)	0.50 (0.49~0.51)
อำเภอบางกล่ำ	39.51 (38.82~4.020)	7.25 (7.10~7.39)	2.71 (2.62~2.80)	23.44 (22.97~23.92)	0.51 (0.50~0.52)
อำเภอสิงหนคร	37.83 (37.20~38.46)	6.95 (6.82~7.08)	2.60 (2.52~2.67)	24.86 (24.36~25.36)	0.49 (0.48~0.50)
อำเภอคลองหอยโข่ง	37.44 (36.76~38.11)	7.45 (7.30~7.59)	2.70 (2.62~2.78)	23.89 (23.43~24.36)	0.52 (0.51~0.53)
ทั้งหมด	35.59 (35.43~35.75)	7.09 (7.05~7.13)	2.61 (2.59~2.62)	26.02 (25.87~26.17)	0.50 (0.49~0.51)

4.5.1.1 ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาพักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษ โดยวิเคราะห์ lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนจังหวัดสงขลาในภาพรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.33

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 35.59 µg/m<sup>3</sup> พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.97 (95% CI = 1.52~2.42) ใน Model 1 และร้อยละ 1.95 (95% CI = 1.50~2.41) ใน Model 2 และร้อยละ 1.90 (95% CI = 1.45~2.35) ใน Model 3 ตามลำดับ

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 7.09 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.10 (95% CI = 0.81~1.40) ใน Model 1 และร้อยละ 1.08 (95% CI = 0.79%~1.38%) ใน Model 2 และร้อยละ 1.09 (95% CI = 0.80~1.39) ใน Model 3 ตามลำดับ

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.61 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 0-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.44 (95% CI = 0.21~0.68) ใน Model 1 และร้อยละ 0.37 (95% CI = 0.13~0.62) ใน Model 2 และร้อยละ 0.39 (95% CI = 0.15~0.63) ใน Model 3 ตามลำดับ

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 26.02 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 0-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.55 (95% CI = 0.32~0.77) ใน Model 1 และร้อยละ 0.55 (95% CI = 0.29~0.80) ใน Model 2 และร้อยละ 0.51 (95% CI = 0.32~0.71) ใน Model 3 ตามลำดับ

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.50 ppm พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน Model 1 มีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.52 (95% CI = 0.02~1.02) และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 5-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน Model 2 และ Model 3 มีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.35 (95% CI = 0.08~0.63) และร้อยละ 0.38 (95% CI = 0.10~0.65) ตามลำดับ

ตาราง 4.33 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

	% การป่วยที่เพิ่ม (95% CI)					
	0-day lag	1-day lag	2-day lag	3-day lag	4-day lag	5-day lag
<b>Model 1</b>						
PM <sub>10</sub>	-0.22 (-0.60~0.16)	1.97 (1.52~2.42)*	-1.37 (-1.85~-0.89)*	1.16 (0.71~1.60)*	-1.08 (-1.52~-0.63)*	-0.53 (-0.83~-0.22)
NO <sub>2</sub>	-0.54 (-0.96~-0.12)*	-0.45 (-0.72~-0.18)*	-0.22 (-0.54~-0.09)	1.10 (0.81~1.40)*	0.06 (-0.22~0.35)	-0.38 (-0.56~-0.21)*
SO <sub>2</sub>	0.44 (0.21~0.68)*	0.19 (0.00~0.39)	-0.29 (-0.52~-0.06)*	0.29 (0.07~0.50)*	0.04 (-0.17~0.25)	-0.29 (-0.43~-0.15)*
O <sub>3</sub>	0.55 (0.32~0.77)*	-1.32 (-1.55~-1.08)*	0.35 (0.08~0.61)*	0.09 (-0.15~0.34)	-0.04 (-0.28~0.20)	0.24 (0.08~0.40)*
CO	-0.33 (-0.70~0.05)	-0.34 (-0.85~0.17)	-0.19 (-0.40~0.79)	0.52 (0.02~1.02)*	-0.12 (-0.59~0.35)	0.31 (0.03~0.58)*
<b>Model 2</b>						
PM <sub>10</sub>	-0.15 (-0.61~0.31)	1.95 (1.50~2.41)*	-1.36 (-1.84~-0.88)*	1.20 (0.76~1.64)*	-1.12 (-1.56~-0.68)*	-0.44 (-0.75~-0.13)*
NO <sub>2</sub>	-0.49 (-0.92~-0.07)*	-0.47 (-0.75~-0.20)*	-0.13 (-0.45~0.19)	1.08 (0.79~1.38)*	-0.01 (-0.30~0.28)	-0.29 (-0.46~-0.10)*
SO <sub>2</sub>	0.37 (0.13~0.62)*	0.16 (-0.04~0.35)	-0.19 (-0.42~0.05)	0.27 (0.05~0.48)*	-0.04 (-0.25~0.18)	-0.24 (-0.37~-0.10)*
O <sub>3</sub>	0.55 (0.29~0.80)*	-1.29 (-1.52~-1.05)*	0.44 (0.18~0.71)*	-0.02 (-0.22~0.27)	-0.16 (-0.41~0.08)	0.18 (0.02~0.34)*
CO	-0.51 (-0.93~-0.08)*	-0.46 (-0.97~0.05)	0.45 (-0.15~1.05)	0.45 (-0.04~0.95)	-0.18 (-0.65~0.30)	0.35 (0.08~0.63)*
<b>Model 3</b>						
PM <sub>10</sub>	-0.14 (-0.60~0.32)	1.90 (1.45~2.35)*	-1.34 (-1.82~-0.86)*	1.22 (0.78~1.66)*	-1.12 (-1.56~-0.68)*	-0.47 (-0.77~-0.16)*
NO <sub>2</sub>	-0.54 (-0.96~-0.11)*	-0.48 (0.75~-0.21)*	-0.14 (-0.46~0.17)	1.09 (0.80~1.39)*	-0.01 (-0.30~0.28)	-0.28 (-0.46~-0.10)*
SO <sub>2</sub>	0.39 (0.15~0.63)*	0.16 (-0.04~0.35)	-0.20 (-0.43~0.03)	0.28 (0.07~0.50)*	-0.03 (-0.24~0.18)	-0.25 (-0.39~-0.12)*
O <sub>3</sub>	0.51 (0.32~0.71)*	-1.34 (-1.57~-1.10)*	0.37 (0.10~0.64)*	0.10 (-0.14~0.34)	-0.06 (-0.30~0.18)	0.23 (0.07~0.39)*
CO	-0.53 (-0.95~-0.10)*	-0.48 (-0.99~0.04)	0.40 (-0.20~1.00)	0.47 (-0.02~0.97)	-0.19 (-0.66~0.29)	0.38 (0.10~0.65)*

Model 1 คือ Single pollutant model, Model 2 คือ Five pollutants model, Model 3 คือ Final model

\* p-value < 0.05

4.5.1.2 ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาพักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษ โดยวิเคราะห์ lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนจังหวัดสงขลาในภาพรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.34

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 37.85 µg/m<sup>3</sup> พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.79 (95% CI = 0.51~2.99) ใน Model 1 และร้อยละ 1.73 (95% CI = 0.49~2.98) ใน Model 2 และร้อยละ 1.79 (95% CI = 0.55~3.04) ใน Model 3 ตามลำดับ

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 7.03 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 5-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.54 (95% CI = 0.86~2.21) ใน Model 1 และร้อยละ 1.51 (95% CI = 0.83~2.19) ใน Model 2 และร้อยละ 1.49 (95% CI = 0.81~2.17) ใน Model 3 ตามลำดับ

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.34 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.62 (95% CI = 0.13~1.11) ใน Model 1 และร้อยละ 0.60 (95% CI = 0.10~1.09) ใน Model 2 และร้อยละ 0.55 (95% CI = 0.06~1.04) ใน Model 3 ตามลำดับ

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 20.38 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.57 (95% CI = 0.41~2.75) ใน Model 1 และร้อยละ 1.59 (95% CI = 0.43~2.78) ใน Model 2 และร้อยละ 1.58 (95% CI = 0.42~2.77) ใน Model 3 ตามลำดับ

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.48 ppm พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน Model 1 และ Model 2 มีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.71 (95% CI = 0.02~1.41) และร้อยละ 0.70 (95% CI = 0.01~0.40) ตามลำดับ และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 5-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน Model 3 มีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.47 (95% CI = 0.07~0.87)

ตาราง 4.34 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

	% การป่วยที่เพิ่ม (95% CI)					
	0-day lag	1-day lag	2-day lag	3-day lag	4-day lag	5-day lag
<b>Model 1</b>						
PM <sub>10</sub>	0.84 (0.10~1.58)*	1.74 (0.51~2.99)*	-1.30 (-2.64~0.05)	-0.86 (-1.86~0.21)	-0.34 (-1.36~0.69)	-0.48 (-1.12~0.17)
NO <sub>2</sub>	-0.64 (-1.23~-0.04)*	-1.48 (-2.41~-0.55)*	0.04 (-1.01~1.11)	1.17 (0.30~2.05)*	-0.08 (-0.94~0.79)	1.54 (0.86~2.21)*
SO <sub>2</sub>	0.23 (-0.06~0.52)	-0.16 (-0.68~0.36)	-0.36 (-0.92~0.21)	0.62 (0.13~1.11)*	-0.16 (-0.64~0.33)	0.04 (-0.32~0.39)
O <sub>3</sub>	-0.44 (-1.08~0.21)	1.57 (0.41~2.75)*	-0.38 (-1.61~0.87)	0.42 (-0.72~1.57)	-1.30 (-2.33~-0.26)*	0.03 (-0.70~0.78)
CO	0.45 (-0.05~0.96)	-2.02 (-2.70~-1.33)*	0.56 (-0.26~1.40)	0.71 (0.02~1.41)*	-0.18 (-0.84~0.49)	0.56 (0.16~1.96)*
<b>Model 2</b>						
PM <sub>10</sub>	1.06 (0.29~1.84)*	1.73 (0.49~2.98)*	-1.41 (-2.75~-0.05)*	-0.82 (-1.88~0.25)	-0.33 (-1.35~0.70)	-0.47 (-1.12~0.18)
NO <sub>2</sub>	-0.68 (-1.28~-0.07)*	-1.50 (-2.43~-0.56)	0.11 (-0.95~1.18)	1.09 (0.22~1.98)*	-0.05 (-0.92~0.82)	1.51 (0.83~2.19)*
SO <sub>2</sub>	0.23 (-0.06~0.52)	-0.18 (-0.70~0.34)	-0.31 (-0.87~0.26)	0.60 (0.10~1.09)*	-0.18 (-0.66~0.31)	0.04 (-0.32~0.40)
O <sub>3</sub>	-0.47 (-1.12~0.19)	1.59 (0.43~2.78)*	-0.38 (-1.61~0.87)	0.40 (-0.74~1.55)	-1.31 (-2.35~-0.27)*	0.03 (-0.71~0.77)
CO	0.46 (-0.04~0.97)	-2.10 (-2.78~-1.40)*	0.64 (-0.19~1.48)	0.70 (0.01~1.40)*	-0.23 (-0.89~0.44)	0.58 (0.18~0.98)*
<b>Model 3</b>						
PM <sub>10</sub>	1.19 (0.41~1.97)*	1.79 (0.55~3.04)*	-1.40 (-2.74~-0.04)*	-0.85 (-1.92~0.22)	-0.32 (-1.34~0.72)	-0.53 (-1.18~0.13)
NO <sub>2</sub>	-0.74 (-1.34~-0.13)*	-1.40 (-2.33~-0.46)*	-0.05 (-1.11~1.02)	1.05 (0.18~1.93)*	0.05 (-0.81~0.92)	1.49 (0.81~2.17)*
SO <sub>2</sub>	0.24 (-0.05~0.53)	-0.12 (-0.64~0.39)	-0.39 (-0.96~0.17)	0.55 (0.06~1.04)*	-0.10 (-0.58~0.38)	0.03 (-0.33~0.39)
O <sub>3</sub>	-0.48 (-1.13~0.17)	1.58 (0.42~2.77)*	-0.41 (-1.64~0.84)	0.39 (-0.74~1.55)	-1.27 (-2.30~-0.23)*	0.04 (-0.70~0.78)
CO	0.50 (-0.10~1.01)	-1.95 (-2.64~-1.26)	0.54 (-0.29~1.37)	0.06 (-0.10~1.30)	-0.11 (-0.77~0.56)	0.47 (0.07~0.87)*

Model 1 คือ Single pollutant model, Model 2 คือ Five pollutants model, Model 3 คือ Final model

\* p-value < 0.05

4.5.1.3 ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาพักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษ โดยวิเคราะห์ lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนจังหวัดสงขลาในภาพรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.35

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 34.09 µg/m<sup>3</sup> พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.06 (95% CI = 1.55~2.57) ใน Model 1 และร้อยละ 1.97 (95% CI = 1.46~2.49) ใน Model 2 และร้อยละ 2.06 (95% CI = 1.55~2.57) ใน Model 3 ตามลำดับ

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 7.14 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.92 (95% CI = 0.59~1.24) ใน Model 1 และร้อยละ 0.91 (95% CI = 0.59~1.23) ใน Model 2 และร้อยละ 0.95 (95% CI = 0.63~1.27) ใน Model 3 ตามลำดับ

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.79 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.46 (95% CI = 0.21~0.71) ใน Model 1 และร้อยละ 0.39 (95% CI = 0.14~0.64) ใน Model 2 และร้อยละ 0.37 (95% CI = 0.13~0.62) ใน Model 3 ตามลำดับ

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 29.78 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 0-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน Model 1 มีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.59 (95% CI = 0.16~1.03) และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 2-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใน Model 2 และ Model 3 มีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.57 (95% CI = 0.24~0.90) และร้อยละ 0.59 (95% CI = 0.26~0.93) ตามลำดับ

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.51 ppm พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.05 (95% CI = 0.29~1.80) ใน Model 1 และร้อยละ 0.85 (95% CI = 0.10~1.61) ใน Model 2 และร้อยละ 0.99 (95% CI = 0.23~1.74) ใน Model 3 ตามลำดับ



ตาราง 4.35 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

	% การป่วยที่เพิ่ม (95% CI)					
	0-day lag	1-day lag	2-day lag	3-day lag	4-day lag	5-day lag
<b>Model 1</b>						
PM <sub>10</sub>	-0.26 (-0.67~0.16)	2.06 (1.55~2.57)*	-1.32 (-1.83~-0.80)*	1.30 (0.82~1.78)*	-1.41 (-1.91~-0.91)*	-0.02 (-0.39~0.34)
NO <sub>2</sub>	-0.37 (-0.81~0.07)	-0.09 (-0.39~0.20)	-0.51 (-0.85~-0.16)*	0.92 (0.59~1.24)*	0.07 (-0.24~0.39)	-0.59 (-0.78~-0.40)*
SO <sub>2</sub>	0.46 (0.21~0.71)*	0.42 (0.20~0.65)*	-0.36 (-0.64~-0.09)*	0.14 (-0.11~0.40)	0.07 (-0.19~0.32)	-0.29 (-0.46~-0.13)*
O <sub>3</sub>	0.59 (0.16~1.03)*	-1.61 (-1.92~-1.31)*	0.40 (0.07~0.73)*	0.22 (-0.06~0.51)	0.18 (-0.12~0.49)	-0.01 (-0.22~0.19)
CO	-0.47 (-1.01~-0.07)	1.05 (0.29~1.80)*	0.21 (-0.64~1.08)	0.23 (-0.47~0.94)	-0.53 (-1.21~0.14)	0.28 (-0.10~0.67)
<b>Model 2</b>						
PM <sub>10</sub>	-0.37 (-1.10~0.27)	1.97 (1.46~2.49)*	-1.30 (-1.81~-0.78)*	1.30 (0.82~1.79)*	-1.39 (-1.89~-0.89)*	0.08 (-0.28~0.45)
NO <sub>2</sub>	-0.27 (-0.72~0.17)	-0.12 (-0.42~0.18)	-0.41 (-0.76~-0.06)*	0.91 (0.59~1.23)*	-0.01 (-0.33~0.30)	-0.46 (-0.65~-0.26)*
SO <sub>2</sub>	0.39 (0.14~0.64)*	0.38 (0.15~0.61)*	-0.27 (-0.54~0.01)	0.13 (-0.13~0.38)	0.01 (-0.25~0.26)	-0.25 (-0.42~-0.09)*
O <sub>3</sub>	0.33 (-0.12~0.79)	-1.52 (-1.83~-1.21)*	0.57 (0.24~0.90)*	0.10 (-0.19~0.39)	-0.03 (-0.34~0.28)	-0.03 (-0.23~0.18)
CO	-0.48 (-1.03~-0.07)	0.85 (0.10~1.61)*	0.59 (-0.27~1.46)	0.10 (-0.60~0.80)	-0.56 (-0.24~0.12)	0.35 (-0.03~0.74)
<b>Model 3</b>						
PM <sub>10</sub>	-0.26 (-0.68~0.15)	2.06 (1.55~2.57)*	-1.33 (-1.84~-0.81)*	1.30 (0.82~1.78)*	-1.42 (-1.92~-0.92)*	0.03 (-0.33~0.40)
NO <sub>2</sub>	-0.33 (-0.77~0.12)	-0.15 (-0.45~0.14)	-0.41 (-0.76~-0.06)*	0.95 (0.63~1.27)*	-0.03 (-0.35~0.29)	-0.47 (-0.67~-0.28)*
SO <sub>2</sub>	0.37 (0.13~0.62)*	0.37 (0.15~0.60)*	-0.24 (-0.52~0.03)	0.16 (-0.09~0.41)	-0.01 (-0.26~0.25)	-0.28 (-0.44~-0.11)*
O <sub>3</sub>	0.38 (-0.05~0.82)	-1.55 (-1.85~-1.24)*	0.59 (0.26~0.93)*	0.12 (-0.17~0.40)	0.01 (-0.30~0.31)	-0.07 (-0.27~0.14)
CO	-0.52 (-1.06~-0.03)	0.99 (0.23~1.74)*	0.30 (-0.56~1.16)	0.24 (-0.46~0.94)	-0.50 (-1.17~0.18)	0.27 (-0.12~0.66)

Model 1 คือ Single pollutant model, Model 2 คือ Five pollutants model, Model 3 คือ Final model

\* p-value < 0.05

4.5.1.4 ผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่ติดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่ติดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาฟักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษ โดยวิเคราะห์ lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนจังหวัดสงขลาในภาพรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.36

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 29.79 µg/m<sup>3</sup> พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.59 (95% CI = 1.82~3.36) ใน Model 1 และร้อยละ 2.89 (95% CI = 2.10~3.68) ใน Model 2 และร้อยละ 2.83 (95% CI = 2.04~3.62) ใน Model 3 ตามลำดับ

PM<sub>2.5</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 13.92 µg/m<sup>3</sup> พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 0-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.96 (95% CI = 1.26~2.66) ใน Model 1 และร้อยละ 2.00 (95% CI = 1.21~2.79) ใน Model 2 และร้อยละ 2.03 (95% CI = 1.25~2.82) ใน Model 3 ตามลำดับ

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 5.68 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.22 (95% CI = 0.49~1.96) ใน Model 1 และร้อยละ 1.44 (95% CI = 0.70~2.19) ใน Model 2 และร้อยละ 1.50 (95% CI = 0.75~2.25) ใน Model 3 ตามลำดับ

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.60 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 1-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.59 (95% CI = 0.22~0.97) ใน Model 1 และร้อยละ 0.47 (95% CI = 0.09~0.84) ใน Model 2 และร้อยละ 0.49 (95% CI = 0.12~0.87) ใน Model 3 ตามลำดับ

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 32.96 ppb พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 0-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.91 (95% CI = 1.11~2.71) ใน Model 1 และร้อยละ 1.65 (95% CI = 0.82~2.49) ใน Model 2 และร้อยละ 1.72 (95% CI = 0.90~2.54) ใน Model 3 ตามลำดับ

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.49 ppm พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก 10% มีความสัมพันธ์สูงสุดที่ 3-day lag อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.87 (95% CI = 0.70~3.05) ใน Model 1 และร้อยละ 1.57 (95% CI = 0.40~2.77) ใน Model 2 และร้อยละ 1.57 (95% CI = 0.40~2.76) ใน Model 3 ตามลำดับ

ตาราง 4.36 ผลกระทบของการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ สำหรับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

	% การป่วยที่เพิ่ม (95% CI)					
	0-day lag	1-day lag	2-day lag	3-day lag	4-day lag	5-day lag
<b>Model 1</b>						
PM <sub>10</sub>	1.16 (0.10~2.24)*	2.19 (1.27~3.12)*	-2.65 (-3.54~-1.75)*	2.59 (1.82~3.36)*	-2.25 (-3.13~-1.37)*	0.66 (-0.02~1.34)
PM <sub>2.5</sub>	1.96 (1.26~2.66)*	-1.82 (-3.04~-0.59)	0.90 (-0.58~2.41)	0.72 (-0.37~2.00)	-0.27 (-1.41~0.89)	-1.01 (-1.86~-0.14)*
NO <sub>2</sub>	0.65 (-0.21~1.51)	-1.48 (-2.15~-0.80)*	1.08 (0.28~1.89)*	1.22 (0.49~1.96)*	-0.48 (-1.20~0.24)	0.56 (0.10~1.03)*
SO <sub>2</sub>	0.48 (0.04~0.93)*	0.59 (0.22~0.97)*	-0.09 (-0.55~0.37)	-0.10 (-0.50~0.29)	-0.25 (-0.67~0.16)	-0.49 (-0.76~-0.21)*
O <sub>3</sub>	1.91 (1.11~2.71)*	-1.86 (-2.51~-1.20)*	0.62 (-0.03~1.27)	-1.41 (-2.05~-0.77)*	0.96 (0.27~1.66)*	-0.64 (-1.16~-0.11)*
CO	-2.29 (-4.69~0.17)	-0.58 (-1.89~0.75)	1.60 (0.04~3.18)*	1.87 (0.70~3.05)*	-2.91 (-4.01~-1.80)*	1.45 (0.82~2.08)*
<b>Model 2</b>						
PM <sub>10</sub>	1.16 (0.03~2.31)*	1.84 (0.91~2.78)*	-2.60 (-3.49~-1.69)*	2.89 (2.10~3.68)*	-2.39 (-3.28~-1.50)*	0.71 (0.02~1.40)*
PM <sub>2.5</sub>	2.00 (1.21~2.79)*	-2.03 (-3.26~-0.78)*	0.55 (-0.94~2.07)	1.47 (0.34~2.61)*	-0.65 (-1.81~0.52)	-0.74 (-1.61~0.14)
NO <sub>2</sub>	0.29 (-0.56~1.15)	-1.66 (-2.34~-0.97)*	1.12 (0.39~2.01)*	1.44 (0.70~2.19)*	-0.65 (-1.37~0.08)	0.64 (0.17~1.11)*
SO <sub>2</sub>	0.33 (-0.08~0.75)	0.47 (0.09~0.84)*	-0.03 (-0.49~0.44)	0.03 (-0.37~0.43)	-0.41 (-0.82~0.01)	-0.38 (-0.66~-0.10)*
O <sub>3</sub>	1.65 (0.82~2.49)*	-1.55 (-2.22~-0.89)*	1.09 (0.43~1.76)*	-1.45 (-2.09~-0.80)*	0.43 (-0.28~1.14)	-0.78 (-1.31~-0.25)*
CO	-2.10 (-4.49~0.35)	-0.26 (-1.59~1.09)	1.26 (-0.31~2.86)	1.57 (0.40~2.77)*	-2.76 (-3.88~-1.64)*	1.52 (0.88~2.16)*
<b>Model 3</b>						
PM <sub>10</sub>	0.96 (-0.15~2.09)*	2.02 (1.09~2.95)*	-2.59 (-3.48~-1.68)*	2.83 (2.04~3.62)*	-2.44 (-3.33~-1.55)*	0.72 (0.03~1.41)*
PM <sub>2.5</sub>	2.03 (1.25~2.82)*	-2.06 (-3.29~-0.82)*	0.73 (-0.77~2.25)	1.33 (0.20~2.47)*	-0.56 (-1.72~0.62)	-0.81 (-1.68~0.11)
NO <sub>2</sub>	0.18 (-0.66~1.03)	-1.65 (-2.34~-0.97)*	1.26 (0.45~2.08)*	1.50 (0.75~2.25)*	-0.72 (-1.44~0.01)	0.66 (0.18~1.13)*
SO <sub>2</sub>	0.31 (-0.01~0.72)	0.49 (0.12~0.87)*	0.00 (-0.46~0.47)	0.01 (-0.39~0.41)	-0.37 (-0.78~0.05)	-0.39 (-0.67~-0.11)*
O <sub>3</sub>	1.72 (0.90~2.54)*	-1.60 (-2.26~-0.94)*	1.07 (0.41~1.74)*	-1.42 (-2.06~-0.77)*	0.46 (-0.24~1.17)	-0.89 (-1.42~-0.35)*
CO	-2.22 (-4.61~0.23)*	-0.27 (-1.60~1.08)	1.36 (-0.22~2.96)	1.57 (0.40~2.76)*	-2.79 (-3.90~-1.67)*	1.50 (0.87~2.15)*

Model 1 คือ Single pollutant model, Model 2 คือ Six pollutants model, Model 3 คือ Final model, \* p-value < 0.05

4.5.2 ผลกระทบในกลุ่มประชากรสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ

สืบเนื่องผลวิเคราะห์ Time Series ในหัวข้อ 4.3 แล้วนั้นจะเห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดเชิงระบาดวิทยาในภาพรวมมีแนวโน้มที่แบ่งช่วงเวลาได้ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยได้แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

4.5.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.2.1 ผลกระทบในกลุ่มประชากรสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

การประมาณค่า Relative risk และ 95% confidence intervals (95% CI) วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์สุดท้ายของการสัมผัสสารมลพิษหลายชนิด (Final model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาฟักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษเพื่อหา lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวัน จนถึงวันที่ 15 (15 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ ดังนี้

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 35.59 µg/m<sup>3</sup> ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.37 และภาพที่ 4.13 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3-6 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 4 day มีค่า RR เท่ากับ 1.2558 (95% CI = 1.1432-1.3795) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 25.58% (95% CI = 14.32-37.95)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3-5 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 4 day มีค่า RR เท่ากับ 1.4449 (95% CI = 1.2811-1.6297) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 44.49% (95% CI = 28.11-62.97)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 4-8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 6 day มีค่า RR เท่ากับ 1.3023 (95% CI = 1.1325-1.4976) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 30.23% (95% CI = 13.25-49.76)

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 7.09 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.38 และภาพที่ 4.14 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0500 (95% CI = 1.0015-1.1009) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.00% (95% CI = 0.15-10.09)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 1-2 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 2 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0521 (95% CI = 1.0061-1.1001) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.21% (95% CI = 0.61-10.01)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 4-9 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 7 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1346 (95% CI = 1.0850-1.1865) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 13.46% (95% CI = 8.50-18.65)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-4 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0690 (95% CI = 1.0183-1.1222) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 6.90% (95% CI = 1.83-12.22)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 15 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1096 (95% CI = 1.0454-1.1778) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 10.96% (95% CI = 4.54-17.78)

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.61 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.39 และภาพที่ 4.15 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 10-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 10 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0457 (95% CI = 1.0007-1.0927) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 4.57% (95% CI = 0.07-9.27)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3 day และ lag 9-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 10 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0800 (95% CI = 1.0324-1.1299) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 8.00% (95% CI = 3.24-12.99)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-1 day และ lag 11-14 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 12 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1575 (95% CI = 1.1154-1.2012) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 15.75% (95% CI = 11.54-20.12)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3 day และ lag 9-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 10 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1270 (95% CI = 1.0686-1.1886) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 12.70% (95% CI = 6.86-18.86)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 26.02 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.40 และภาพที่ 4.16 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-4 day และ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0916 (95% CI = 1.0579-1.1264) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 9.16% (95% CI = 5.79-12.64)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0 day และ lag 15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0242 (95% CI = 1.0001-1.0489) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.42% (95% CI = 0.01-4.89)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-6 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0945 (95% CI = 1.0674-1.1223) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 9.45% (95% CI = 6.74-12.23)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0514 (95% CI = 1.0216-1.0821) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.14% (95% CI = 2.16-8.21)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0 day และ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0358 (95% CI = 1.0003-1.0724) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.58% (95% CI = 0.03-7.24)

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.50 ppm ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.41 และภาพที่ 4.17 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

- ในเพศหญิง พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 9-14 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 12 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0257 (95% CI = 1.0090-1.0427) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.57% (95% CI = 0.90-4.27)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

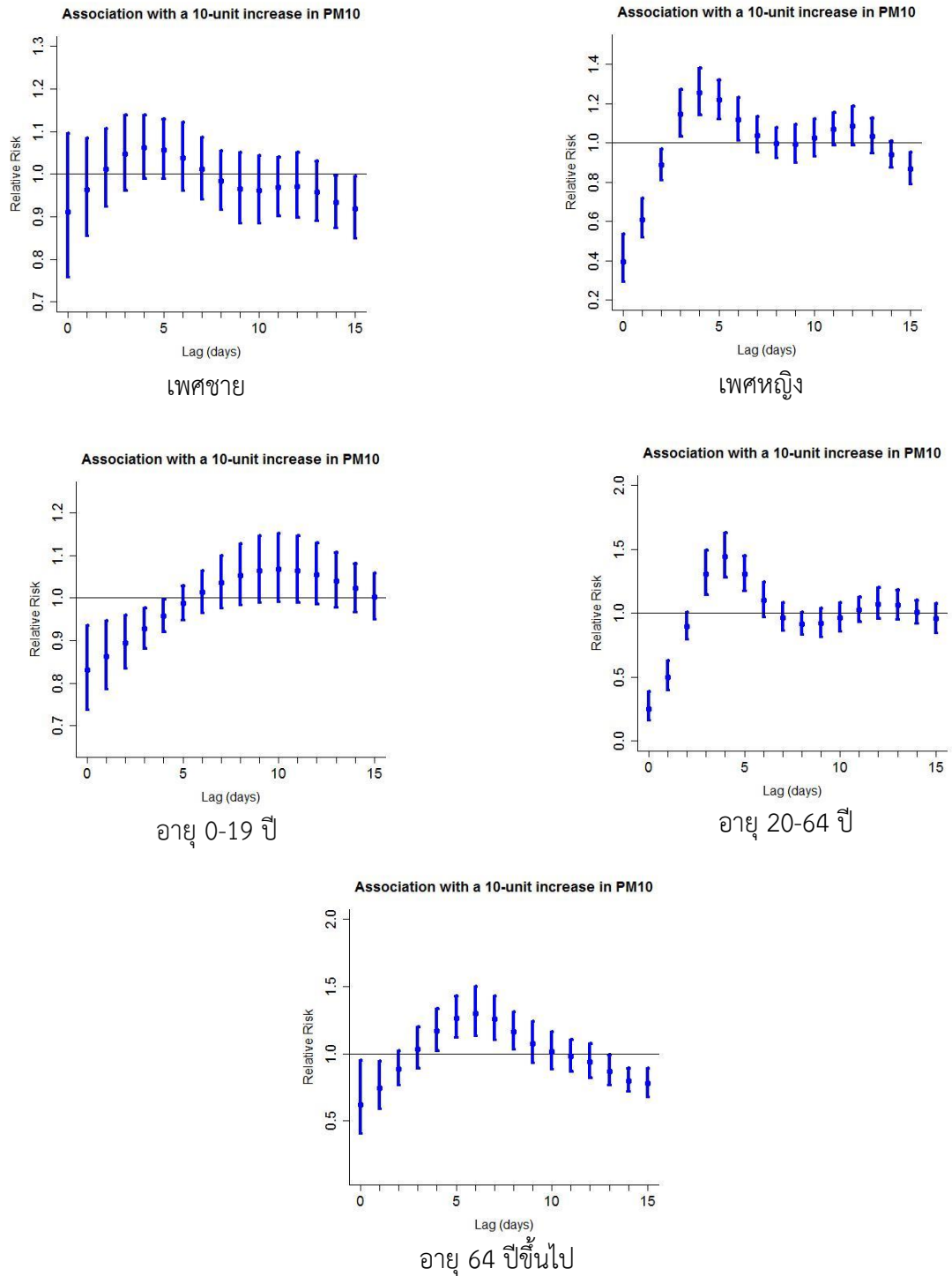
- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )



ตาราง 4.37 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9106 (0.7574-1.0948)	0.3954 (0.2921-0.5354)	0.8311 (0.7384-0.9353)	0.2516 (0.1635-0.3873)	0.6214 (0.4071-0.9485)
1-day lag	0.9631 (0.8547-1.0852)	0.6103 (0.5203-0.7160)	0.8629 (0.7861-0.9471)	0.4990 (0.3966-0.6278)	0.7460 (0.5890-0.9447)
2-day lag	1.0112 (0.9240-1.1067)	0.8875 (0.8126-0.9694)	0.8952 (0.8347-0.9602)	0.8937 (0.7937-1.0064)	0.8867 (0.7705-1.0203)
3-day lag	1.0466 (0.9615-1.1394)	1.1457 (1.0323-1.2715)*	0.9274 (0.8813-0.9760)	1.3060 (1.1422-1.4932)*	1.0332 (0.8898-1.1997)
4-day lag	1.0616 (0.9898-1.1387)	1.2558 (1.1432-1.3795)*	0.9586 (0.9212-0.9975)	1.4449 (1.2811-1.6297)*	1.1682 (1.0207-1.3370)*
5-day lag	1.0573 (0.9900-1.1291)	1.2170 (1.1216-1.3205)*	0.9879 (0.9490-1.0283)	1.3067 (1.1785-1.4489)*	1.2670 (1.1227-1.4299)*
6-day lag	1.0386 (0.9614-1.1220)	1.1180 (1.0141-1.2324)*	1.0142 (0.9661-1.0646)	1.0990 (0.9694-1.2459)	1.3023 (1.1325-1.4976)*
7-day lag	1.0113 (0.9417-1.0861)	1.0384 (0.9517-1.1331)	1.0365 (0.9772-1.0994)	0.9670 (0.8655-1.0804)	1.2580 (1.1071-1.4295)*
8-day lag	0.9837 (0.9175-1.0547)	0.9973 (0.9235-1.0770)	1.0537 (0.9847-1.1276)	0.9157 (0.8330-1.0066)	1.1662 (1.0365-1.3120)*
9-day lag	0.9647 (0.8857-1.0507)	0.9924 (0.8998-1.0945)	1.0648 (0.9894-1.1461)	0.9196 (0.8126-1.0407)	1.0744 (0.9311-1.2397)
10-day lag	0.9615 (0.8854-1.0441)	1.0232 (0.9319-1.1235)	1.0688 (0.9912-1.1525)	0.9639 (0.8568-1.0844)	1.0155 (0.8859-1.1641)
11-day lag	0.9683 (0.9015-1.0402)	1.0675 (0.9874-1.1541)	1.0651 (0.9900-1.1459)	1.0262 (0.9333-1.1285)	0.9803 (0.8705-1.1039)
12-day lag	0.9714 (0.8987-1.0501)	1.0839 (0.9892-1.1876)	1.0551 (0.9857-1.1293)	1.0716 (0.9571-1.1997)	0.9396 (0.8200-1.0767)
13-day lag	0.9577 (0.8896-1.0310)	1.0329 (0.9470-1.1265)	1.0403 (0.9780-1.1064)	1.0622 (0.9534-1.1833)	0.8715 (0.7662-0.9913)
14-day lag	0.9331 (0.8743-0.9959)	0.9393 (0.8741-1.0094)	1.0225 (0.9665-1.0816)	1.0075 (0.9216-1.1015)	0.8006 (0.7182-0.8924)
15-day lag	0.9192 (0.8486-0.9955)	0.8680 (0.7904-0.9531)*	1.0033 (0.9507-1.0587)	0.9553 (0.8492-1.0745)	0.7777 (0.6784-0.8914)

\* p-value < 0.05

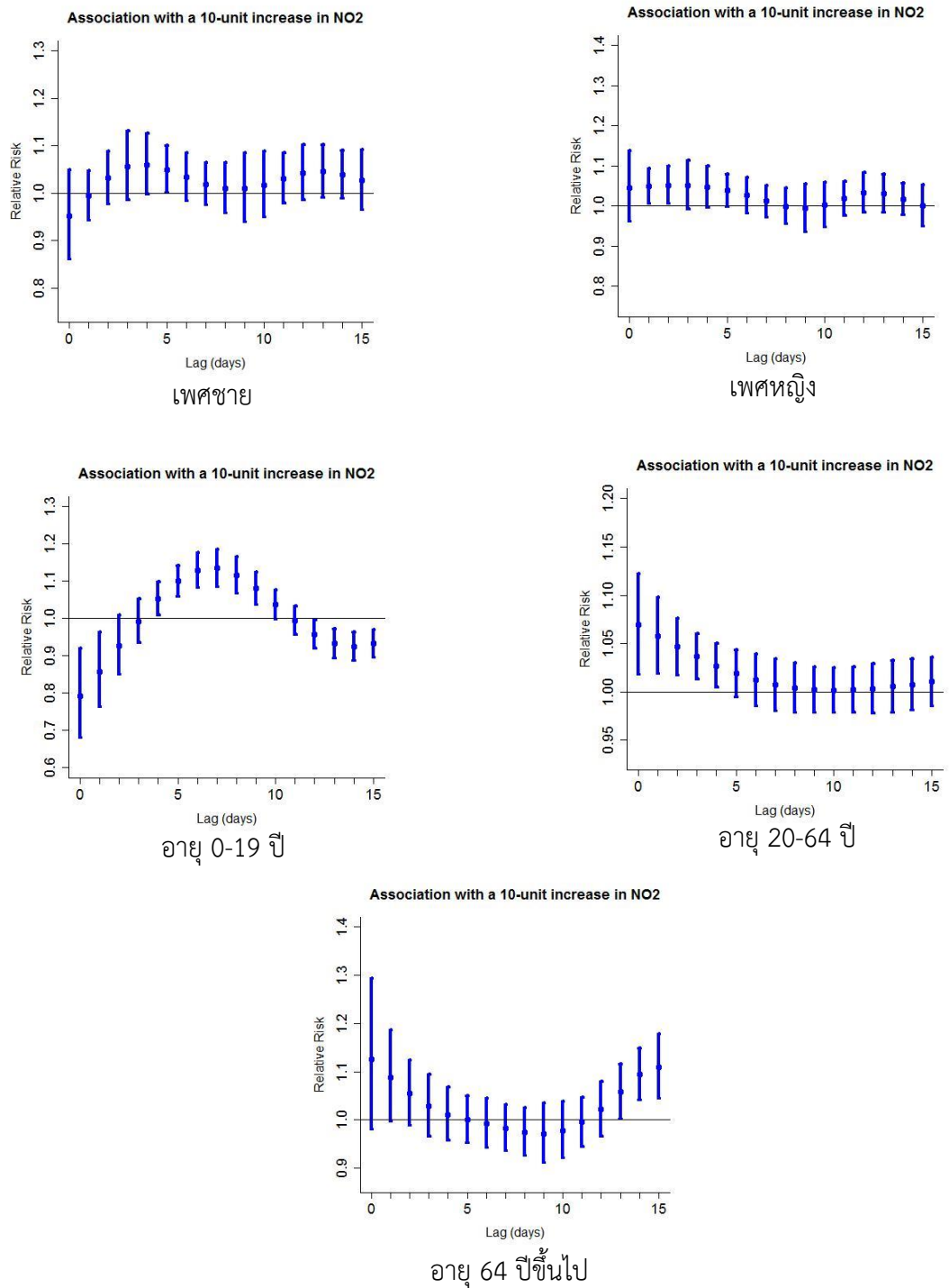


ภาพ 4.13 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.38 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9513 (0.8621-1.0498)	1.0461 (0.9618-1.1379)	0.7915 (0.6806-0.9205)	1.0690 (1.0183-1.1222)*	1.1263 (0.9802-1.2941)
1-day lag	0.9940 (0.9438-1.0470)	1.0498 (1.0069-1.0945)*	0.8578 (0.7629-0.9644)	1.0576 (1.0190-1.0977)*	1.0878 (0.9974-1.1863)
2-day lag	1.0315 (0.9768-1.0893)	1.0521 (1.0061-1.1001)*	0.9262 (0.8500-1.0093)	1.0466 (1.0178-1.0763)*	1.0539 (0.9890-1.1231)
3-day lag	1.0558 (0.9856-1.1310)	1.0515 (0.9928-1.1138)	0.9929 (0.9354-1.0539)	1.0363 (1.0131-1.0600)*	1.0276 (0.9650-1.0943)
4-day lag	1.0604 (0.9989-1.1257)	1.0470 (0.9973-1.0992)	1.0529 (1.0092-1.0985)*	1.0269 (1.0045-1.0498)*	1.0107 (0.9570-1.0674)
5-day lag	1.0500 (1.0015-1.1009)*	1.0385 (0.9987-1.0799)	1.1005 (1.0595-1.1430)*	1.0188 (0.9943-1.0438)	1.0002 (0.9533-1.0494)
6-day lag	1.0336 (0.9848-1.0848)	1.0266 (0.9829-1.0722)	1.1296 (1.0836-1.1775)*	1.0120 (0.9856-1.0391)	0.9921 (0.9422-1.0446)
7-day lag	1.0192 (0.9757-1.0647)	1.0120 (0.9733-1.0522)	1.1346 (1.0850-1.1865)*	1.0070 (0.9803-1.0344)	0.9828 (0.9370-1.0310)
8-day lag	1.0106 (0.9585-1.0655)	0.9993 (0.9562-1.0444)	1.1156 (1.0675-1.1658)*	1.0037 (0.9784-1.0296)	0.9745 (0.9262-1.0254)
9-day lag	1.0095 (0.9393-1.0849)	0.9945 (0.9367-1.0559)	1.0803 (1.0369-1.1255)*	1.0019 (0.9784-1.0259)	0.9714 (0.9116-1.0352)
10-day lag	1.0174 (0.9510-1.0883)	1.0026 (0.9490-1.0591)	1.0373 (0.9983-1.0778)	1.0014 (0.9787-1.0246)	0.9777 (0.9206-1.0385)
11-day lag	1.0307 (0.9786-1.0856)	1.0189 (0.9773-1.0622)	0.9941 (0.9568-1.0329)	1.0020 (0.9784-1.0261)	0.9946 (0.9451-1.0468)
12-day lag	1.0425 (0.9866-1.1016)	1.0321 (0.9839-1.0827)	0.9574 (0.9194-0.9970)	1.0033 (0.9780-1.0293)	1.0216 (0.9662-1.0802)
13-day lag	1.0458 (0.9914-1.1032)	1.0310 (0.9844-1.0798)	0.9327 (0.8938-0.9733)	1.0053 (0.9787-1.0326)	1.0580 (1.0028-1.1163)*
14-day lag	1.0394 (0.9902-1.0911)	1.0166 (0.9777-1.0571)	0.9248 (0.8866-0.9646)	1.0077 (0.9815-1.0346)	1.0938 (1.0420-1.1482)*
15-day lag	1.0274 (0.9659-1.0928)	1.0007 (0.9508-1.0532)	0.9325 (0.8960-0.9704)	1.0103 (0.9857-1.0356)	1.1096 (1.0454-1.1778)*

\* p-value < 0.05

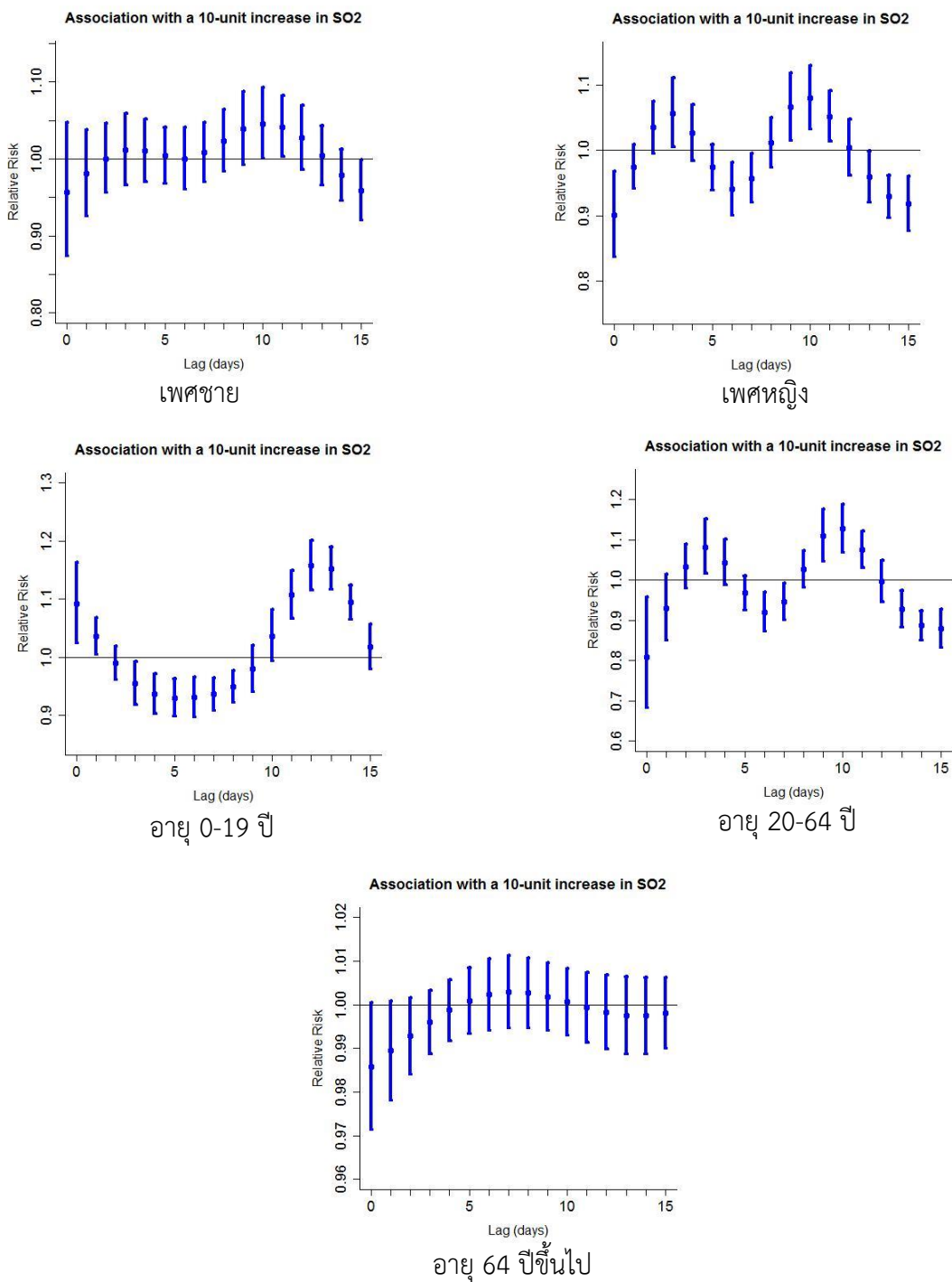


ภาพ 4.14 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.39 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9568 (0.8743-1.0472)	0.9003 (0.8374-0.9680)	1.0920 (1.0254-1.1630)*	0.8091 (0.6841-0.9570)	0.9825 (0.9444-1.0221)
1-day lag	0.9804 (0.9262-1.0378)	0.9743 (0.9410-1.0088)	1.0368 (1.0055-1.0690)*	0.9286 (0.8498-1.0147)	0.9895 (0.9592-1.0208)
2-day lag	1.0001 (0.9562-1.0461)	1.0343 (0.9949-1.0752)	0.9898 (0.9615-1.0188)	1.0334 (0.9801-1.0896)	0.9962 (0.9724-1.0206)
3-day lag	1.0112 (0.9657-1.0589)	1.0565 (1.0049-1.1108)*	0.9555 (0.9189-0.9935)	1.0813 (1.0156-1.1511)*	1.0021 (0.9824-1.0222)
4-day lag	1.0104 (0.9706-1.0518)	1.0260 (0.9842-1.0696)	0.9368 (0.9029-0.9719)	1.0429 (0.9879-1.1011)	1.0067 (0.9882-1.0256)
5-day lag	1.0037 (0.9679-1.0408)	0.9734 (0.9394-1.0087)	0.9304 (0.8987-0.9631)	0.9673 (0.9259-1.0106)	1.0096 (0.9902-1.0294)
6-day lag	1.0003 (0.9609-1.0413)	0.9401 (0.9002-0.9817)	0.9314 (0.8978-0.9663)	0.9195 (0.8724-0.9691)	1.0104 (0.9897-1.0315)
7-day lag	1.0079 (0.9700-1.0472)	0.9569 (0.9201-0.9952)	0.9363 (0.9086-0.9649)	0.9455 (0.9015-0.9917)	1.0086 (0.9877-1.0300)
8-day lag	1.0234 (0.9843-1.0641)	1.0108 (0.9733-1.0497)	0.9496 (0.9227-0.9773)	1.0272 (0.9826-1.0737)	1.0043 (0.9842-1.0248)
9-day lag	1.0388 (0.9920-1.0878)	1.0653 (1.0148-1.1184)*	0.9802 (0.9411-1.0209)	1.1096 (1.0477-1.1752)*	0.9984 (0.9794-1.0178)
10-day lag	1.0457 (1.0007-1.0927)*	1.0800 (1.0324-1.1299)*	1.0369 (0.9939-1.0818)	1.1270 (1.0686-1.1886)*	0.9918 (0.9733-1.0106)
11-day lag	1.0414 (1.0025-1.0819)*	1.0515 (1.0140-1.0904)*	1.1069 (1.0664-1.1491)*	1.0748 (1.0300-1.1215)*	0.9854 (0.9664-1.0047)
12-day lag	1.0270 (0.9863-1.0694)	1.0037 (0.9616-1.0477)	1.1575 (1.1154-1.2012)*	0.9959 (0.9460-1.0484)	0.9800 (0.9601-1.0004)
13-day lag	1.0041 (0.9663-1.0435)	0.9590 (0.9204-0.9993)	1.1525 (1.1166-1.1896)*	0.9275 (0.8832-0.9741)	0.9766 (0.9559-0.9977)
14-day lag	0.9785 (0.9455-1.0126)	0.9291 (0.8974-0.9619)	1.0943 (1.0654-1.1240)*	0.8869 (0.8516-0.9236)	0.9758 (0.9554-0.9968)
15-day lag	0.9587 (0.9204-0.9985)	0.9180 (0.8774-0.9604)	1.0181 (0.9808-1.0569)	0.8792 (0.8329-0.9280)	0.9777 (0.9581-0.9976)

\* p-value < 0.05

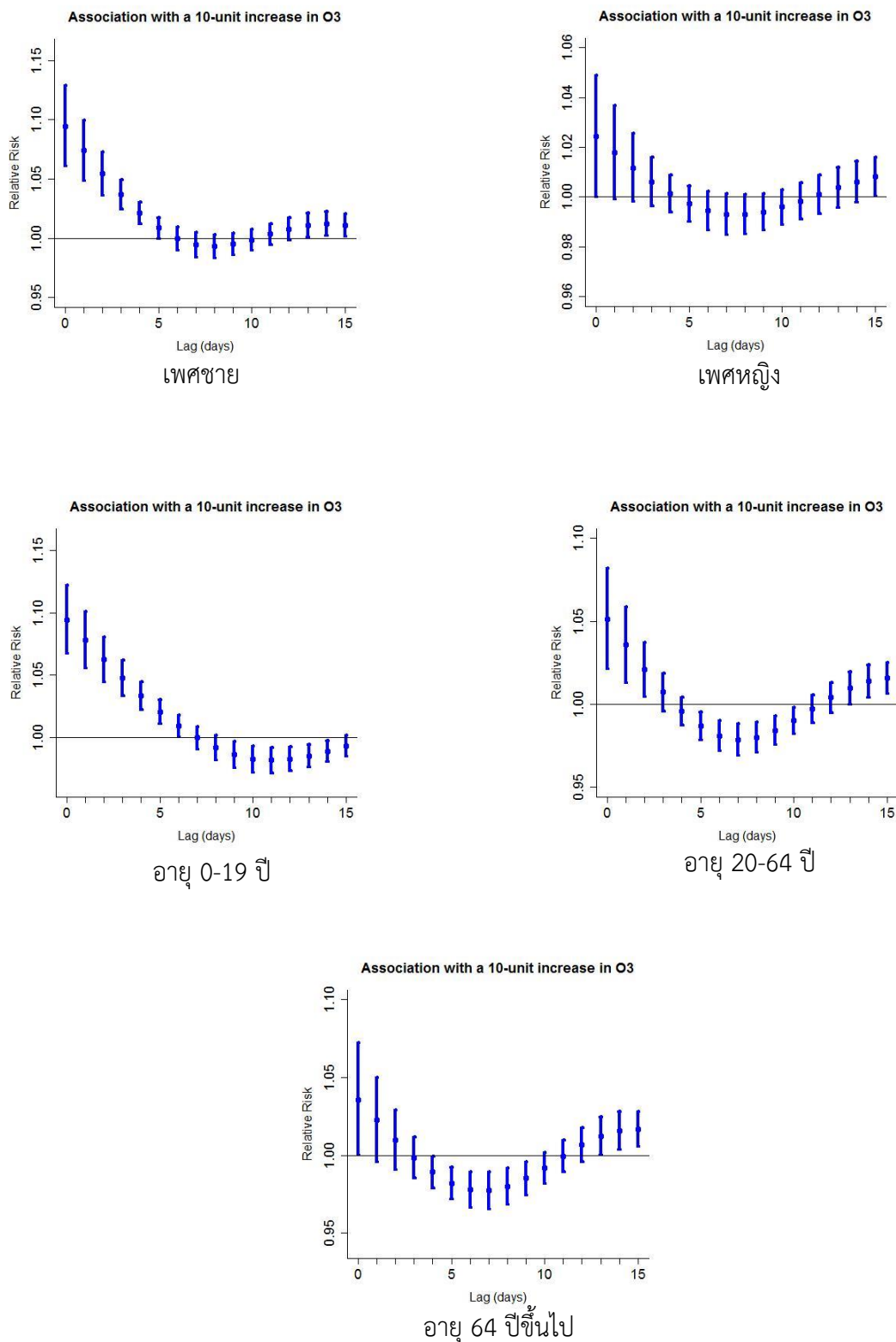


ภาพ 4.15 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.40 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0943 (1.0607-1.1290)*	1.0242 (1.0001-1.0489)*	1.0945 (1.0674-1.1223)*	1.0514 (1.0216-1.0821)*	1.0358 (1.0003-1.0724)*
1-day lag	1.0738 (1.0484-1.0998)*	1.0178 (0.9992-1.0368)	1.0782 (1.0559-1.1010)*	1.0356 (1.0129-1.0588)*	1.0224 (0.9955-1.0499)
2-day lag	1.0543 (1.0362-1.0728)*	1.0117 (0.9981-1.0256)	1.0624 (1.0445-1.0807)*	1.0207 (1.0043-1.0373)*	1.0098 (0.9906-1.0293)
3-day lag	1.0366 (1.0242-1.0490)*	1.0061 (0.9965-1.0159)	1.0474 (1.0333-1.0618)*	1.0072 (0.9959-1.0186)	0.9985 (0.9853-1.0118)
4-day lag	1.0211 (1.0121-1.0302)*	1.0013 (0.9939-1.0087)	1.0334 (1.0223-1.0447)*	0.9957 (0.9872-1.0043)	0.9890 (0.9791-0.9991)
5-day lag	1.0086 (0.9999-1.0173)	0.9973 (0.9902-1.0044)	1.0206 (1.0113-1.0301)*	0.9868 (0.9786-0.9950)	0.9820 (0.9720-0.9921)
6-day lag	0.9994 (0.9898-1.0092)	0.9945 (0.9868-1.0023)	1.0093 (1.0006-1.0181)*	0.9809 (0.9719-0.9901)	0.9778 (0.9666-0.9893)
7-day lag	0.9943 (0.9841-1.0047)	0.9930 (0.9849-1.0012)	0.9996 (0.9906-1.0088)	0.9787 (0.9691-0.9883)	0.9771 (0.9652-0.9892)
8-day lag	0.9931 (0.9832-1.0032)	0.9930 (0.9851-1.0010)	0.9918 (0.9821-1.0016)	0.9801 (0.9708-0.9894)	0.9798 (0.9683-0.9915)
9-day lag	0.9949 (0.9857-1.0042)	0.9940 (0.9866-1.0015)	0.9861 (0.9758-0.9965)	0.9842 (0.9756-0.9928)	0.9851 (0.9745-0.9958)
10-day lag	0.9986 (0.9900-1.0074)	0.9959 (0.9889-1.0030)	0.9826 (0.9721-0.9932)	0.9901 (0.9821-0.9983)	0.9919 (0.9820-1.0019)
11-day lag	1.0033 (0.9945-1.0121)	0.9984 (0.9912-1.0055)	0.9815 (0.9713-0.9919)	0.9970 (0.9888-1.0054)	0.9994 (0.9893-1.0096)
12-day lag	1.0078 (0.9983-1.0174)	1.0011 (0.9934-1.0088)	0.9825 (0.9729-0.9923)	1.0039 (0.9949-1.0130)	1.0065 (0.9955-1.0177)
13-day lag	1.0111 (1.0009-1.0213)*	1.0038 (0.9956-1.0120)	0.9851 (0.9761-0.9941)	1.0098 (1.0001-1.0196)*	1.0123 (1.0004-1.0243)*
14-day lag	1.0122 (1.0020-1.0224)*	1.0062 (0.9980-1.0143)	0.9888 (0.9804-0.9972)	1.0138 (1.0041-1.0236)*	1.0158 (1.0038-1.0279)*
15-day lag	1.0110 (1.0014-1.0206)*	1.0080 (1.0003-1.0158)*	0.9932 (0.9850-1.0015)	1.0157 (1.0066-1.0249)*	1.0168 (1.0055-1.0282)*

\* p-value < 0.05



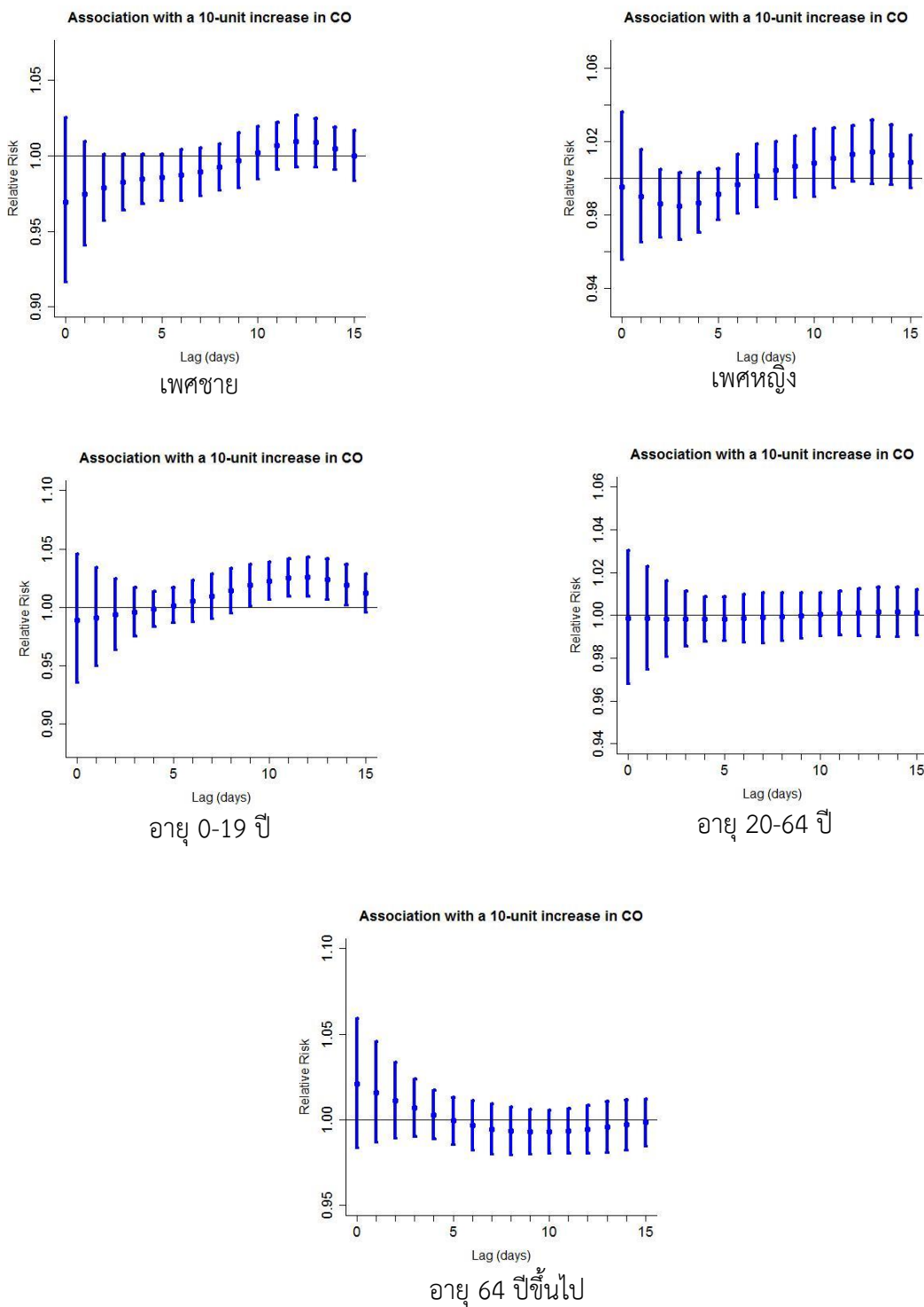
ภาพ 4.16 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560



ตาราง 4.41 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดกับการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9694 (0.9166-1.0253)	0.9952 (0.9559-1.0362)	0.9890 (0.9356-1.0455)	0.9987 (0.9681-1.0301)	1.0208 (0.9838-1.0591)
1-day lag	0.9744 (0.9407-1.0093)	0.9901 (0.9651-1.0159)	0.9911 (0.9498-1.0342)	0.9985 (0.9748-1.0228)	1.0159 (0.9869-1.0457)
2-day lag	0.9789 (0.9573-1.0010)	0.9863 (0.9680-1.0049)	0.9933 (0.9633-1.0241)	0.9983 (0.9808-1.0162)	1.0112 (0.9892-1.0337)
3-day lag	0.9823 (0.9638-1.0012)	0.9848 (0.9666-1.0033)	0.9957 (0.9751-1.0167)	0.9983 (0.9855-1.0112)	1.0068 (0.9900-1.0238)
4-day lag	0.9844 (0.9683-1.0008)	0.9867 (0.9703-1.0033)	0.9983 (0.9832-1.0137)	0.9982 (0.9879-1.0086)	1.0027 (0.9887-1.0170)
5-day lag	0.9857 (0.9706-1.0010)	0.9913 (0.9773-1.0055)	1.0014 (0.9865-1.0166)	0.9983 (0.9880-1.0087)	0.9993 (0.9856-1.0132)
6-day lag	0.9870 (0.9701-1.0041)	0.9968 (0.9809-1.0130)	1.0050 (0.9877-1.0227)	0.9985 (0.9873-1.0098)	0.9965 (0.9821-1.0110)
7-day lag	0.9892 (0.9735-1.0052)	1.0015 (0.9844-1.0189)	1.0093 (0.9904-1.0285)	0.9988 (0.9872-1.0106)	0.9944 (0.9799-1.0092)
8-day lag	0.9925 (0.9772-1.0081)	1.0044 (0.9889-1.0201)	1.0140 (0.9953-1.0330)	0.9993 (0.9880-1.0107)	0.9932 (0.9792-1.0074)
9-day lag	0.9968 (0.9788-1.0151)	1.0064 (0.9898-1.0232)	1.0186 (1.0011-1.0363)*	0.9998 (0.9894-1.0104)	0.9927 (0.9797-1.0060)
10-day lag	1.0018 (0.9845-1.0194)	1.0084 (0.9901-1.0270)	1.0225 (1.0062-1.0389)*	1.0004 (0.9905-1.0104)	0.9929 (0.9802-1.0057)
11-day lag	1.0065 (0.9911-1.0222)	1.0109 (0.9948-1.0274)	1.0250 (1.0091-1.0413)*	1.0009 (0.9908-1.0111)	0.9934 (0.9804-1.0066)
12-day lag	1.0093 (0.9924-1.0266)	1.0133 (0.9982-1.0286)	1.0257 (1.0090-1.0427)*	1.0013 (0.9905-1.0122)	0.9944 (0.9804-1.0085)
13-day lag	1.0087 (0.9926-1.0249)	1.0143 (0.9972-1.0317)	1.0239 (1.0064-1.0416)*	1.0015 (0.9901-1.0131)	0.9956 (0.9809-1.0105)
14-day lag	1.0049 (0.9911-1.0189)	1.0128 (0.9967-1.0292)	1.0190 (1.0017-1.0366)*	1.0015 (0.9901-1.0130)	0.9969 (0.9824-1.0117)
15-day lag	1.0001 (0.9837-1.0168)	1.0090 (0.9947-1.0235)	1.0118 (0.9956-1.0282)	1.0013 (0.9906-1.0121)	0.9983 (0.9846-1.0122)

\* p-value < 0.05



ภาพ 4.17 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.2.2 ผลกระทบในกลุ่มประชากรสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

การประมาณค่า Relative risk และ 95% confidence intervals (95% CI) วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์สุดท้ายของการสัมผัสสารมลพิษหลายชนิด (Final model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาฟักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษเพื่อหา lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวัน จนถึงวันที่ 15 (15 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ ดังนี้

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 37.85 µg/m<sup>3</sup> ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.42 และภาพที่ 4.18 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 7-10 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 8 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0272 (95% CI = 1.0122-1.0425) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.72% (95% CI = 1.22-4.25)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 8-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 9 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0182 (95% CI = 1.0077-1.0288) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.82% (95% CI = 0.77-2.88)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 7.03 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.43 และภาพที่ 4.19 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในเพศหญิง พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0311 (95% CI = 1.0076-1.0551) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.11% (95% CI = 0.76-5.51)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-3 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 2 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0209 (95% CI = 1.0024-1.0398) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.09% (95% CI = 0.24-3.98)

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.34 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.44 และภาพที่ 4.20 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในเพศหญิง พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-4 day และ lag 9-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 3 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1334 (95% CI = 1.0774-1.1923) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 13.34% (95% CI = 7.74-19.23)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0672 (95% CI = 1.0265-1.1095) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 6.72% (95% CI = 2.65-10.95)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 20.38 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.45 และภาพที่ 4.21 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในเพศหญิง พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 7-8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 8 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0371 (95% CI = 1.0075-1.0676) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.75% (95% CI = 0.75-6.76)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.48 ppm ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.46 และภาพที่ 4.22 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-3 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0450 (95% CI = 1.0014-1.0906) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 4.50% (95% CI = 0.14-9.06)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0690 (95% CI = 1.0053-1.1367) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 6.90% (95% CI = 0.53-13.67)

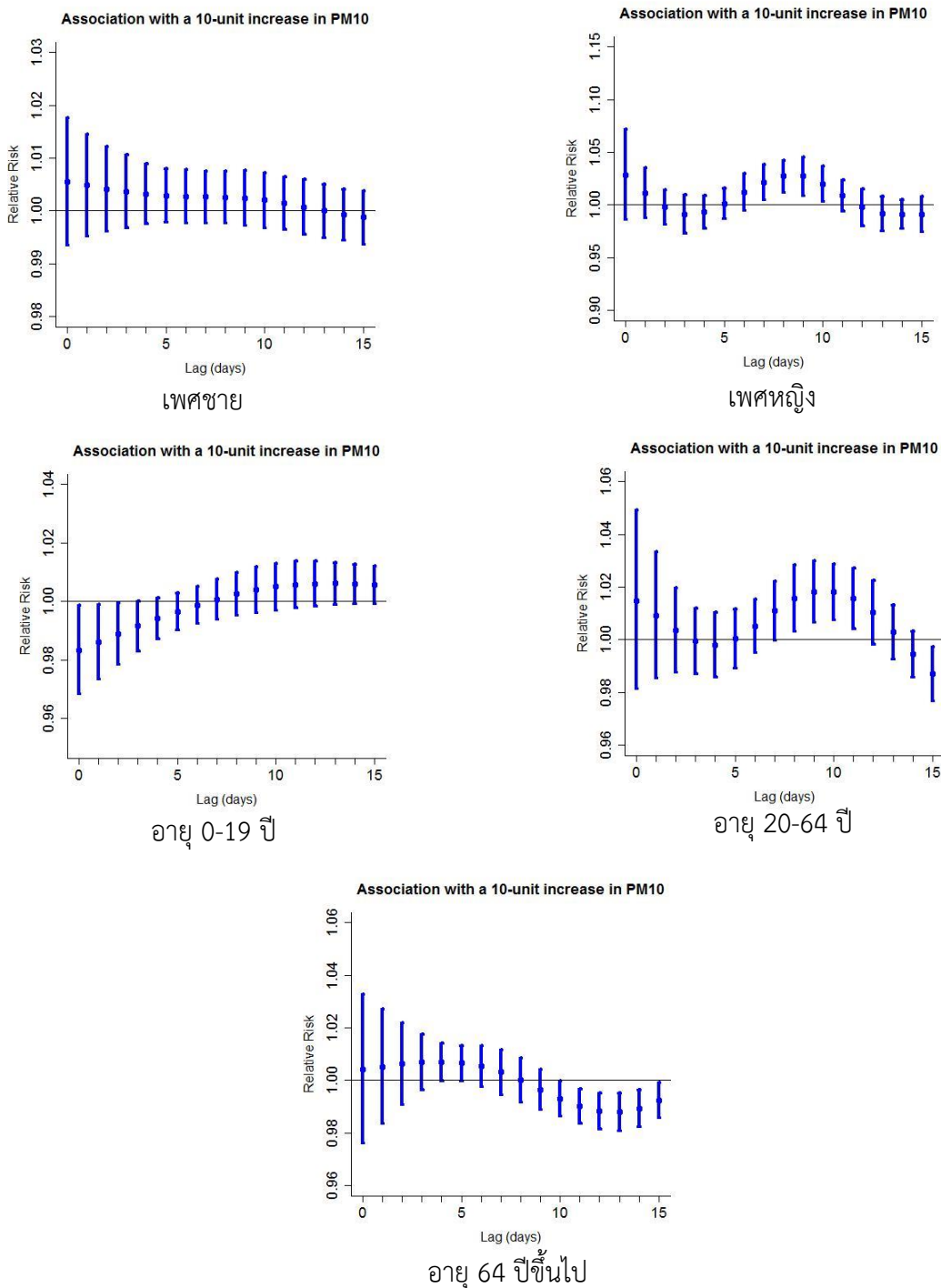
- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และ lag 8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.5125 (95% CI = 1.3368-1.7113) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 51.25% (95% CI = 33.68-71.13)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1256 (95% CI = 1.0260-1.2348) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 12.56% (95% CI = 2.60-23.48)

ตาราง 4.42 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่ติดกับการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0055 (0.9935-1.0177)	1.0281 (0.9863-1.0718)	0.9834 (0.9684-0.9987)	1.0147 (0.9815-1.0491)	1.0041 (0.9761-1.0328)
1-day lag	1.0048 (0.9952-1.0145)	1.0113 (0.9881-1.0350)	0.9862 (0.9736-0.9989)	1.0091 (0.9854-1.0334)	1.0052 (0.9837-1.0272)
2-day lag	1.0041 (0.9961-1.0122)	0.9979 (0.9815-1.0145)	0.9889 (0.9785-0.9994)	1.0036 (0.9876-1.0197)	1.0062 (0.9907-1.0219)
3-day lag	1.0036 (0.9967-1.0105)	0.9910 (0.9729-1.0094)	0.9916 (0.9831-1.0001)	0.9994 (0.9871-1.0119)	1.0069 (0.9965-1.0173)
4-day lag	1.0032 (0.9975-1.0089)	0.9930 (0.9774-1.0087)	0.9941 (0.9871-1.0012)	0.9980 (0.9858-1.0105)	1.0070 (0.9999-1.0142)
5-day lag	1.0029 (0.9978-1.0079)	1.0013 (0.9870-1.0158)	0.9965 (0.9902-1.0029)	1.0004 (0.9891-1.0117)	1.0066 (0.9999-1.0133)
6-day lag	1.0027 (0.9976-1.0078)	1.0122 (0.9946-1.0301)	0.9988 (0.9925-1.0051)	1.0052 (0.9951-1.0154)	1.0053 (0.9975-1.0131)
7-day lag	1.0026 (0.9977-1.0076)	1.0216 (1.0052-1.0383)*	1.0008 (0.9940-1.0075)	1.0108 (0.9997-1.0221)	1.0031 (0.9945-1.0117)
8-day lag	1.0025 (0.9977-1.0074)	1.0272 (1.0122-1.0425)*	1.0025 (0.9952-1.0098)	1.0157 (1.0032-1.0283)*	1.0000 (0.9916-1.0085)
9-day lag	1.0024 (0.9972-1.0076)	1.0272 (1.0092-1.0455)*	1.0039 (0.9961-1.0117)	1.0182 (1.0067-1.0299)*	0.9965 (0.9889-1.0042)
10-day lag	1.0020 (0.9968-1.0072)	1.0201 (1.0032-1.0372)*	1.0050 (0.9970-1.0130)	1.0182 (1.0077-1.0288)*	0.9931 (0.9863-0.9999)
11-day lag	1.0014 (0.9964-1.0064)	1.0085 (0.9939-1.0234)	1.0057 (0.9978-1.0136)	1.0156 (1.0042-1.0271)*	0.9902 (0.9837-0.9967)
12-day lag	1.0007 (0.9955-1.0059)	0.9976 (0.9805-1.0151)	1.0061 (0.9985-1.0137)	1.0103 (0.9982-1.0226)	0.9883 (0.9816-0.9950)
13-day lag	1.0000 (0.9949-1.0051)	0.9920 (0.9758-1.0084)	1.0061 (0.9990-1.0133)	1.0028 (0.9925-1.0131)	0.9879 (0.9808-0.9950)
14-day lag	0.9993 (0.9945-1.0041)	0.9913 (0.9781-1.0048)	1.0060 (0.9993-1.0127)	0.9944 (0.9858-1.0031)	0.9893 (0.9823-0.9964)
15-day lag	0.9987 (0.9937-1.0038)	0.9914 (0.9748-1.0082)	1.0056 (0.9992-1.0121)	0.9871 (0.9769-0.9973)	0.9924 (0.9859-0.9991)

\* p-value < 0.05



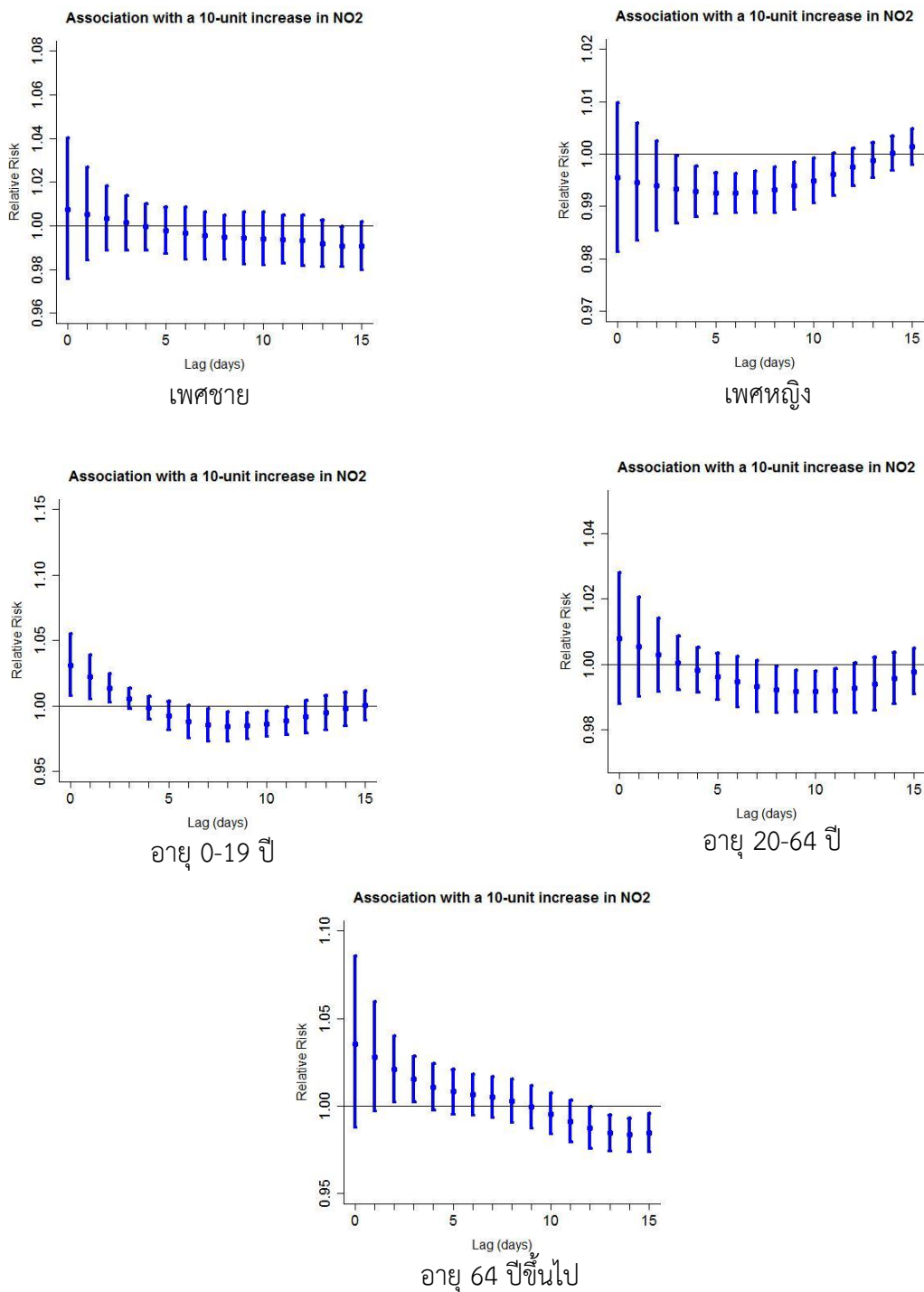
ภาพ 4.18 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

ตาราง 4.43 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0073 (0.9756-1.0401)	0.9955 (0.9813-1.0098)	1.0311 (1.0076-1.0551)*	1.0078 (0.9880-1.0280)	1.0355 (0.9877-1.0856)
1-day lag	1.0052 (0.9841-1.0268)	0.9946 (0.9835-1.0058)	1.0221 (1.0055-1.0389)*	1.0052 (0.9900-1.0206)	1.0278 (0.9971-1.0596)
2-day lag	1.0032 (0.9885-1.0181)	0.9938 (0.9853-1.0025)	1.0135 (1.0026-1.0244)*	1.0027 (0.9916-1.0139)	1.0209 (1.0024-1.0398)*
3-day lag	1.0013 (0.9889-1.0139)	0.9932 (0.9868-0.9997)	1.0055 (0.9976-1.0134)	1.0003 (0.9922-1.0085)	1.0151 (1.0021-1.0283)*
4-day lag	0.9995 (0.9889-1.0102)	0.9928 (0.9880-0.9976)	0.9984 (0.9898-1.0070)	0.9981 (0.9913-1.0050)	1.0108 (0.9977-1.0240)
5-day lag	0.9978 (0.9873-1.0085)	0.9925 (0.9887-0.9964)	0.9925 (0.9818-1.0034)	0.9962 (0.9891-1.0033)	1.0081 (0.9954-1.0209)
6-day lag	0.9965 (0.9846-1.0085)	0.9925 (0.9888-0.9962)	0.9881 (0.9758-1.0005)	0.9945 (0.9868-1.0022)	1.0064 (0.9949-1.0180)
7-day lag	0.9954 (0.9847-1.0063)	0.9927 (0.9888-0.9967)	0.9853 (0.9730-0.9978)	0.9932 (0.9854-1.0010)	1.0049 (0.9933-1.0166)
8-day lag	0.9947 (0.9846-1.0048)	0.9932 (0.9888-0.9975)	0.9843 (0.9731-0.9957)	0.9922 (0.9851-0.9994)	1.0028 (0.9904-1.0154)
9-day lag	0.9942 (0.9823-1.0063)	0.9939 (0.9894-0.9984)	0.9848 (0.9749-0.9947)	0.9917 (0.9853-0.9982)	0.9995 (0.9875-1.0117)
10-day lag	0.9940 (0.9819-1.0061)	0.9949 (0.9906-0.9993)	0.9863 (0.9769-0.9959)	0.9916 (0.9854-0.9978)	0.9954 (0.9838-1.0072)
11-day lag	0.9937 (0.9826-1.0049)	0.9961 (0.9921-1.0001)	0.9887 (0.9782-0.9993)	0.9919 (0.9852-0.9987)	0.9912 (0.9793-1.0033)
12-day lag	0.9931 (0.9816-1.0047)	0.9974 (0.9938-1.0010)	0.9916 (0.9796-1.0038)	0.9927 (0.9852-1.0003)	0.9873 (0.9755-0.9993)
13-day lag	0.9917 (0.9813-1.0024)	0.9988 (0.9955-1.0021)	0.9947 (0.9817-1.0079)	0.9940 (0.9859-1.0021)	0.9845 (0.9743-0.9949)
14-day lag	0.9905 (0.9813-0.9997)	1.0001 (0.9969-1.0034)	0.9977 (0.9852-1.0103)	0.9957 (0.9878-1.0035)	0.9834 (0.9740-0.9929)
15-day lag	0.9907 (0.9797-1.0019)	1.0014 (0.9979-1.0048)	1.0004 (0.9894-1.0114)	0.9977 (0.9908-1.0047)	0.9847 (0.9736-0.9959)

\* p-value < 0.05



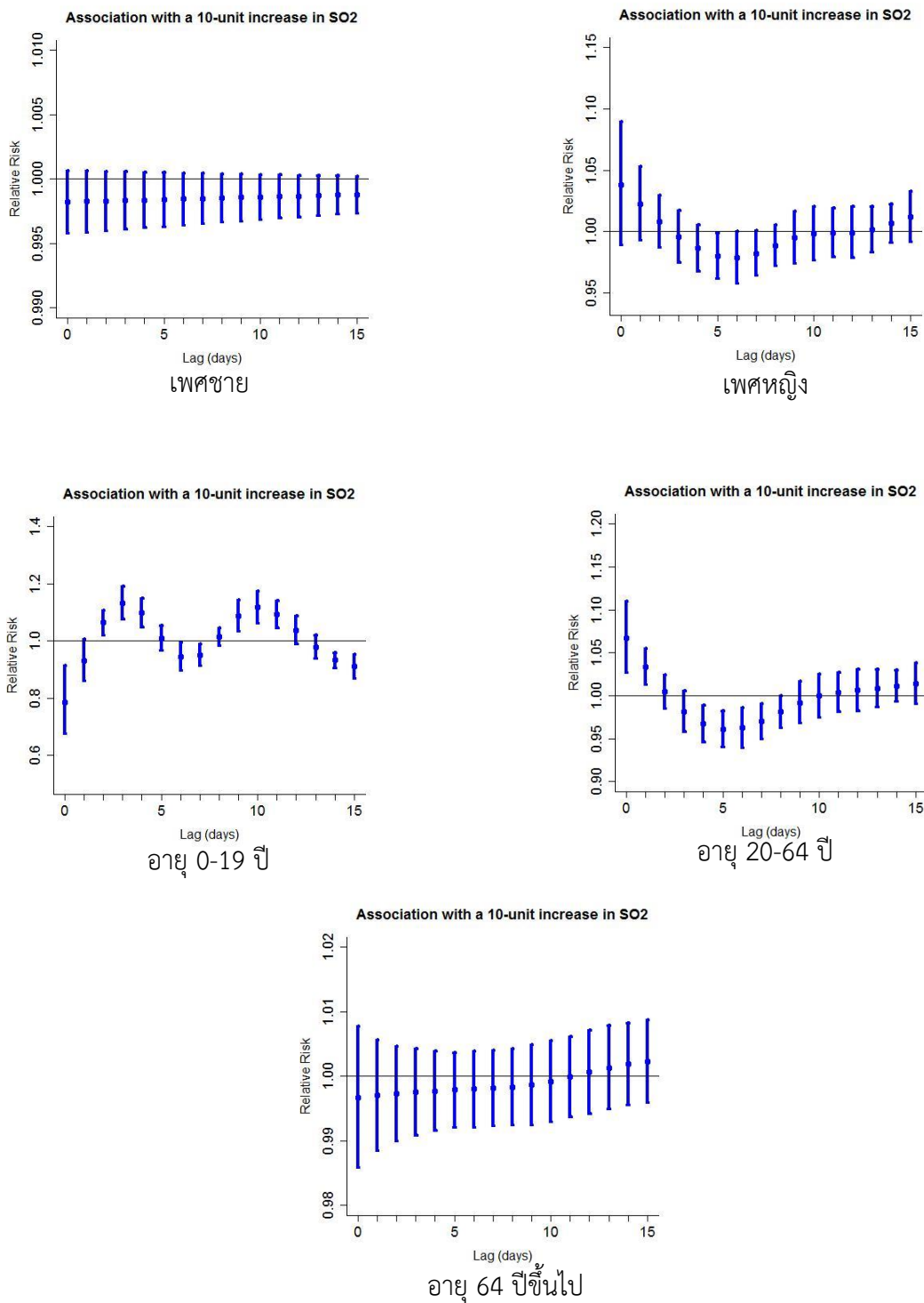


ภาพ 4.19 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

ตาราง 4.44 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9998 (0.9979-1.0017)	1.0378 (0.9887-1.0893)	0.7858 (0.6754-0.9143)	1.0672 (1.0265-1.1095)*	0.9967 (0.9858-1.0076)
1-day lag	0.9998 (0.9979-1.0016)	1.0225 (0.9930-1.0528)	0.9310 (0.8618-1.0058)	1.0338 (1.0126-1.0553)*	0.9970 (0.9884-1.0056)
2-day lag	0.9997 (0.9979-1.0016)	1.0082 (0.9872-1.0297)	1.0644 (1.0219-1.1087)*	1.0043 (0.9849-1.0241)*	0.9972 (0.9899-1.0046)
3-day lag	0.9997 (0.9979-1.0015)	0.9959 (0.9748-1.0174)	1.1334 (1.0774-1.1923)*	0.9815 (0.9579-1.0057)	0.9975 (0.9907-1.0042)
4-day lag	0.9997 (0.9980-1.0014)	0.9862 (0.9677-1.0052)	1.0978 (1.0491-1.1487)*	0.9672 (0.9459-0.9890)	0.9977 (0.9916-1.0038)
5-day lag	0.9997 (0.9980-1.0013)	0.9802 (0.9619-0.9988)	1.0104 (0.9685-1.0541)	0.9612 (0.9405-0.9823)	0.9978 (0.9921-1.0036)
6-day lag	0.9996 (0.9980-1.0012)	0.9786 (0.9578-0.9999)	0.9450 (0.8971-0.9955)	0.9624 (0.9390-0.9863)	0.9980 (0.9921-1.0039)
7-day lag	0.9996 (0.9980-1.0012)	0.9821 (0.9639-1.0006)	0.9516 (0.9136-0.9912)	0.9698 (0.9494-0.9906)	0.9981 (0.9923-1.0040)
8-day lag	0.9996 (0.9981-1.0011)	0.9887 (0.9723-1.0053)	1.0148 (0.9843-1.0462)	0.9808 (0.9623-0.9997)	0.9983 (0.9925-1.0042)
9-day lag	0.9995 (0.9981-1.0010)	0.9951 (0.9740-1.0166)	1.0880 (1.0358-1.1429)*	0.9919 (0.9679-1.0165)	0.9986 (0.9924-1.0049)
10-day lag	0.9995 (0.9981-1.0009)	0.9984 (0.9768-1.0204)	1.1175 (1.0623-1.1755)*	0.9997 (0.9750-1.0249)	0.9992 (0.9929-1.0055)
11-day lag	0.9995 (0.9981-1.0008)	0.9988 (0.9792-1.0188)	1.0924 (1.0468-1.1400)*	1.0038 (0.9815-1.0267)	0.9998 (0.9936-1.0061)
12-day lag	0.9994 (0.9981-1.0008)	0.9991 (0.9784-1.0203)	1.0380 (0.9894-1.0889)	1.0062 (0.9824-1.0305)	1.0006 (0.9941-1.0071)
13-day lag	0.9994 (0.9981-1.0007)	1.0016 (0.9830-1.0207)	0.9790 (0.9402-1.0194)	1.0084 (0.9869-1.0305)	1.0013 (0.9948-1.0078)
14-day lag	0.9994 (0.9982-1.0006)	1.0065 (0.9908-1.0225)	0.9329 (0.9073-0.9592)	1.0112 (0.9930-1.0298)	1.0018 (0.9956-1.0082)
15-day lag	0.9994 (0.9982-1.0006)	1.0117 (0.9913-1.0325)	0.9113 (0.8696-0.9549)	1.0139 (0.9905-1.0377)	1.0022 (0.9958-1.0087)

\* p-value < 0.05

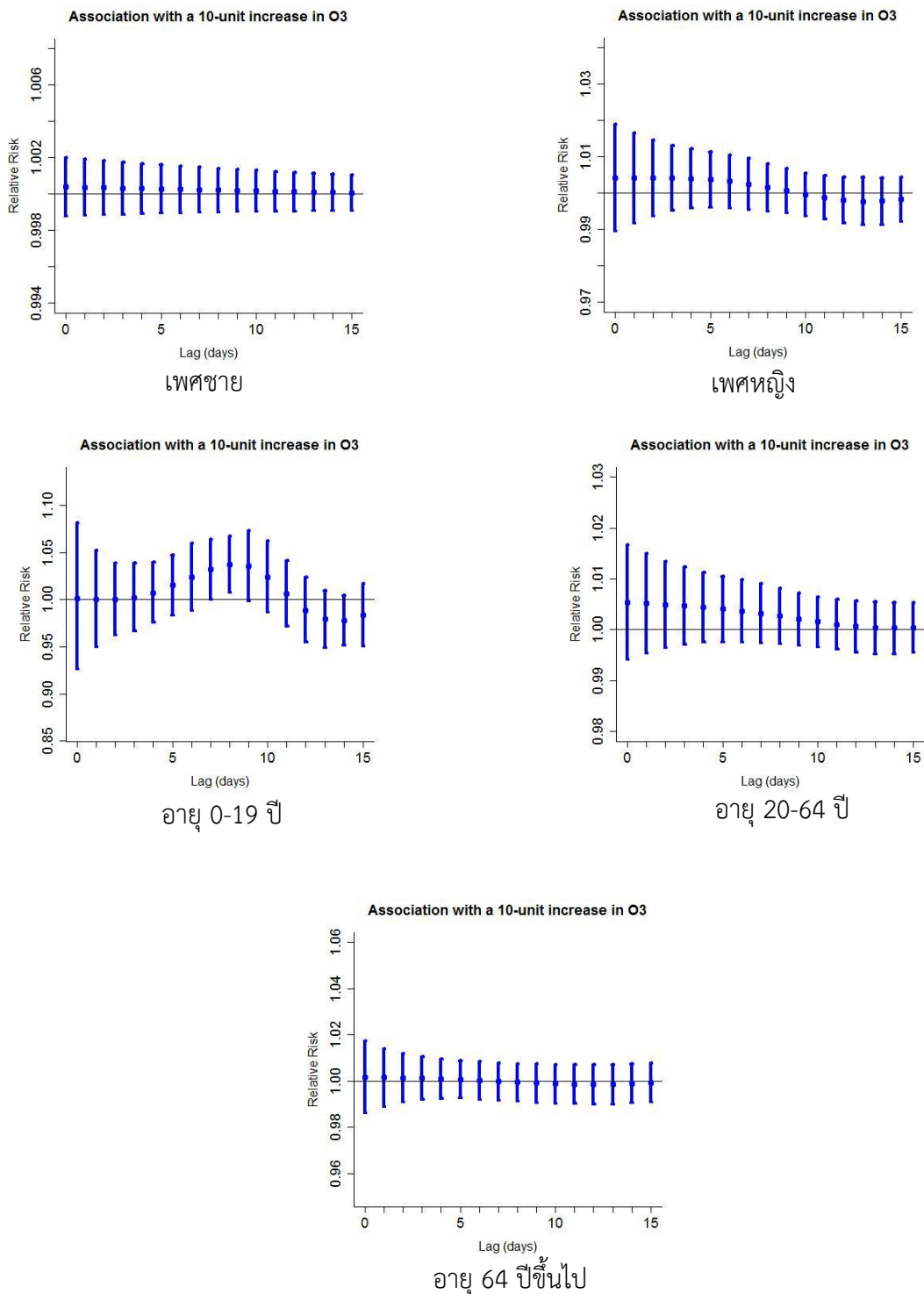


ภาพ 4.20 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

ตาราง 4.45 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0003 (0.9987-1.0019)	1.0041 (0.9895-1.0188)	1.0011 (0.9266-1.0815)	1.0053 (0.9941-1.0167)	1.0016 (0.9861-1.0173)
1-day lag	1.0003 (0.9988-1.0019)	1.0041 (0.9919-1.0166)	1.0000 (0.9502-1.0523)	1.0051 (0.9953-1.0149)	1.0015 (0.9891-1.0140)
2-day lag	1.0003 (0.9988-1.0018)	1.0042 (0.9938-1.0147)	0.9999 (0.9622-1.0391)	1.0049 (0.9964-1.0135)	1.0014 (0.9910-1.0119)
3-day lag	1.0003 (0.9988-1.0017)	1.0041 (0.9951-1.0132)	1.0021 (0.9667-1.0388)	1.0046 (0.9971-1.0122)	1.0012 (0.9920-1.0106)
4-day lag	1.0003 (0.9989-1.0016)	1.0040 (0.9959-1.0121)	1.0073 (0.9760-1.0397)	1.0044 (0.9975-1.0113)	1.0010 (0.9926-1.0094)
5-day lag	1.0002 (0.9989-1.0016)	1.0037 (0.9960-1.0113)	1.0149 (0.9836-1.0473)	1.0040 (0.9976-1.0105)	1.0006 (0.9926-1.0087)
6-day lag	1.0002 (0.9989-1.0015)	1.0032 (0.9958-1.0106)	1.0236 (0.9886-1.0600)	1.0036 (0.9975-1.0098)	1.0002 (0.9922-1.0083)
7-day lag	1.0002 (0.9990-1.0014)	1.0025 (0.9955-1.0095)	1.0320 (1.0006-1.0643)*	1.0032 (0.9974-1.0090)	0.9998 (0.9918-1.0079)
8-day lag	1.0002 (0.9990-1.0014)	1.0016 (0.9951-1.0081)	1.0371 (1.0075-1.0676)*	1.0026 (0.9972-1.0081)	0.9994 (0.9914-1.0076)
9-day lag	1.0001 (0.9990-1.0013)	1.0006 (0.9946-1.0067)	1.0354 (0.9988-1.0733)	1.0021 (0.9970-1.0072)	0.9991 (0.9908-1.0075)
10-day lag	1.0001 (0.9990-1.0013)	0.9996 (0.9938-1.0055)	1.0239 (0.9865-1.0627)	1.0015 (0.9966-1.0064)	0.9988 (0.9904-1.0073)
11-day lag	1.0001 (0.9990-1.0012)	0.9988 (0.9927-1.0048)	1.0060 (0.9720-1.0412)	1.0010 (0.9961-1.0059)	0.9986 (0.9903-1.0070)
12-day lag	1.0001 (0.9990-1.0011)	0.9981 (0.9918-1.0044)	0.9889 (0.9550-1.0239)	1.0006 (0.9956-1.0057)	0.9985 (0.9900-1.0071)
13-day lag	1.0001 (0.9990-1.0011)	0.9977 (0.9912-1.0043)	0.9789 (0.9490-1.0097)	1.0004 (0.9953-1.0055)	0.9986 (0.9901-1.0072)
14-day lag	1.0000 (0.9990-1.0011)	0.9978 (0.9913-1.0042)	0.9777 (0.9518-1.0044)	1.0003 (0.9952-1.0054)	0.9989 (0.9906-1.0073)
15-day lag	1.0000 (0.9990-1.0010)	0.9982 (0.9921-1.0043)	0.9833 (0.9510-1.0167)	1.0004 (0.9955-1.0053)	0.9993 (0.9909-1.0078)

\* p-value < 0.05

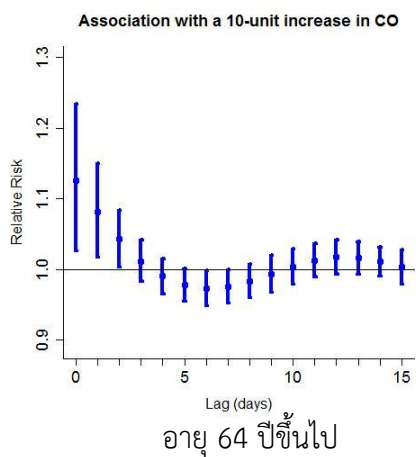
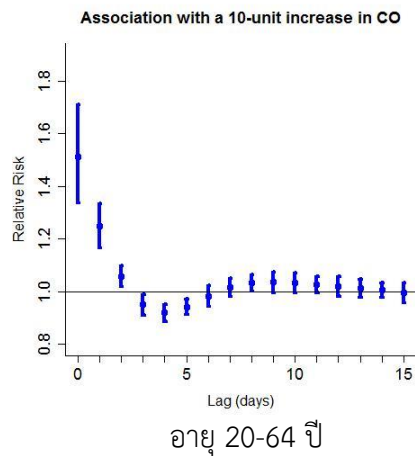
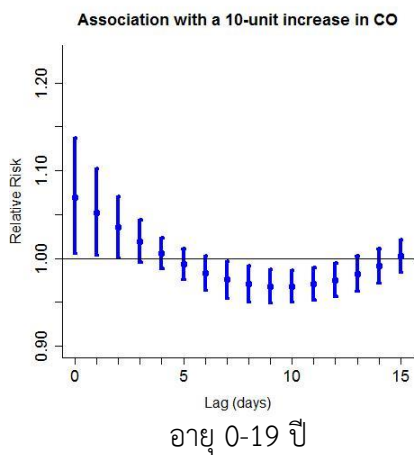
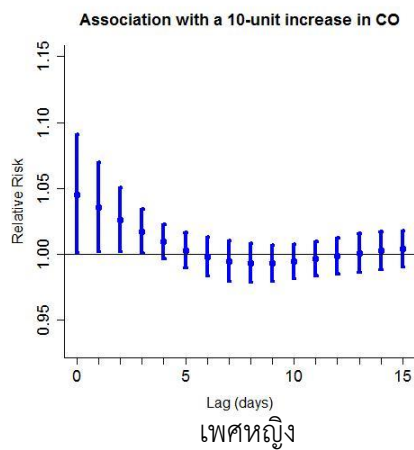
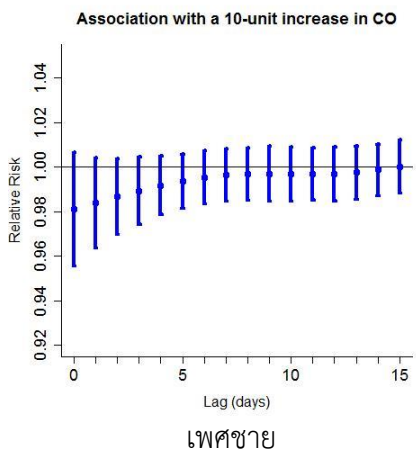


ภาพ 4.21 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

ตาราง 4.46 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9808 (0.9557-1.0066)	1.0450 (1.0014-1.0906)*	1.0690 (1.0053-1.1367)*	1.5125 (1.3368-1.7113)*	1.1256 (1.0260-1.2348)*
1-day lag	0.9837 (0.9636-1.0043)	1.0352 (1.0019-1.0697)*	1.0517 (1.0033-1.1024)*	1.2477 (1.1676-1.3332)*	1.0818 (1.0176-1.1499)*
2-day lag	0.9865 (0.9696-1.0038)	1.0258 (1.0017-1.0505)*	1.0351 (1.0005-1.0709)*	1.0584 (1.0200-1.0982)*	1.0429 (1.0033-1.0841)*
3-day lag	0.9892 (0.9742-1.0044)	1.0171 (1.0003-1.0342)*	1.0196 (0.9960-1.0437)	0.9494 (0.9112-0.9892)	1.0118 (0.9827-1.0417)
4-day lag	0.9916 (0.9784-1.0049)	1.0093 (0.9963-1.0225)	1.0055 (0.9882-1.0232)	0.9192 (0.8870-0.9525)	0.9903 (0.9659-1.0153)
5-day lag	0.9937 (0.9816-1.0059)	1.0028 (0.9898-1.0160)	0.9933 (0.9763-1.0106)	0.9409 (0.9119-0.9708)	0.9780 (0.9550-1.0015)
6-day lag	0.9953 (0.9833-1.0073)	0.9978 (0.9833-1.0125)	0.9832 (0.9639-1.0028)	0.9833 (0.9455-1.0225)	0.9736 (0.9491-0.9987)
7-day lag	0.9963 (0.9846-1.0080)	0.9946 (0.9793-1.0101)	0.9756 (0.9549-0.9968)	1.0161 (0.9816-1.0518)	0.9760 (0.9525-1.0001)
8-day lag	0.9967 (0.9852-1.0084)	0.9932 (0.9784-1.0082)	0.9706 (0.9502-0.9915)	1.0318 (1.0021-1.0623)*	0.9834 (0.9603-1.0071)
9-day lag	0.9969 (0.9847-1.0091)	0.9932 (0.9796-1.0070)	0.9682 (0.9491-0.9878)	1.0353 (0.9969-1.0752)	0.9935 (0.9679-1.0198)
10-day lag	0.9968 (0.9847-1.0090)	0.9944 (0.9817-1.0072)	0.9683 (0.9503-0.9866)	1.0325 (0.9961-1.0702)	1.0039 (0.9788-1.0297)
11-day lag	0.9967 (0.9849-1.0086)	0.9962 (0.9835-1.0092)	0.9707 (0.9529-0.9889)	1.0266 (0.9964-1.0578)	1.0126 (0.9894-1.0363)
12-day lag	0.9968 (0.9848-1.0090)	0.9985 (0.9848-1.0124)	0.9754 (0.9568-0.9944)	1.0195 (0.9830-1.0573)	1.0174 (0.9934-1.0420)
13-day lag	0.9975 (0.9856-1.0095)	1.0007 (0.9862-1.0155)	0.9824 (0.9629-1.0023)	1.0126 (0.9787-1.0476)	1.0166 (0.9940-1.0397)
14-day lag	0.9986 (0.9871-1.0102)	1.0026 (0.9881-1.0173)	0.9916 (0.9723-1.0113)	1.0051 (0.9777-1.0332)	1.0109 (0.9903-1.0320)
15-day lag	1.0001 (0.9883-1.0120)	1.0040 (0.9905-1.0177)	1.0024 (0.9841-1.0209)	0.9940 (0.9573-1.0322)	1.0036 (0.9800-1.0277)

\* p-value < 0.05



ภาพ 4.22 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

4.5.2.3 ผลกระทบในกลุ่มประชากรสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

การประมาณค่า Relative risk และ 95% confidence intervals (95% CI) วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์สุดท้ายของการสัมผัสสารมลพิษหลายชนิด (Final model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาฟักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษเพื่อหา lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวัน จนถึงวันที่ 15 (15 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ ดังนี้

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 34.09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.47 และภาพที่ 4.23 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 7-12 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 11 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1532 (95% CI = 1.0648-1.2489) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 15.32% (95% CI = 6.48-24.89)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-2 day และ lag 10-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.4567 (95% CI = 1.0674-1.9880) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 45.67% (95% CI = 6.74-98.80)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 6-9 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 8 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0675 (95% CI = 1.0143-1.1235) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 6.75% (95% CI = 1.43-12.35)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5-8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 6 day มีค่า RR เท่ากับ 1.2498 (95% CI = 1.0783-1.4485) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 24.98% (95% CI = 7.83-44.85)

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 7.14 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.48 และภาพที่ 4.24 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5-10 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 7 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0447 (95% CI = 1.0109-1.0796) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 4.47% (95% CI = 1.09-7.96)



- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2 และ lag 4-5 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 4 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0550 (95% CI = 1.0033-1.1095) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.50% (95% CI = 0.33-10.95)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 4-10 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 7 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1304 (95% CI = 1.0788-1.1845) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 13.04% (95% CI = 7.88-18.45)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 15 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1003 (95% CI = 1.0410-1.1631) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 10.03% (95% CI = 4.10-16.31)

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.79 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.49 และภาพที่ 4.25 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3 day และ lag 9-10 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 10 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0659 (95% CI = 1.0146-1.1197) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 6.59% (95% CI = 1.46-11.97)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3-4 day และ lag 9-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 10 day มีค่า RR เท่ากับ 1.1131 (95% CI = 1.0519-1.1778) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 11.31% (95% CI = 5.19-17.78)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 29.78 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.50 และภาพที่ 4.26 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-4 day และ lag 12-1- day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0569 (95% CI = 1.0251-1.0896) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.69% (95% CI = 2.51-8.96)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 15 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0152 (95% CI = 1.0066-1.0238) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.52% (95% CI = 0.66-2.38)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-5 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0506 (95% CI = 1.0235-1.0785) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.06% (95% CI = 2.35-7.85)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-1 day และ lag 12-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0430 (95% CI = 1.0118-1.0752) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 4.30% (95% CI = 1.18-7.52)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 13-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 14 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0155 (95% CI = 1.0051-1.0260) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.55% (95% CI = 0.51-2.60)

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.51 ppm ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.51 และภาพที่ 4.27 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 12-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 14 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0267 (95% CI = 1.0061-1.0478) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.67% (95% CI = 0.61-4.78)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 9-14 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 12 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0364 (95% CI = 1.0140-1.0592) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.64% (95% CI = 1.40-5.92)

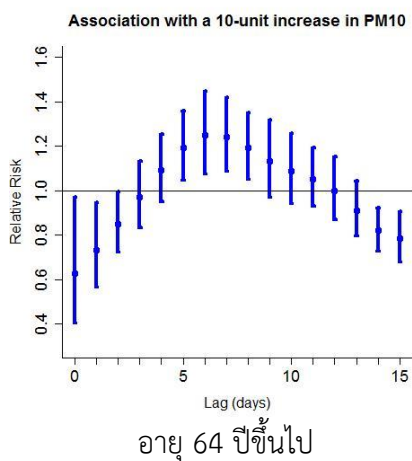
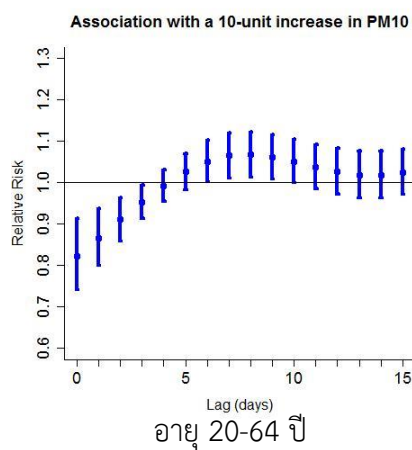
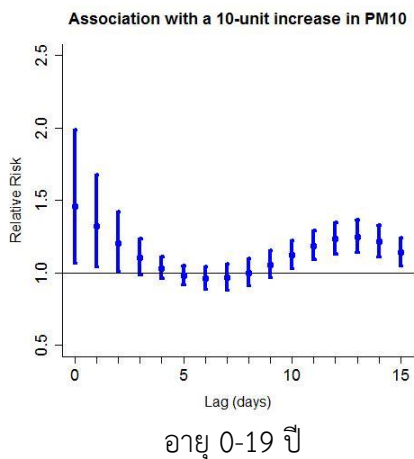
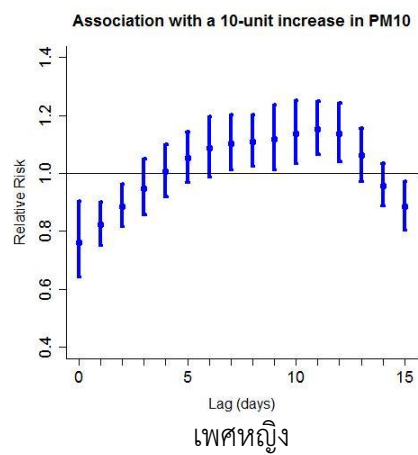
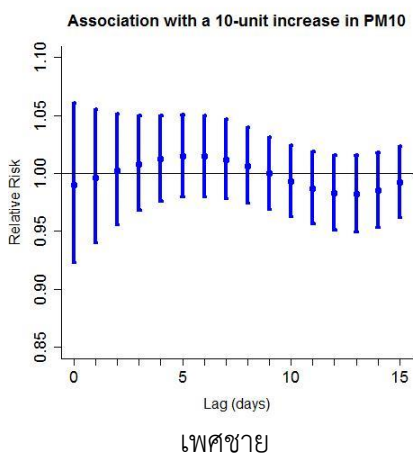
- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

ตาราง 4.47 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9897 (0.9232-1.0610)	0.7621 (0.6434-0.9028)	1.4567 (1.0674-1.9880)*	0.8233 (0.7426-0.9129)	0.6269 (0.4043-0.9723)
1-day lag	0.9964 (0.9406-1.0555)	0.8233 (0.7521-0.9014)	1.3192 (1.0399-1.6736)*	0.8666 (0.8012-0.9373)	0.7318 (0.5660-0.9462)
2-day lag	1.0027 (0.9561-1.0515)	0.8867 (0.8170-0.9623)	1.2007 (1.0135-1.4226)*	0.9105 (0.8600-0.9639)	0.8490 (0.7253-0.9936)
3-day lag	1.0081 (0.9683-1.0496)	0.9489 (0.8585-1.0488)	1.1039 (0.9880-1.2335)	0.9531 (0.9136-0.9943)	0.9729 (0.8348-1.1339)
4-day lag	1.0122 (0.9762-1.0496)	1.0060 (0.9210-1.0989)	1.0304 (0.9587-1.1076)	0.9924 (0.9555-1.0307)	1.0940 (0.9530-1.2559)
5-day lag	1.0145 (0.9798-1.0504)	1.0537 (0.9702-1.1445)	0.9815 (0.9184-1.0488)	1.0258 (0.9837-1.0696)	1.1940 (1.0491-1.3590)*
6-day lag	1.0145 (0.9802-1.0501)	1.0876 (0.9880-1.1971)	0.9587 (0.8844-1.0391)	1.0508 (1.0019-1.1021)*	1.2498 (1.0783-1.4485)*
7-day lag	1.0118 (0.9782-1.0466)	1.1043 (1.0138-1.2030)*	0.9651 (0.8804-1.0580)	1.0648 (1.0119-1.1205)*	1.2430 (1.0873-1.4211)*
8-day lag	1.0066 (0.9745-1.0398)	1.1106 (1.0254-1.2030)*	1.0001 (0.9109-1.0980)	1.0675 (1.0143-1.1235)*	1.1921 (1.0517-1.3512)*
9-day lag	0.9999 (0.9693-1.0315)	1.1182 (1.0116-1.2360)*	1.0555 (0.9658-1.1535)	1.0616 (1.0098-1.1161)*	1.1314 (0.9720-1.3169)
10-day lag	0.9930 (0.9630-1.0239)	1.1370 (1.0331-1.2514)*	1.1213 (1.0311-1.2194)*	1.0506 (0.9996-1.1042)	1.0878 (0.9413-1.2570)
11-day lag	0.9870 (0.9564-1.0184)	1.1532 (1.0648-1.2489)*	1.1856 (1.0908-1.2885)*	1.0377 (0.9859-1.0922)	1.0530 (0.9294-1.1931)
12-day lag	0.9829 (0.9513-1.0157)	1.1360 (1.0394-1.2417)*	1.2330 (1.1302-1.3452)*	1.0261 (0.9725-1.0827)	1.0007 (0.8686-1.1529)
13-day lag	0.9820 (0.9496-1.0156)	1.0611 (0.9736-1.1564)	1.2471 (1.1389-1.3655)*	1.0189 (0.9641-1.0769)	0.9127 (0.7967-1.0454)
14-day lag	0.9853 (0.9534-1.0182)	0.9579 (0.8877-1.0336)	1.2139 (1.1100-1.3276)*	1.0188 (0.9647-1.0760)	0.8218 (0.7308-0.9242)
15-day lag	0.9922 (0.9618-1.0235)	0.8846 (0.8052-0.9718)	1.1426 (1.0503-1.2430)*	1.0255 (0.9733-1.0806)	0.7857 (0.6805-0.9071)

\* p-value < 0.05

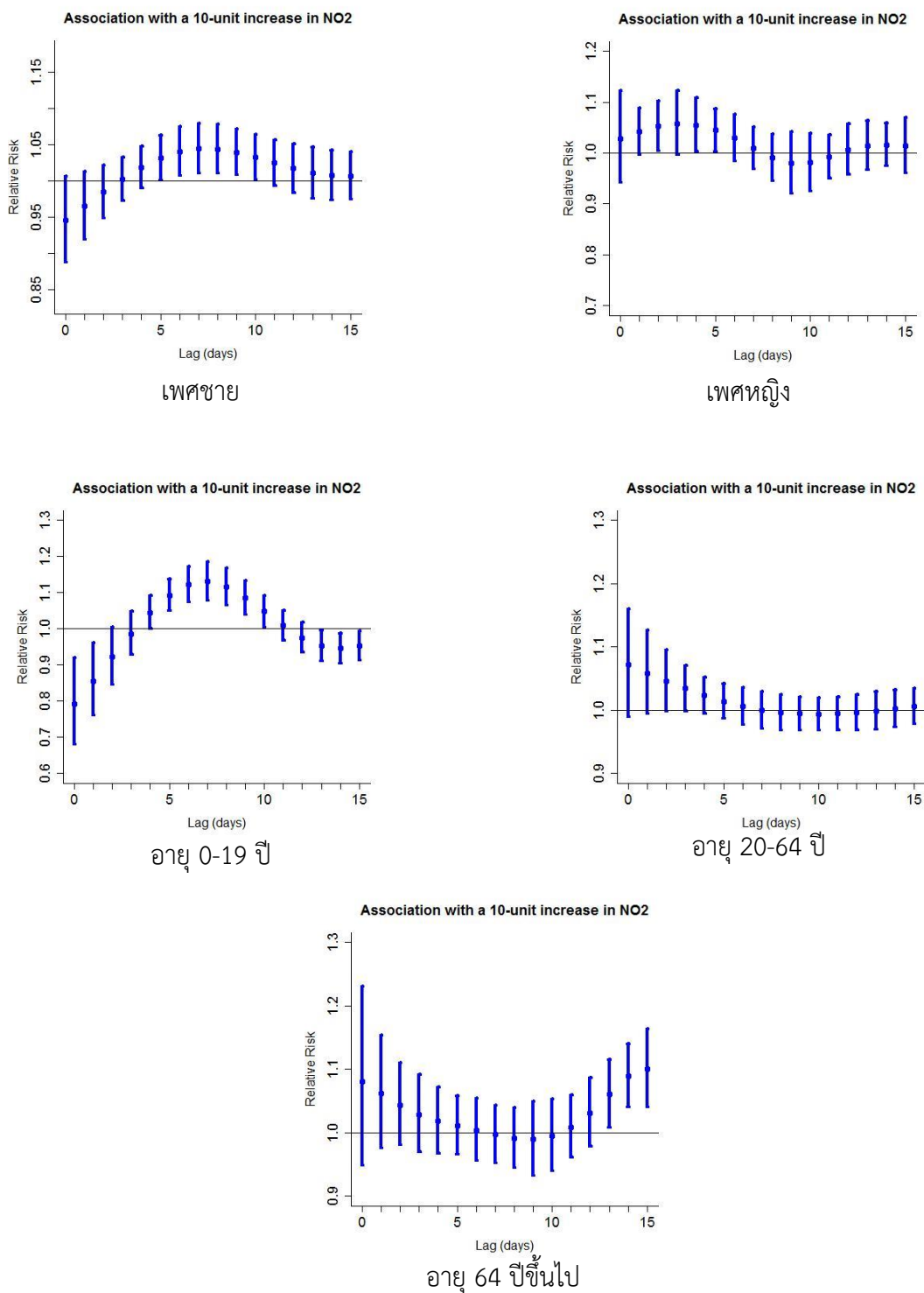


ภาพ 4.23 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.48 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9453 (0.8876-1.0067)	1.0288 (0.9430-1.1225)	0.7910 (0.6806-0.9194)	1.0716 (0.9897-1.1604)	1.0809 (0.9491-1.2310)
1-day lag	0.9650 (0.9189-1.0134)	1.0421 (0.9971-1.0891)	0.8553 (0.7610-0.9613)	1.0585 (0.9947-1.1263)	1.0612 (0.9758-1.1542)
2-day lag	0.9843 (0.9483-1.0218)	1.0527 (1.0046-1.1032)*	0.9216 (0.8458-1.0043)	1.0458 (0.9982-1.0956)	1.0434 (0.9805-1.1104)
3-day lag	1.0025 (0.9729-1.0330)	1.0578 (0.9966-1.1228)	0.9864 (0.9289-1.0475)	1.0339 (0.9989-1.0702)	1.0288 (0.9696-1.0916)
4-day lag	1.0185 (0.9903-1.0475)	1.0550 (1.0033-1.1095)*	1.0451 (1.0004-1.0918)*	1.0231 (0.9951-1.0520)	1.0183 (0.9675-1.0717)
5-day lag	1.0315 (1.0012-1.0627)*	1.0449 (1.0037-1.0877)*	1.0923 (1.0497-1.1367)*	1.0137 (0.9868-1.0413)	1.0107 (0.9657-1.0577)
6-day lag	1.0406 (1.0077-1.0745)*	1.0289 (0.9841-1.0758)	1.1225 (1.0746-1.1725)*	1.0059 (0.9776-1.0351)	1.0040 (0.9561-1.0543)
7-day lag	1.0447 (1.0109-1.0796)*	1.0092 (0.9692-1.0509)	1.1304 (1.0788-1.1845)*	1.0001 (0.9710-1.0300)	0.9968 (0.9523-1.0434)
8-day lag	1.0439 (1.0112-1.0776)*	0.9908 (0.9460-1.0377)	1.1157 (1.0655-1.1684)*	0.9962 (0.9683-1.0249)	0.9908 (0.9443-1.0396)
9-day lag	1.0393 (1.0082-1.0713)*	0.9796 (0.9203-1.0427)	1.0855 (1.0396-1.1334)*	0.9941 (0.9681-1.0208)	0.9892 (0.9326-1.0492)
10-day lag	1.0323 (1.0019-1.0637)*	0.9810 (0.9263-1.0388)	1.0475 (1.0057-1.0909)*	0.9935 (0.9686-1.0191)	0.9948 (0.9403-1.0525)
11-day lag	1.0244 (0.9930-1.0567)	0.9923 (0.9500-1.0365)	1.0086 (0.9685-1.0504)	0.9943 (0.9686-1.0206)	1.0088 (0.9608-1.0593)
12-day lag	1.0167 (0.9836-1.0510)	1.0061 (0.9575-1.0571)	0.9752 (0.9344-1.0178)	0.9962 (0.9687-1.0245)	1.0309 (0.9781-1.0865)
13-day lag	1.0106 (0.9764-1.0461)	1.0146 (0.9672-1.0644)	0.9526 (0.9109-0.9962)	0.9989 (0.9699-1.0288)	1.0605 (1.0083-1.1154)*
14-day lag	1.0073 (0.9736-1.0422)	1.0161 (0.9753-1.0587)	0.9453 (0.9043-0.9881)	1.0024 (0.9736-1.0321)	1.0891 (1.0400-1.1405)*
15-day lag	1.0067 (0.9748-1.0397)	1.0142 (0.9615-1.0697)	0.9524 (0.9133-0.9932)	1.0063 (0.9791-1.0343)	1.1003 (1.0410-1.1631)*

\* p-value < 0.05

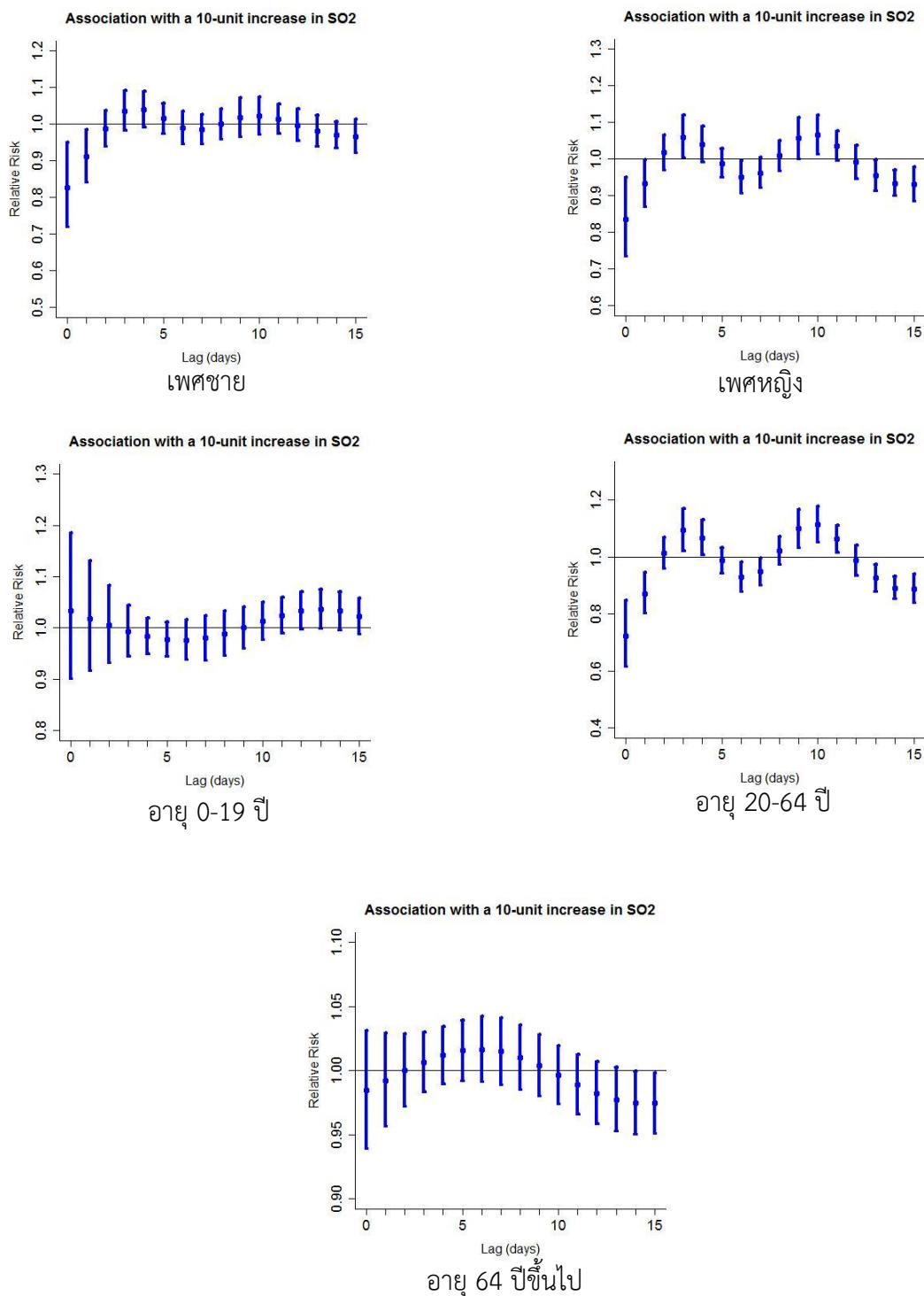


ภาพ 4.24 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.49 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.8269 (0.7193-0.9505)	0.8351 (0.7343-0.9496)	1.0333 (0.9006-1.1856)	0.7218 (0.6150-0.8472)	0.9843 (0.9393-1.0315)
1-day lag	0.9109 (0.8411-0.9865)	0.9321 (0.8704-0.9983)	1.0184 (0.9167-1.1314)	0.8714 (0.8024-0.9463)	0.9923 (0.9567-1.0293)
2-day lag	0.9873 (0.9389-1.0381)	1.0170 (0.9703-1.0661)	1.0047 (0.9318-1.0832)	1.0133 (0.9598-1.0697)	0.9999 (0.9720-1.0286)
3-day lag	1.0356 (0.9826-1.0915)	1.0602 (1.0027-1.1209)*	0.9928 (0.9440-1.0441)	1.0931 (1.0221-1.1689)*	1.0066 (0.9835-1.0302)
4-day lag	1.0395 (0.9916-1.0898)	1.0401 (0.9918-1.0908)	0.9836 (0.9495-1.0189)	1.0671 (1.0081-1.1296)*	1.0119 (0.9899-1.0345)
5-day lag	1.0151 (0.9744-1.0575)	0.9886 (0.9501-1.0285)	0.9779 (0.9451-1.0118)	0.9875 (0.9436-1.0335)	1.0154 (0.9919-1.0395)
6-day lag	0.9898 (0.9467-1.0349)	0.9511 (0.9072-0.9972)	0.9764 (0.9380-1.0164)	0.9301 (0.8797-0.9834)	1.0165 (0.9912-1.0424)
7-day lag	0.9860 (0.9473-1.0264)	0.9620 (0.9216-1.0041)	0.9800 (0.9376-1.0244)	0.9474 (0.9005-0.9967)	1.0148 (0.9890-1.0412)
8-day lag	1.0003 (0.9601-1.0422)	1.0089 (0.9683-1.0511)	0.9885 (0.9461-1.0329)	1.0218 (0.9750-1.0708)	1.0103 (0.9855-1.0357)
9-day lag	1.0173 (0.9653-1.0721)	1.0563 (1.0017-1.1139)*	1.0002 (0.9606-1.0413)	1.0985 (1.0337-1.1673)*	1.0039 (0.9805-1.0279)
10-day lag	1.0222 (0.9731-1.0738)	1.0659 (1.0146-1.1197)*	1.0129 (0.9768-1.0503)	1.1131 (1.0519-1.1778)*	0.9965 (0.9739-1.0196)
11-day lag	1.0131 (0.9736-1.0542)	1.0360 (0.9960-1.0777)	1.0247 (0.9902-1.0604)	1.0620 (1.0152-1.1110)*	0.9890 (0.9662-1.0124)
12-day lag	0.9971 (0.9540-1.0422)	0.9914 (0.9463-1.0387)	1.0335 (0.9980-1.0702)	0.9873 (0.9352-1.0423)	0.9824 (0.9585-1.0068)
13-day lag	0.9813 (0.9405-1.0238)	0.9544 (0.9126-0.9981)	1.0369 (0.9998-1.0754)	0.9253 (0.8784-0.9746)	0.9773 (0.9527-1.0026)
14-day lag	0.9702 (0.9345-1.0073)	0.9341 (0.8995-0.9701)	1.0332 (0.9965-1.0712)	0.8913 (0.8536-0.9306)	0.9746 (0.9502-0.9997)
15-day lag	0.9666 (0.9213-1.0140)	0.9309 (0.8863-0.9778)	1.0229 (0.9884-1.0586)	0.8884 (0.8393-0.9404)	0.9743 (0.9509-0.9984)

\* p-value < 0.05



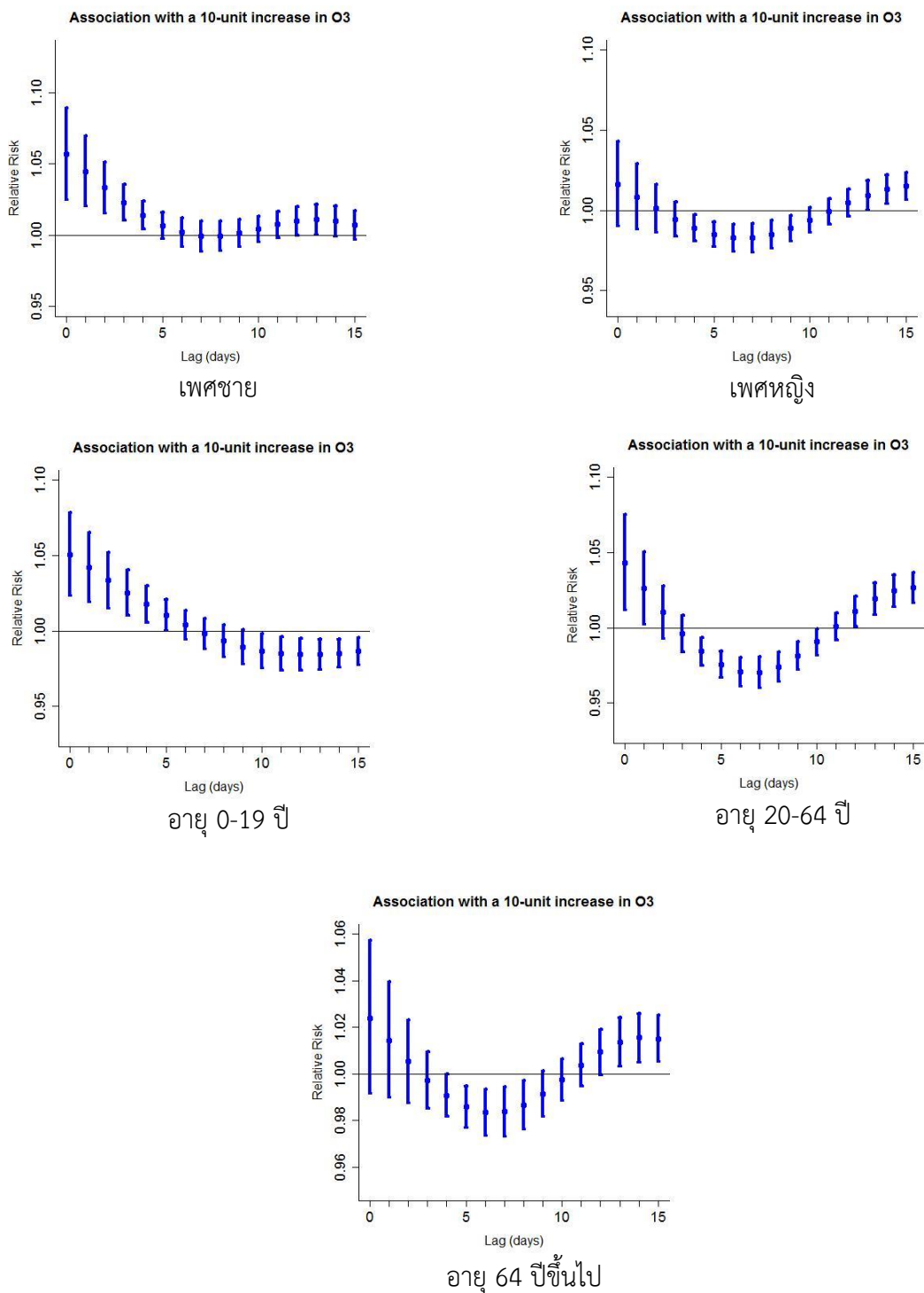
ภาพ 4.25 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหัดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560



ตาราง 4.50 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0569 (1.0251-1.0896)*	1.0161 (0.9900-1.0428)	1.0506 (1.0235-1.0785)*	1.0430 (1.0118-1.0752)*	1.0240 (0.9919-1.0572)
1-day lag	1.0449 (1.0205-1.0698)*	1.0083 (0.9882-1.0288)	1.0420 (1.0193-1.0651)*	1.0261 (1.0023-1.0504)*	1.0144 (0.9899-1.0396)
2-day lag	1.0334 (1.0156-1.0516)*	1.0010 (0.9862-1.0159)	1.0335 (1.0151-1.0523)*	1.0102 (0.9930-1.0277)	1.0054 (0.9877-1.0233)
3-day lag	1.0230 (1.0105-1.0358)*	0.9944 (0.9839-1.0050)	1.0254 (1.0106-1.0404)*	0.9960 (0.9839-1.0082)	0.9973 (0.9852-1.0096)
4-day lag	1.0140 (1.0044-1.0237)*	0.9889 (0.9808-0.9971)	1.0177 (1.0057-1.0298)*	0.9843 (0.9751-0.9935)	0.9907 (0.9817-0.9998)
5-day lag	1.0068 (0.9977-1.0161)	0.9850 (0.9772-0.9928)	1.0105 (1.0003-1.0209)*	0.9756 (0.9668-0.9845)	0.9860 (0.9771-0.9949)
6-day lag	1.0018 (0.9918-1.0119)	0.9828 (0.9744-0.9913)	1.0040 (0.9943-1.0137)	0.9707 (0.9610-0.9805)	0.9835 (0.9735-0.9935)
7-day lag	0.9994 (0.9889-1.0100)	0.9828 (0.9739-0.9918)	0.9982 (0.9883-1.0083)	0.9702 (0.9601-0.9805)	0.9837 (0.9731-0.9945)
8-day lag	0.9995 (0.9892-1.0098)	0.9850 (0.9764-0.9937)	0.9934 (0.9828-1.0041)	0.9742 (0.9643-0.9841)	0.9867 (0.9763-0.9971)
9-day lag	1.0014 (0.9918-1.0111)	0.9888 (0.9808-0.9970)	0.9895 (0.9783-1.0007)	0.9814 (0.9722-0.9906)	0.9915 (0.9820-1.0012)
10-day lag	1.0043 (0.9952-1.0135)	0.9937 (0.9861-1.0015)	0.9866 (0.9753-0.9981)	0.9907 (0.9820-0.9995)	0.9975 (0.9886-1.0065)
11-day lag	1.0074 (0.9981-1.0168)	0.9992 (0.9914-1.0071)	0.9849 (0.9739-0.9961)	1.0010 (0.9920-1.0100)	1.0037 (0.9947-1.0128)
12-day lag	1.0099 (1.0000-1.0200)*	1.0046 (0.9962-1.0131)	0.9843 (0.9738-0.9948)	1.0109 (1.0011-1.0208)*	1.0094 (0.9997-1.0192)
13-day lag	1.0111 (1.0005-1.0217)*	1.0094 (1.0004-1.0185)*	0.9844 (0.9746-0.9942)	1.0191 (1.0086-1.0298)*	1.0136 (1.0032-1.0241)*
14-day lag	1.0101 (0.9995-1.0207)	1.0130 (1.0040-1.0221)*	0.9852 (0.9760-0.9945)	1.0244 (1.0138-1.0351)*	1.0155 (1.0051-1.0260)*
15-day lag	1.0070 (0.9970-1.0171)	1.0152 (1.0066-1.0238)*	0.9864 (0.9774-0.9955)	1.0266 (1.0166-1.0367)*	1.0151 (1.0053-1.0251)*

\* p-value < 0.05

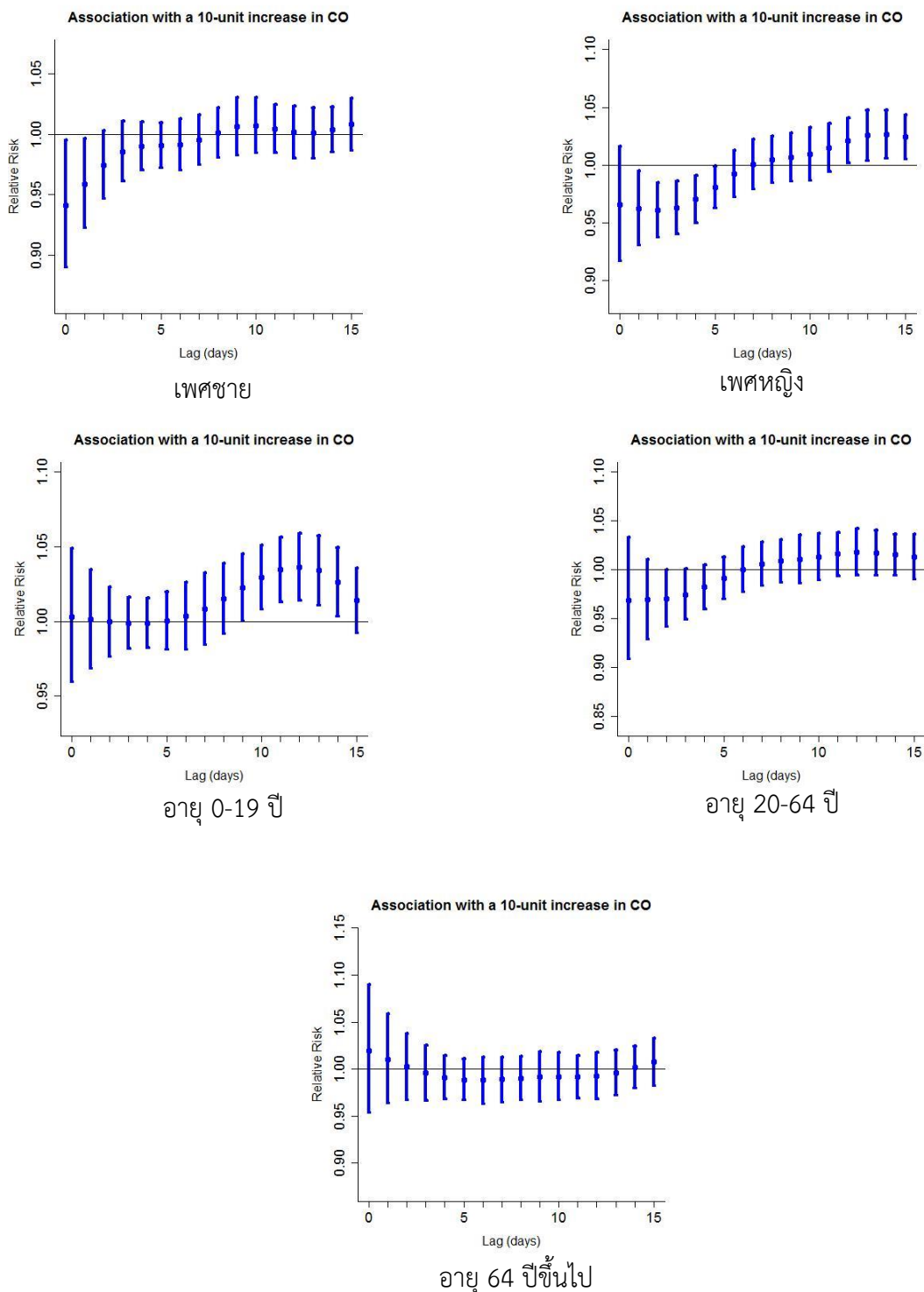


ภาพ 4.26 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.51 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9412 (0.8899-0.9954)	0.9654 (0.9173-1.0160)	1.0032 (0.9596-1.0487)	0.9689 (0.9085-1.0334)	1.0197 (0.9540-1.0898)
1-day lag	0.9589 (0.9228-0.9964)	0.9623 (0.9304-0.9952)	1.0013 (0.9688-1.0348)	0.9690 (0.9289-1.0109)	1.0106 (0.9643-1.0592)
2-day lag	0.9746 (0.9469-1.0030)	0.9609 (0.9374-0.9850)	0.9997 (0.9768-1.0232)	0.9705 (0.9420-0.9998)	1.0024 (0.9678-1.0382)
3-day lag	0.9856 (0.9611-1.0107)	0.9630 (0.9405-0.9860)	0.9988 (0.9819-1.0160)	0.9745 (0.9491-1.0006)	0.9957 (0.9669-1.0254)
4-day lag	0.9902 (0.9704-1.0104)	0.9701 (0.9497-0.9910)	0.9989 (0.9826-1.0155)	0.9820 (0.9598-1.0048)	0.9912 (0.9681-1.0148)
5-day lag	0.9907 (0.9725-1.0092)	0.9809 (0.9630-0.9992)	1.0003 (0.9811-1.0199)	0.9915 (0.9706-1.0128)	0.9887 (0.9672-1.0107)
6-day lag	0.9912 (0.9701-1.0127)	0.9921 (0.9723-1.0124)	1.0034 (0.9811-1.0261)	1.0002 (0.9771-1.0238)	0.9880 (0.9636-1.0131)
7-day lag	0.9951 (0.9746-1.0159)	1.0004 (0.9792-1.0222)	1.0084 (0.9847-1.0326)	1.0059 (0.9836-1.0287)	0.9888 (0.9653-1.0130)
8-day lag	1.0012 (0.9809-1.0220)	1.0045 (0.9847-1.0247)	1.0152 (0.9919-1.0390)	1.0089 (0.9872-1.0311)	0.9904 (0.9674-1.0139)
9-day lag	1.0063 (0.9828-1.0304)	1.0067 (0.9858-1.0281)	1.0226 (1.0005-1.0452)*	1.0108 (0.9865-1.0357)	0.9917 (0.9658-1.0183)
10-day lag	1.0072 (0.9847-1.0301)	1.0095 (0.9868-1.0327)	1.0294 (1.0083-1.0511)*	1.0132 (0.9895-1.0374)	0.9919 (0.9671-1.0174)
11-day lag	1.0045 (0.9846-1.0248)	1.0147 (0.9942-1.0356)	1.0345 (1.0131-1.0563)*	1.0159 (0.9939-1.0383)	0.9917 (0.9692-1.0147)
12-day lag	1.0014 (0.9798-1.0235)	1.0209 (1.0015-1.0407)*	1.0364 (1.0140-1.0592)*	1.0177 (0.9940-1.0419)	0.9926 (0.9683-1.0176)
13-day lag	1.0010 (0.9802-1.0222)	1.0256 (1.0041-1.0476)*	1.0339 (1.0108-1.0575)*	1.0174 (0.9946-1.0408)	0.9962 (0.9724-1.0205)
14-day lag	1.0037 (0.9852-1.0226)	1.0267 (1.0061-1.0478)*	1.0260 (1.0033-1.0492)*	1.0154 (0.9948-1.0365)	1.0019 (0.9801-1.0243)
15-day lag	1.0081 (0.9865-1.0301)	1.0243 (1.0054-1.0435)*	1.0138 (0.9925-1.0355)	1.0132 (0.9903-1.0366)	1.0076 (0.9827-1.0332)

\* p-value < 0.05



ภาพ 4.27 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

4.5.2.4 ผลกระทบในกลุ่มประชากรสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

การประมาณค่า Relative risk และ 95% confidence intervals (95% CI) วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์สุดท้ายของการสัมผัสสารมลพิษหลายชนิด (Final model) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสระดับสารมลพิษรายวัน ได้แก่ PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO ที่มีระยะเวลาฟักตัวแสดงให้เห็นอาการในแต่ละการสัมผัสมลพิษเพื่อหา lag time ต่างๆ ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปถึงวันที่ 15 (15 lag วัน) เมื่อพิจารณาผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในจังหวัดสงขลา จำแนกตามเพศและช่วงอายุ ดังนี้

PM<sub>10</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 29.79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.52 และภาพที่ 4.28 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 1-8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 1 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0170 (95% CI = 1.0029-1.0312) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.70% (95% CI = 0.29-3.12)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 10 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0256 (95% CI = 1.0145-1.0369) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.56% (95% CI = 1.45-3.69)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 4-9 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 7 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0191 (95% CI = 1.0047-1.0336) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.11% (95% CI = 0.65-3.58)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-5 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 3 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0166 (95% CI = 1.0040-1.0294) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.66% (95% CI = 0.40-2.94)

PM<sub>2.5</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 13.92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.53 และภาพที่ 4.29 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 4-7day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 6 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0386 (95% CI = 1.0146-1.0632) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.86% (95% CI = 1.46-6.32)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5-13 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 9 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0178 (95% CI = 1.0077-1.0279) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.78% (95% CI = 0.77-2.79)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5-8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 6 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0576 (95% CI = 1.0268-1.0893) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.76% (95% CI = 2.68-8.93)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-6 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 2 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0319 (95% CI = 1.0073-1.0570) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.19% (95% CI = 0.73-5.70)

NO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 5.68 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.54 และภาพที่ 4.30 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 7-11 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 9 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0340 (95% CI = 1.0092-1.0594) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.40% (95% CI = 0.92-5.94)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 1-2 day และ lag 10-13 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 1 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0589 (95% CI = 1.0001-1.1213) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.89% (95% CI = 0.01-12.13)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 8 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0337 (95% CI = 1.0056-1.0627) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 3.37% (95% CI = 0.56-6.27)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

SO<sub>2</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 2.60 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.55 และภาพที่ 4.31 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 5-6 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 6 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0152 (95% CI = 1.0017-1.0289) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.52% (95% CI = 0.17-2.89)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-5 day และ 11-13 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 3 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0714 (95% CI = 1.0340-1.1101) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 7.14% (95% CI = 3.40-11.01)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 11-15 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 13 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0525 (95% CI = 1.0241-1.0817) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.25% (95% CI = 2.41-8.17)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-5 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 3 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0838 (95% CI = 1.0418-1.1275) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 8.38% (95% CI = 4.18-12.75)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 2-9 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 3 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0189 (95% CI = 1.0048-1.0332) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.89% (95% CI = 0.48-3.32)

O<sub>3</sub> ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 32.96 ppb ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.56 และภาพที่ 4.32 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-3 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0405 (95% CI = 1.0098-1.0721) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 4.05% (95% CI = 0.98-7.21)

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-7 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0576 (95% CI = 1.0269-1.0891) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 5.76% (95% CI = 2.69-8.91)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-9 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0748 (95% CI = 1.0371-1.1138) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 7.48% (95% CI = 3.71-11.38)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 0-5 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 0 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0804 (95% CI = 1.0411-1.1211) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 8.04% (95% CI = 4.11-12.11)

- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 15 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0140 (95% CI = 1.0009-1.0272) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 1.40% (95% CI = 0.09-2.72)

CO ค่าเริ่มสัมผัสเท่ากับ 0.49 ppm ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 4.57 และภาพที่ 4.33 สรุปผลดังนี้

- ในเพศชาย พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

- ในเพศหญิง พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 6-8 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 7 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0212 (95% CI = 1.0024-1.0404) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.12% (95% CI = 0.24-4.04)

- ในช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ lag 3-4 day และมีความสัมพันธ์สูงสุดที่ lag 3 day มีค่า RR เท่ากับ 1.0221 (95% CI = 1.0028-1.0418) ซึ่งหมายถึงมีผลต่อการวินิจฉัยโรคหืดเพิ่มขึ้น 2.21% (95% CI = 0.28-4.18)

- ในช่วงอายุ 20-64 ปี พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

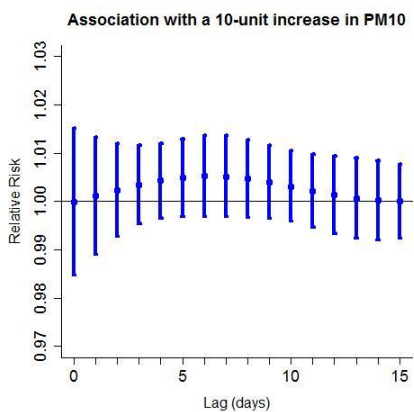
- ในช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )



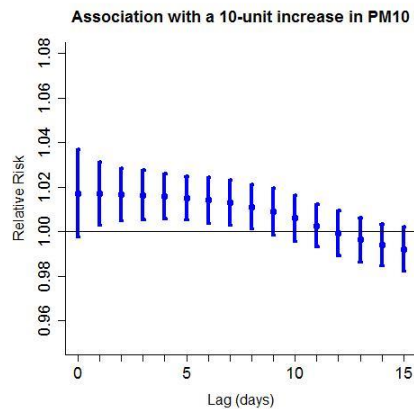
ตาราง 4.52 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9999 (0.9848-1.0151)	1.0172 (0.9978-1.0370)	0.9810 (0.9630-0.9992)	0.9846 (0.9591-1.0107)	1.0109 (0.9844-1.0381)
1-day lag	1.0011 (0.9891-1.0133)	1.0170 (1.0029-1.0312)*	0.9877 (0.9725-1.0031)	0.9923 (0.9726-1.0125)	1.0138 (0.9969-1.0309)
2-day lag	1.0023 (0.9927-1.0120)	1.0167 (1.0051-1.0284)*	0.9942 (0.9815-1.0071)	0.9998 (0.9847-1.0151)	1.0160 (1.0032-1.0289)*
3-day lag	1.0034 (0.9953-1.0115)	1.0163 (1.0053-1.0274)*	1.0006 (0.9898-1.0115)	1.0065 (0.9941-1.0191)	1.0166 (1.0040-1.0294)*
4-day lag	1.0042 (0.9965-1.0120)	1.0158 (1.0058-1.0258)*	1.0065 (0.9970-1.0162)	1.0122 (1.0001-1.0246)*	1.0153 (1.0041-1.0266)*
5-day lag	1.0049 (0.9969-1.0129)	1.0151 (1.0054-1.0248)*	1.0120 (1.0028-1.0212)*	1.0165 (1.0032-1.0300)*	1.0129 (1.0019-1.0241)*
6-day lag	1.0052 (0.9968-1.0136)	1.0141 (1.0038-1.0245)*	1.0167 (1.0073-1.0262)*	1.0189 (1.0046-1.0334)*	1.0108 (0.9983-1.0236)
7-day lag	1.0051 (0.9968-1.0136)	1.0129 (1.0028-1.0230)*	1.0206 (1.0105-1.0307)*	1.0191 (1.0047-1.0336)*	1.0103 (0.9987-1.0220)
8-day lag	1.0047 (0.9967-1.0127)	1.0112 (1.0013-1.0212)*	1.0235 (1.0128-1.0343)*	1.0171 (1.0037-1.0306)*	1.0103 (0.9994-1.0214)
9-day lag	1.0040 (0.9965-1.0115)	1.0090 (0.9985-1.0196)	1.0252 (1.0141-1.0364)*	1.0134 (1.0013-1.0257)*	1.0093 (0.9967-1.0221)
10-day lag	1.0031 (0.9958-1.0104)	1.0061 (0.9959-1.0164)	1.0256 (1.0145-1.0369)*	1.0089 (0.9973-1.0206)	1.0056 (0.9937-1.0177)
11-day lag	1.0021 (0.9947-1.0097)	1.0027 (0.9931-1.0124)	1.0247 (1.0140-1.0355)*	1.0040 (0.9918-1.0163)	0.9996 (0.9891-1.0102)
12-day lag	1.0013 (0.9934-1.0093)	0.9993 (0.9893-1.0093)	1.0225 (1.0125-1.0326)*	0.9995 (0.9862-1.0129)	0.9928 (0.9811-1.0047)
13-day lag	1.0006 (0.9923-1.0089)	0.9963 (0.9866-1.0062)	1.0195 (1.0103-1.0287)*	0.9959 (0.9819-1.0102)	0.9869 (0.9755-0.9983)
14-day lag	1.0001 (0.9920-1.0083)	0.9940 (0.9846-1.0034)	1.0158 (1.0072-1.0245)*	0.9939 (0.9801-1.0078)	0.9831 (0.9730-0.9933)
15-day lag	1.0000 (0.9923-1.0077)	0.9922 (0.9822-1.0023)	1.0118 (1.0034-1.0203)*	0.9934 (0.9808-1.0063)	0.9826 (0.9707-0.9946)

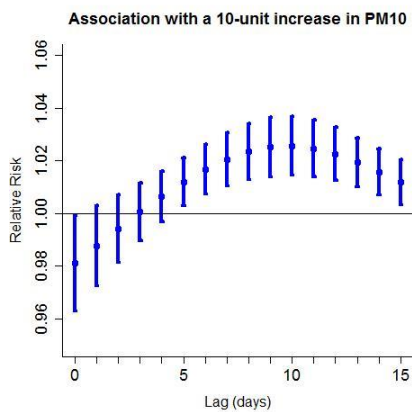
\* p-value < 0.05



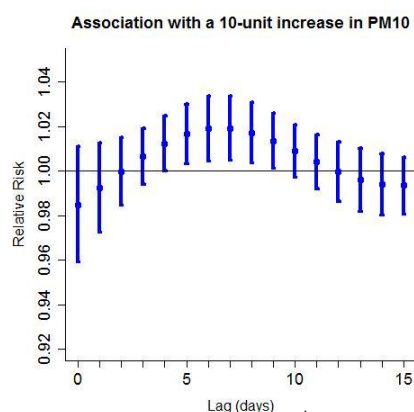
เพศชาย



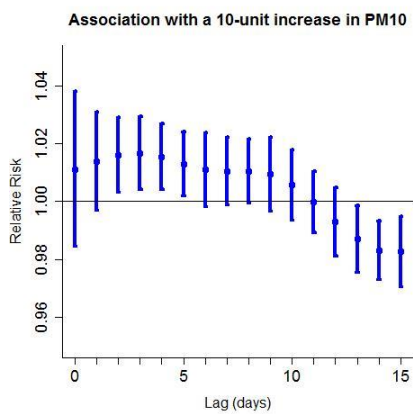
เพศหญิง



อายุ 0-19 ปี



อายุ 20-64 ปี



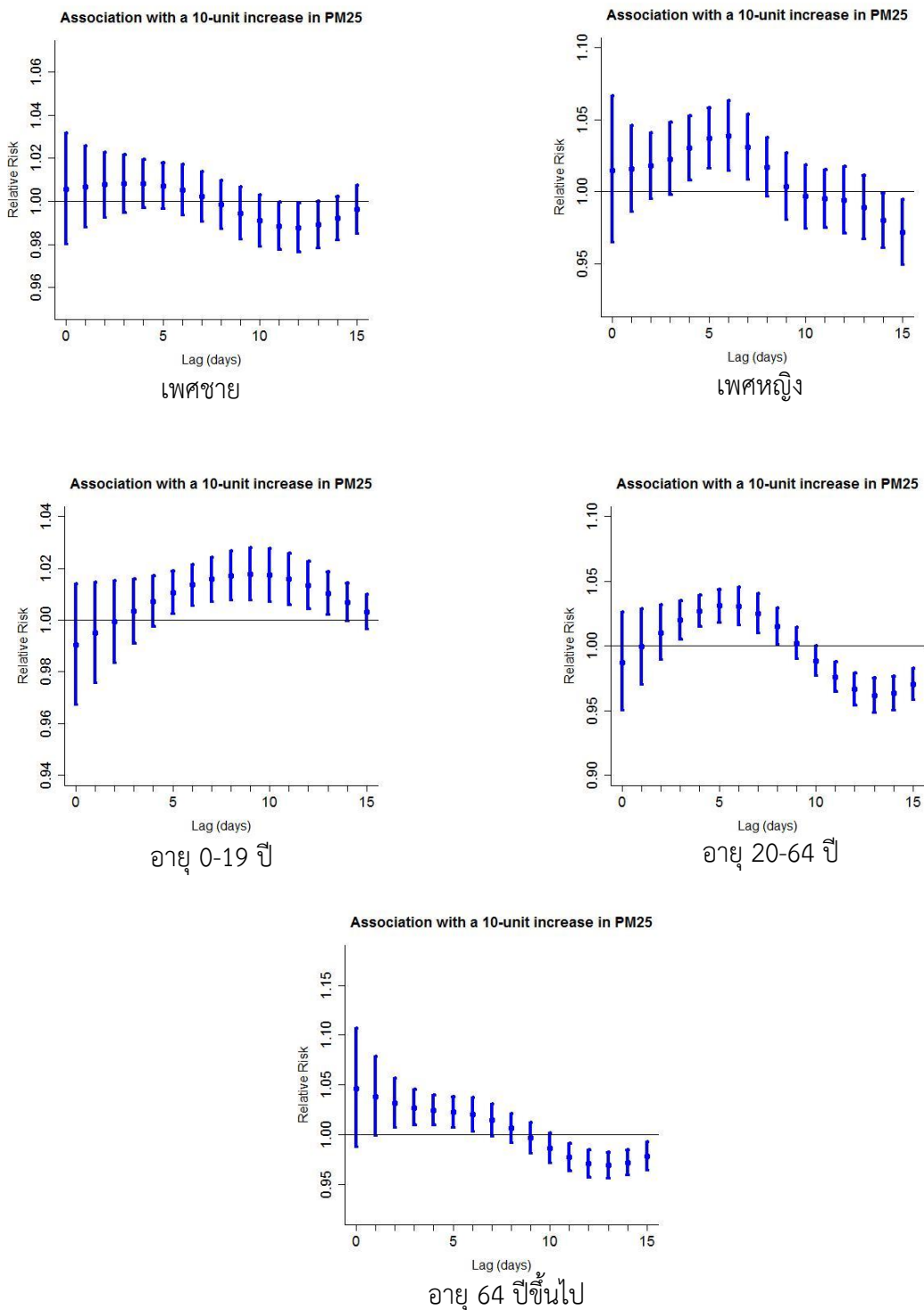
อายุ 65 ปีขึ้นไป

ภาพ 4.28 ความสัมพันธ์ของผลกระทบต่อความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากร ที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.53 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0056 (0.9800-1.0319)	1.0144 (0.9646-1.0669)	0.9904 (0.9673-1.0140)	1.0345 (0.9488-1.1279)	1.0458 (0.9880-1.1071)
1-day lag	1.0068 (0.9881-1.0258)	1.0155 (0.9861-1.0458)	0.9949 (0.9756-1.0145)	1.0194 (0.9698-1.0716)	1.0384 (0.9996-1.0786)
2-day lag	1.0077 (0.9927-1.0229)	1.0178 (0.9952-1.0409)	0.9992 (0.9836-1.0151)	1.0098 (0.9792-1.0415)	1.0319 (1.0073-1.0570)*
3-day lag	1.0082 (0.9949-1.0217)	1.0224 (0.9976-1.0479)	1.0034 (0.9910-1.0160)	1.0109 (0.9799-1.0429)	1.0271 (1.0094-1.0450)*
4-day lag	1.0081 (0.9969-1.0194)	1.0300 (1.0079-1.0526)*	1.0072 (0.9974-1.0172)	1.0259 (0.9974-1.0552)	1.0245 (1.0094-1.0398)*
5-day lag	1.0072 (0.9966-1.0178)	1.0370 (1.0163-1.0582)*	1.0107 (1.0024-1.0190)*	1.0460 (1.0193-1.0734)*	1.0228 (1.0076-1.0382)*
6-day lag	1.0052 (0.9935-1.0171)	1.0386 (1.0146-1.0632)*	1.0135 (1.0056-1.0216)*	1.0576 (1.0268-1.0893)*	1.0201 (1.0034-1.0369)*
7-day lag	1.0022 (0.9908-1.0137)	1.0308 (1.0084-1.0536)*	1.0158 (1.0072-1.0244)*	1.0488 (1.0207-1.0778)*	1.0145 (0.9988-1.0305)
8-day lag	0.9984 (0.9873-1.0096)	1.0168 (0.9964-1.0377)	1.0172 (1.0078-1.0267)*	1.0255 (1.0003-1.0514)*	1.0064 (0.9917-1.0212)
9-day lag	0.9944 (0.9823-1.0068)	1.0035 (0.9804-1.0271)	1.0178 (1.0077-1.0279)*	1.0015 (0.9728-1.0310)	0.9966 (0.9813-1.0123)
10-day lag	0.9910 (0.9791-1.0030)	0.9964 (0.9746-1.0187)	1.0173 (1.0070-1.0277)*	0.9887 (0.9618-1.0164)	0.9864 (0.9716-1.0014)
11-day lag	0.9885 (0.9776-0.9996)	0.9949 (0.9748-1.0153)	1.0158 (1.0059-1.0259)*	0.9859 (0.9613-1.0112)	0.9772 (0.9637-0.9909)
12-day lag	0.9877 (0.9764-0.9992)	0.9939 (0.9707-1.0175)	1.0134 (1.0043-1.0227)*	0.9844 (0.9556-1.0140)	0.9709 (0.9572-0.9848)
13-day lag	0.9890 (0.9782-1.0000)	0.9887 (0.9669-1.0110)	1.0104 (1.0022-1.0186)*	0.9758 (0.9487-1.0037)	0.9692 (0.9563-0.9823)
14-day lag	0.9922 (0.9822-1.0023)	0.9797 (0.9611-0.9987)	1.0069 (0.9997-1.0141)	0.9608 (0.9380-0.9843)	0.9722 (0.9600-0.9845)
15-day lag	0.9962 (0.9850-1.0075)	0.9713 (0.9489-0.9942)	1.0032 (0.9966-1.0098)	0.9475 (0.9200-0.9759)	0.9785 (0.9644-0.9929)

\* p-value < 0.05

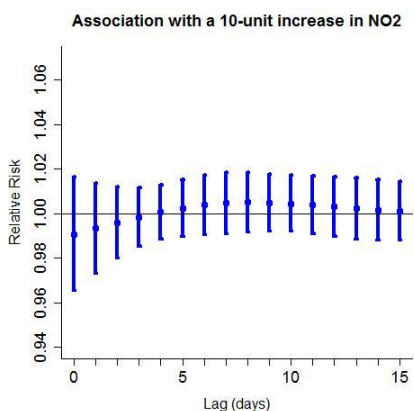


ภาพ 4.29 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

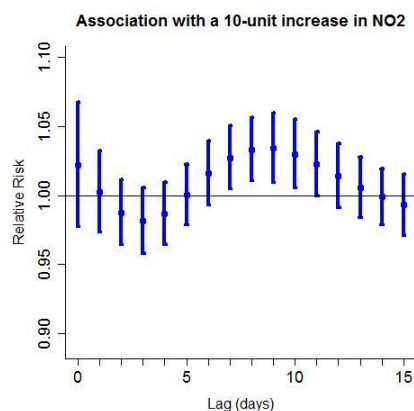
ตาราง 4.54 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9906 (0.9654-1.0164)	1.0218 (0.9777-1.0678)	1.0758 (0.9987-1.1590)	1.0376 (0.9431-1.1416)	0.9834 (0.9524-1.0153)
1-day lag	0.9933 (0.9732-1.0137)	1.0023 (0.9733-1.0321)	1.0589 (1.0001-1.1213)*	0.9970 (0.9412-1.0560)	0.9861 (0.9617-1.0112)
2-day lag	0.9959 (0.9800-1.0119)	0.9875 (0.9642-1.0113)	1.0432 (1.0004-1.0877)*	0.9660 (0.9320-1.0013)	0.9889 (0.9698-1.0083)
3-day lag	0.9983 (0.9852-1.0115)	0.9814 (0.9578-1.0055)	1.0293 (0.9987-1.0608)	0.9521 (0.9204-0.9849)	0.9916 (0.9758-1.0076)
4-day lag	1.0005 (0.9884-1.0128)	0.9869 (0.9646-1.0097)	1.0182 (0.9933-1.0436)	0.9602 (0.9306-0.9908)	0.9941 (0.9792-1.0093)
5-day lag	1.0023 (0.9898-1.0150)	1.0004 (0.9788-1.0224)	1.0104 (0.9850-1.0365)	0.9832 (0.9551-1.0121)	0.9966 (0.9808-1.0125)
6-day lag	1.0037 (0.9904-1.0172)	1.0158 (0.9929-1.0393)	1.0069 (0.9788-1.0358)	1.0093 (0.9784-1.0411)	0.9988 (0.9821-1.0158)
7-day lag	1.0046 (0.9910-1.0184)	1.0274 (1.0049-1.0504)*	1.0084 (0.9789-1.0387)	1.0268 (0.9978-1.0567)	1.0009 (0.9840-1.0180)
8-day lag	1.0050 (0.9917-1.0184)	1.0333 (1.0107-1.0564)*	1.0145 (0.9860-1.0437)	1.0337 (1.0056-1.0627)*	1.0026 (0.9866-1.0190)
9-day lag	1.0049 (0.9921-1.0178)	1.0340 (1.0092-1.0594)*	1.0232 (0.9970-1.0500)	1.0328 (0.9998-1.0668)	1.0042 (0.9890-1.0195)
10-day lag	1.0044 (0.9920-1.0171)	1.0300 (1.0056-1.0550)*	1.0322 (1.0082-1.0568)*	1.0271 (0.9948-1.0604)	1.0054 (0.9906-1.0204)
11-day lag	1.0038 (0.9911-1.0166)	1.0228 (1.0000-1.0460)*	1.0393 (1.0156-1.0634)*	1.0188 (0.9896-1.0489)	1.0063 (0.9909-1.0219)
12-day lag	1.0030 (0.9898-1.0164)	1.0141 (0.9912-1.0375)	1.0420 (1.0171-1.0674)*	1.0096 (0.9785-1.0416)	1.0069 (0.9903-1.0237)
13-day lag	1.0023 (0.9887-1.0160)	1.0058 (0.9842-1.0279)	1.0380 (1.0119-1.0647)*	1.0009 (0.9719-1.0307)	1.0071 (0.9897-1.0248)
14-day lag	1.0016 (0.9881-1.0152)	0.9988 (0.9789-1.0191)	1.0253 (0.9996-1.0517)	0.9938 (0.9686-1.0197)	1.0069 (0.9896-1.0245)
15-day lag	1.0011 (0.9882-1.0142)	0.9930 (0.9713-1.0153)	1.0060 (0.9820-1.0306)	0.9891 (0.9597-1.0193)	1.0065 (0.9901-1.0232)

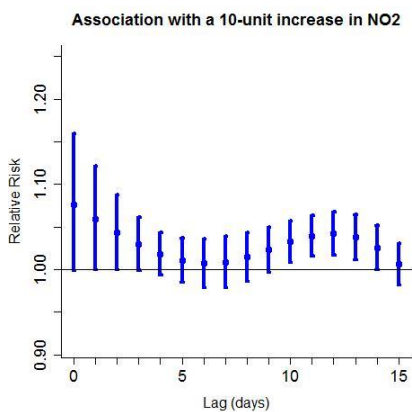
\* p-value < 0.05



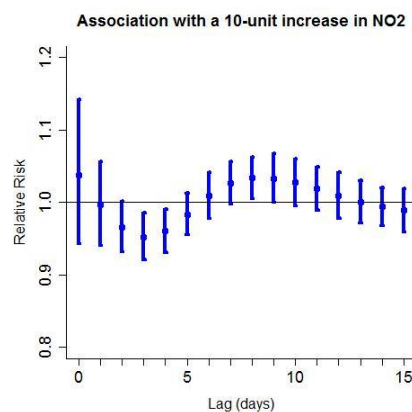
เพศชาย



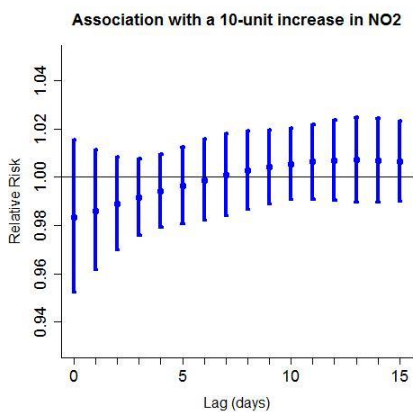
เพศหญิง



อายุ 0-19 ปี



อายุ 20-64 ปี



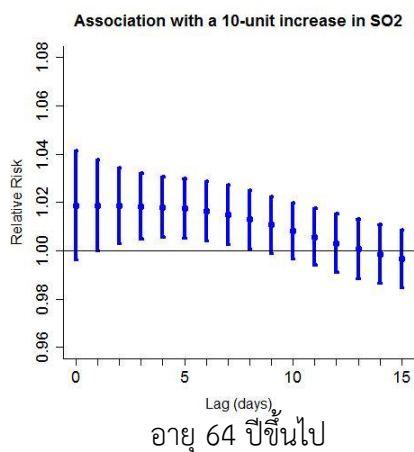
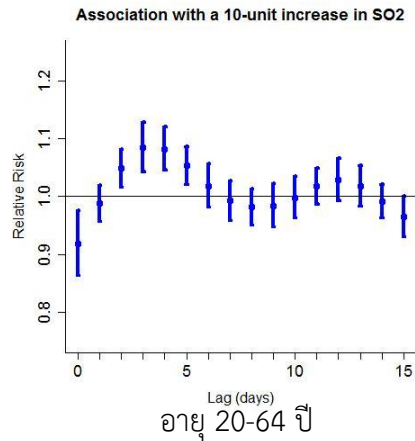
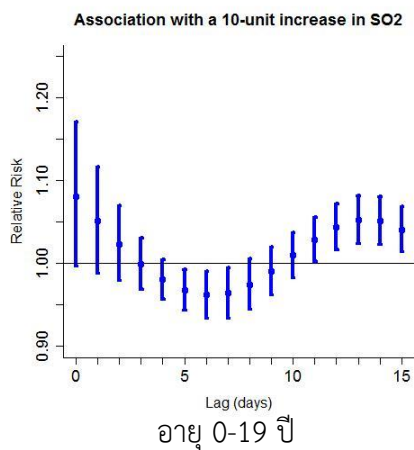
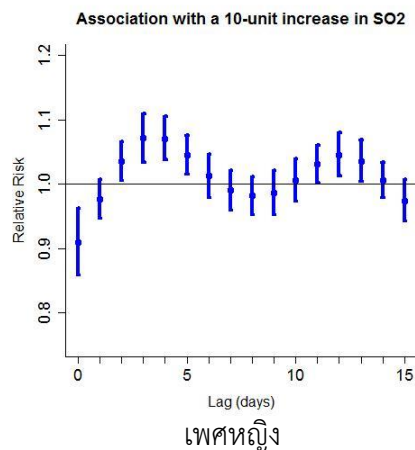
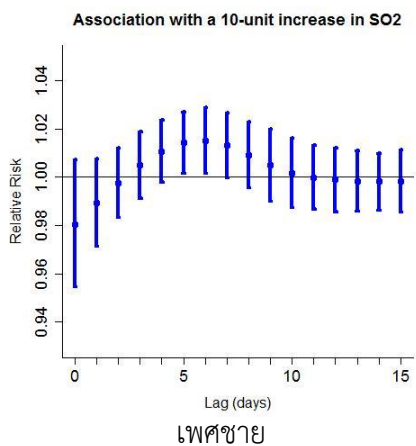
อายุ 64 ปีขึ้นไป

ภาพ 4.30 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

ตาราง 4.55 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9805 (0.9545-1.0072)	0.9096 (0.8596-0.9625)	1.0805 (0.9974-1.1705)	0.9179 (0.8641-0.9750)	1.0185 (0.9963-1.0412)
1-day lag	0.9893 (0.9713-1.0077)	0.9768 (0.9477-1.0069)	1.0508 (0.9884-1.1171)	0.9872 (0.9568-1.0186)	1.0186 (1.0000-1.0375)*
2-day lag	0.9977 (0.9835-1.0121)	1.0359 (1.0065-1.0661)*	1.0234 (0.9792-1.0697)	1.0480 (1.0156-1.0814)*	1.0186 (1.0030-1.0343)*
3-day lag	1.0050 (0.9913-1.0189)	1.0714 (1.0340-1.1101)*	0.9997 (0.9691-1.0312)	1.0838 (1.0418-1.1275)*	1.0184 (1.0049-1.0320)*
4-day lag	1.0107 (0.9979-1.0237)	1.0709 (1.0378-1.1051)*	0.9807 (0.9569-1.0051)	1.0817 (1.0451-1.1196)*	1.0180 (1.0056-1.0305)*
5-day lag	1.0143 (1.0017-1.0271)*	1.0451 (1.0157-1.0754)*	0.9677 (0.9433-0.9926)	1.0530 (1.0207-1.0863)*	1.0173 (1.0051-1.0296)*
6-day lag	1.0152 (1.0017-1.0289)*	1.0129 (0.9800-1.0469)	0.9617 (0.9341-0.9902)	1.0176 (0.9810-1.0556)	1.0162 (1.0040-1.0287)*
7-day lag	1.0132 (0.9999-1.0267)	0.9902 (0.9599-1.0215)	0.9641 (0.9343-0.9948)	0.9924 (0.9590-1.0269)	1.0148 (1.0025-1.0272)*
8-day lag	1.0093 (0.9958-1.0229)	0.9817 (0.9530-1.0112)	0.9747 (0.9450-1.0053)	0.9813 (0.9502-1.0134)	1.0129 (1.0008-1.0250)*
9-day lag	1.0049 (0.9902-1.0199)	0.9871 (0.9536-1.0218)	0.9908 (0.9627-1.0198)	0.9835 (0.9468-1.0216)	1.0106 (0.9989-1.0225)
10-day lag	1.0017 (0.9873-1.0163)	1.0064 (0.9743-1.0395)	1.0098 (0.9832-1.0371)	0.9981 (0.9633-1.0341)	1.0082 (0.9966-1.0199)
11-day lag	0.9998 (0.9866-1.0132)	1.0309 (1.0021-1.0605)*	1.0286 (1.0023-1.0555)*	1.0172 (0.9865-1.0488)	1.0056 (0.9939-1.0174)
12-day lag	0.9989 (0.9858-1.0122)	1.0457 (1.0124-1.0800)*	1.0439 (1.0166-1.0719)*	1.0280 (0.9920-1.0654)	1.0031 (0.9911-1.0152)
13-day lag	0.9983 (0.9859-1.0109)	1.0361 (1.0045-1.0687)*	1.0525 (1.0241-1.0817)*	1.0181 (0.9837-1.0536)	1.0007 (0.9884-1.0130)
14-day lag	0.9981 (0.9865-1.0099)	1.0061 (0.9793-1.0336)	1.0513 (1.0231-1.0802)*	0.9912 (0.9625-1.0208)	0.9985 (0.9863-1.0107)
15-day lag	0.9983 (0.9855-1.0112)	0.9745 (0.9430-1.0071)	1.0410 (1.0143-1.0683)*	0.9643 (0.9300-0.9999)	0.9965 (0.9847-1.0085)

\* p-value < 0.05



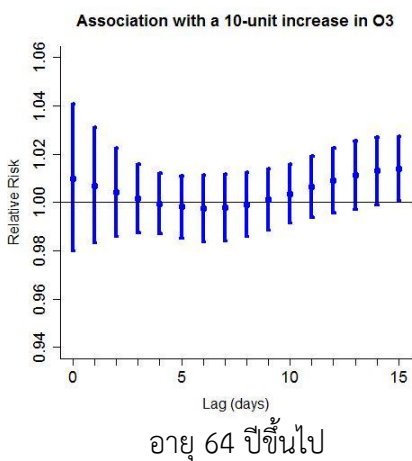
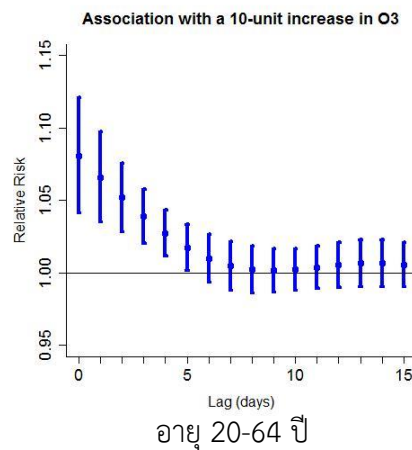
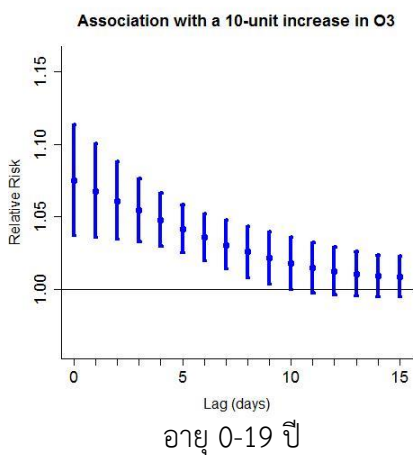
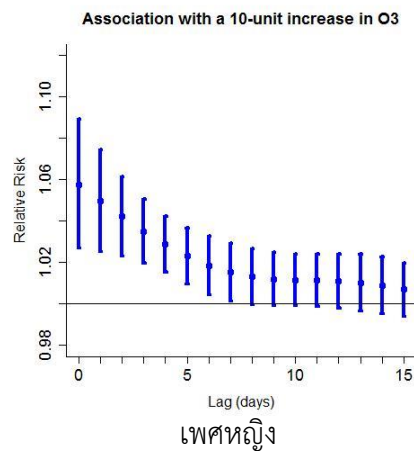
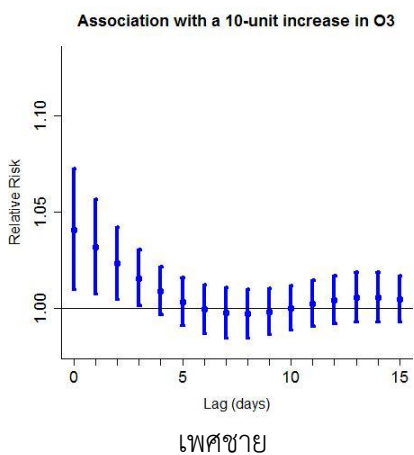
ภาพ 4.31 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560



ตาราง 4.56 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลาระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	อายุ 0-19 ปี	อายุ 20-64 ปี	อายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	1.0405 (1.0098-1.0721)*	1.0576 (1.0269-1.0891)*	1.0748 (1.0371-1.1138)*	1.0804 (1.0411-1.1211)*	1.0099 (0.9798-1.0408)
1-day lag	1.0317 (1.0076-1.0564)*	1.0497 (1.0254-1.0746)*	1.0678 (1.0361-1.1004)*	1.0657 (1.0351-1.0973)*	1.0068 (0.9833-1.0310)
2-day lag	1.0234 (1.0050-1.0421)*	1.0421 (1.0232-1.0614)*	1.0609 (1.0347-1.0878)*	1.0517 (1.0284-1.0756)*	1.0040 (0.9860-1.0223)
3-day lag	1.0157 (1.0014-1.0302)*	1.0350 (1.0198-1.0504)*	1.0542 (1.0326-1.0763)*	1.0388 (1.0206-1.0573)*	1.0015 (0.9873-1.0158)
4-day lag	1.0090 (0.9967-1.0214)	1.0286 (1.0151-1.0422)*	1.0478 (1.0295-1.0664)*	1.0272 (1.0113-1.0433)*	0.9994 (0.9869-1.0121)
5-day lag	1.0035 (0.9914-1.0158)	1.0230 (1.0096-1.0366)*	1.0417 (1.0252-1.0584)*	1.0175 (1.0016-1.0335)*	0.9980 (0.9852-1.0110)
6-day lag	0.9996 (0.9870-1.0124)	1.0185 (1.0045-1.0326)*	1.0359 (1.0198-1.0522)*	1.0099 (0.9934-1.0266)	0.9974 (0.9838-1.0112)
7-day lag	0.9975 (0.9847-1.0106)	1.0152 (1.0012-1.0294)*	1.0306 (1.0139-1.0475)*	1.0048 (0.9881-1.0217)	0.9978 (0.9839-1.0118)
8-day lag	0.9973 (0.9848-1.0099)	1.0131 (0.9997-1.0267)	1.0257 (1.0082-1.0435)*	1.0022 (0.9863-1.0183)	0.9991 (0.9858-1.0125)
9-day lag	0.9984 (0.9866-1.0103)	1.0120 (0.9993-1.0248)	1.0214 (1.0033-1.0398)*	1.0015 (0.9867-1.0166)	1.0011 (0.9886-1.0137)
10-day lag	1.0003 (0.9888-1.0119)	1.0114 (0.9992-1.0239)	1.0177 (0.9996-1.0361)	1.0022 (0.9880-1.0167)	1.0036 (0.9914-1.0159)
11-day lag	1.0025 (0.9908-1.0144)	1.0112 (0.9987-1.0238)	1.0146 (0.9972-1.0324)	1.0037 (0.9892-1.0184)	1.0063 (0.9937-1.0190)
12-day lag	1.0045 (0.9921-1.0170)	1.0109 (0.9977-1.0242)	1.0122 (0.9959-1.0288)	1.0053 (0.9899-1.0209)	1.0089 (0.9955-1.0225)
13-day lag	1.0058 (0.9930-1.0188)	1.0102 (0.9966-1.0240)	1.0104 (0.9953-1.0258)	1.0065 (0.9904-1.0228)	1.0112 (0.9972-1.0254)
14-day lag	1.0059 (0.9933-1.0186)	1.0088 (0.9954-1.0225)	1.0092 (0.9951-1.0236)	1.0067 (0.9908-1.0228)	1.0129 (0.9991-1.0270)
15-day lag	1.0048 (0.9929-1.0168)	1.0068 (0.9941-1.0197)	1.0085 (0.9947-1.0226)	1.0057 (0.9907-1.0209)	1.0140 (1.0009-1.0272)*

\* p-value < 0.05

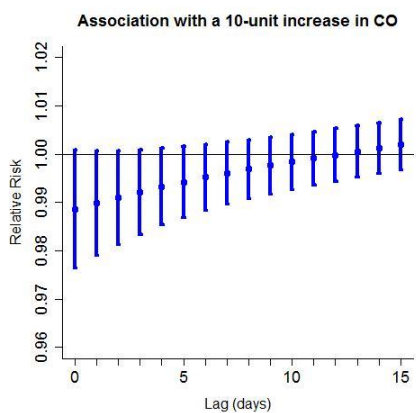


ภาพ 4.32 ความสัมพันธ์ของผลกระทบต่อความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

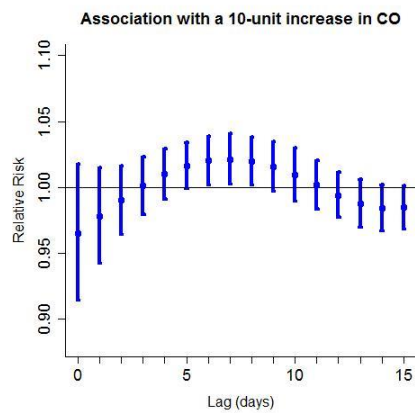
ตาราง 4.57 การประมาณค่า Relative risk (95% CI) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เพิ่มขึ้นทุก 10% ในจังหวัดสงขลา ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

days lag	เพศชาย	เพศหญิง	ช่วงอายุ 0-19 ปี	ช่วงอายุ 20-64 ปี	ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป
	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)	RR (95% CI)
0-day lag	0.9885 (0.9764-1.0009)	0.9647 (0.9146-1.0176)	1.0306 (0.9845-1.0789)	0.9403 (0.8801-1.0047)	0.9822 (0.9003-1.0715)
1-day lag	0.9897 (0.9790-1.0006)	0.9776 (0.9420-1.0145)	1.0277 (0.9929-1.0637)	0.9577 (0.9168-1.0004)	0.9993 (0.9460-1.0556)
2-day lag	0.9909 (0.9813-1.0006)	0.9898 (0.9643-1.0161)	1.0248 (0.9995-1.0507)	0.9740 (0.9446-1.0043)	1.0133 (0.9732-1.0551)
3-day lag	0.9921 (0.9834-1.0008)	1.0008 (0.9794-1.0227)	1.0221 (1.0028-1.0418)*	0.9877 (0.9614-1.0147)	1.0207 (0.9813-1.0617)
4-day lag	0.9931 (0.9853-1.0011)	1.0098 (0.9909-1.0290)	1.0197 (1.0011-1.0386)*	0.9976 (0.9746-1.0210)	1.0191 (0.9853-1.0541)
5-day lag	0.9942 (0.9869-1.0015)	1.0163 (0.9992-1.0336)	1.0176 (0.9966-1.0391)	1.0040 (0.9827-1.0257)	1.0125 (0.9821-1.0438)
6-day lag	0.9952 (0.9884-1.0020)	1.0201 (1.0021-1.0385)*	1.0160 (0.9924-1.0402)	1.0081 (0.9849-1.0318)	1.0071 (0.9732-1.0423)
7-day lag	0.9960 (0.9897-1.0025)	1.0212 (1.0024-1.0404)*	1.0149 (0.9902-1.0401)	1.0108 (0.9886-1.0335)	1.0081 (0.9759-1.0415)
8-day lag	0.9969 (0.9908-1.0030)	1.0196 (1.0016-1.0380)*	1.0141 (0.9903-1.0385)	1.0122 (0.9903-1.0346)	1.0137 (0.9816-1.0468)
9-day lag	0.9976 (0.9917-1.0035)	1.0156 (0.9967-1.0348)	1.0135 (0.9912-1.0362)	1.0118 (0.9869-1.0373)	1.0183 (0.9805-1.0574)
10-day lag	0.9984 (0.9927-1.0041)	1.0094 (0.9896-1.0297)	1.0124 (0.9911-1.0341)	1.0090 (0.9849-1.0336)	1.0169 (0.9811-1.0540)
11-day lag	0.9991 (0.9936-1.0046)	1.0017 (0.9835-1.0202)	1.0105 (0.9891-1.0324)	1.0040 (0.9822-1.0263)	1.0092 (0.9780-1.0413)
12-day lag	0.9998 (0.9944-1.0052)	0.9939 (0.9769-1.0112)	1.0074 (0.9849-1.0303)	0.9972 (0.9739-1.0210)	0.9977 (0.9639-1.0327)
13-day lag	1.0005 (0.9952-1.0058)	0.9876 (0.9698-1.0057)	1.0027 (0.9795-1.0264)	0.9891 (0.9668-1.0118)	0.9852 (0.9530-1.0184)
14-day lag	1.0012 (0.9959-1.0064)	0.9843 (0.9670-1.0018)	0.9960 (0.9734-1.0192)	0.9821 (0.9619-1.0026)	0.9754 (0.9467-1.0050)
15-day lag	1.0018 (0.9966-1.0071)	0.9846 (0.9681-1.0014)	0.9882 (0.9669-1.0099)	0.9803 (0.9576-1.0035)	0.9730 (0.9388-1.0084)

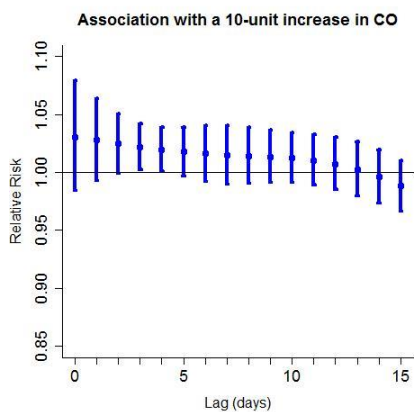
\* p-value < 0.05



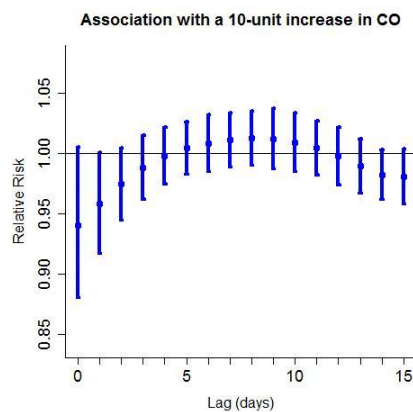
เพศชาย



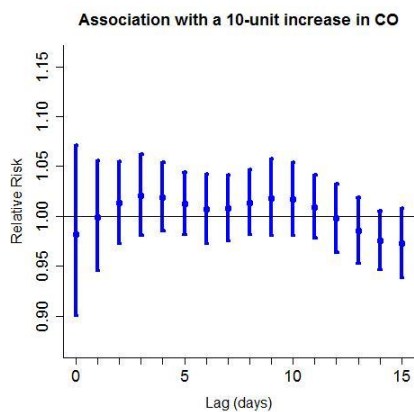
เพศหญิง



อายุ 0-19 ปี



อายุ 20-64 ปี



อายุ 64 ปีขึ้นไป

ภาพ 4.33 ความสัมพันธ์ของผลกระทบความล่าเฉพาะวันต่างๆ ระหว่างการเพิ่มขึ้น 10% ของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน ระหว่าง 1 มกราคม 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

#### 4.6 แผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหัดในจังหวัดสงขลา

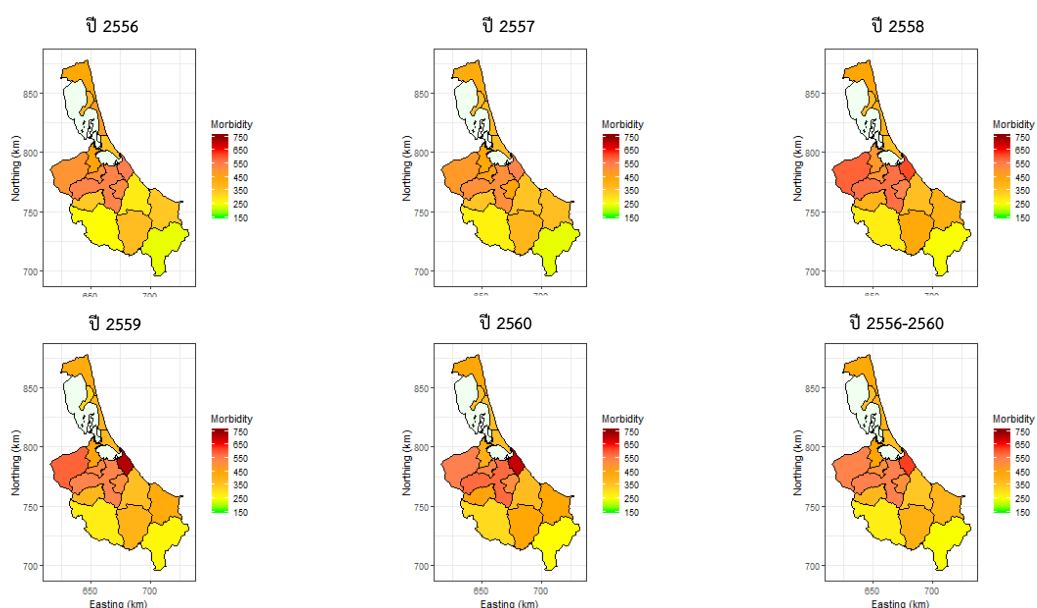
ลักษณะทางระบาดวิทยาของอัตราป่วยโรคหัด ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ตามปัจจัยด้านสถานที่นั้น ประกอบด้วยการกระจายตัวของผู้ป่วยแบ่งออกเป็น 16 อำเภอ 127 ตำบล ในช่วงปี 2556-2560 ผลการศึกษาพบว่า อำเภอที่เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงสุด 5 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองสงขลา คิดเป็นอัตราป่วย 622.70 ต่อประชากรหมื่นคน รองลงมาคือ อำเภอหาดใหญ่, อำเภอรัตนภูมิ, อำเภอนาหม่อม, อำเภอบางกล่ำ คิดเป็นอัตราป่วย 545.72, 539.01, 504.54, 501.76 ต่อประชากรหมื่นคน ตามลำดับ สำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่ของตำบลจะพบลักษณะการกระจายการระบาดของผู้ป่วยในทุกตำบล โดยพบสูงสุดที่พื้นที่ตำบลหาดใหญ่ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอหาดใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรสูง และการกระจายตัวของครัวเรือนที่มีความหนาแน่น คิดเป็นอัตราป่วย 1309.96 ต่อประชากรหมื่นคน และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่ำสุดอยู่ที่ตำบลธารคีรี ตั้งอยู่ในเขตอำเภอสะบ้าย้อย คิดเป็นอัตราป่วย 59.06 ต่อประชากรหมื่นคน

เมื่อพิจารณาตามปัจจัยด้านเวลารายปีนั้น แสดงให้เห็นว่า อำเภอที่มีอัตราป่วยโรคหัด 5 อันดับแรก จะมีแนวโน้มของการเกิดโรคสูงตลอดระยะเวลาในรอบ 5 ปี นอกจากนี้ อำเภอจะนะ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปี โดยที่อัตราป่วยจากปี 2556 ที่มีเพียง 282.64 ต่อประชากรหมื่นคน และสูงขึ้นเป็น 344.67, 355.89, 356.27 และ 368.66 ต่อประชากรหมื่นคน ในปี 2557, 2558, 2559 และ 2560 ตามลำดับ และอำเภอนาทวี, อำเภอเทพา และอำเภอสะเดา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปีเช่นเดียวกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในภาพที่ 4.35, 4.36 และตารางที่ 4.34-4.50

จากภาพที่ 4.37 แสดงระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคหัด สร้างจากค่าประมาณอัตราเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกด้วยโรคหัดในจังหวัดสงขลา ถูกคำนวณในแต่ละตำบล 127 แห่ง โดยทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงแบ่งออกเป็นรายปี ได้แก่ปี 2556, ปี 2557, ปี 2558, ปี 2559 และปี 2560 และสำหรับระยะเวลา 5 ปี คือ ปี 2556-2560 เมื่อประมาณการความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แฝงระหว่างพื้นที่ใกล้เคียงแล้วนั้น พบว่า บริเวณรอบทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูง



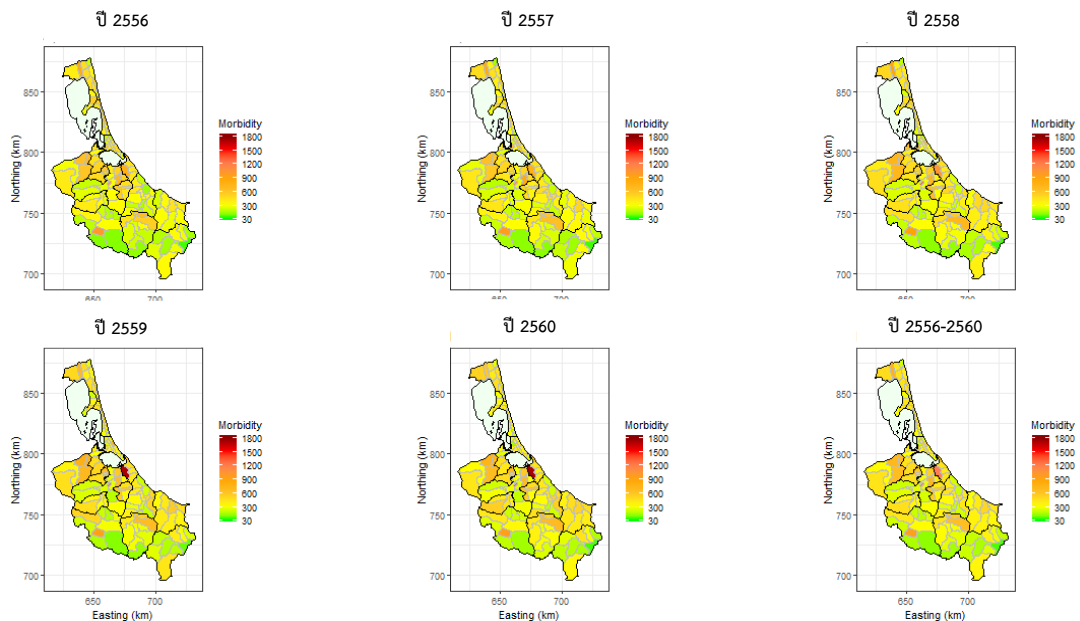
ภาพ 4.34 แผนที่ 16 อำเภอ จังหวัดสงขลา



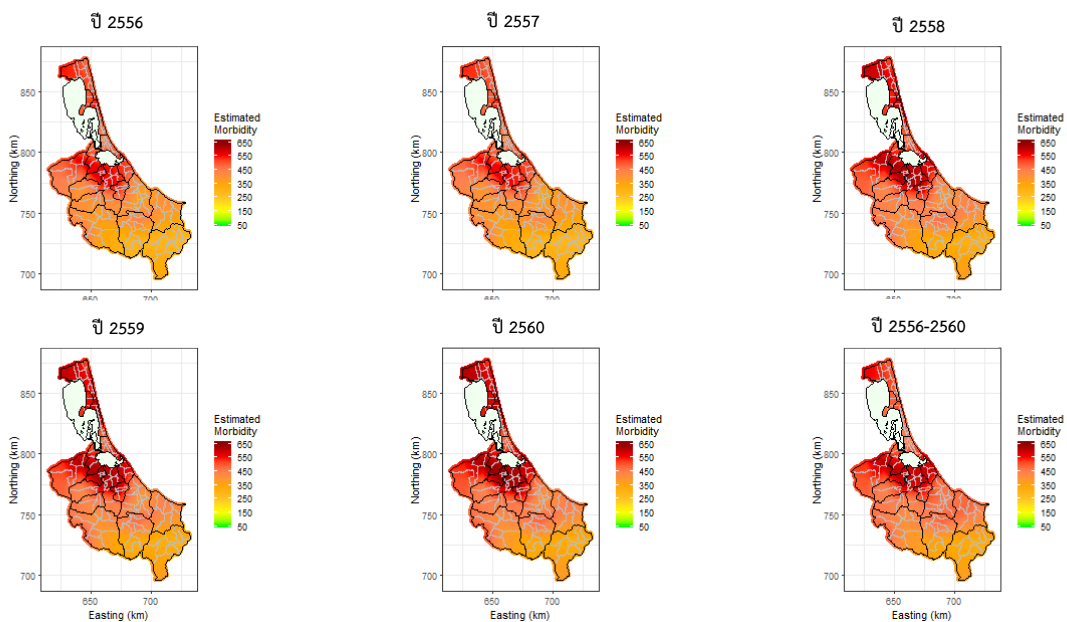
ภาพ 4.35 แผนที่แสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน ตั้งแต่ปี 2556-2560 ตั้งแต่ปี 2556-2560 จำแนกรายอำเภอ จังหวัดสงขลา

ตาราง 4.58 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายอำเภอ จังหวัดสงขลา

อำเภอ	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
อำเภอเมืองสงขลา	549.22	539.62	611.64	712.61	699.23	622.70
อำเภอสทิงพระ	472.02	369.51	398.78	389.92	352.25	396.34
อำเภอจะนะ	282.64	344.67	355.89	356.27	368.66	342.09
อำเภอนาทวี	365.78	389.62	431.26	401.78	440.17	405.95
อำเภอเทพา	338.62	359.69	410.76	428.31	443.86	396.58
อำเภอสะบ้าย้อย	236.42	234.69	245.87	263.21	252.29	246.62
อำเภอรโนด	443.74	423.76	447.42	425.64	438.85	435.90
อำเภอกระแสสินธุ์	369.21	355.85	365.79	308.39	349.60	349.69
อำเภอรัตนภูมิ	493.18	481.51	585.41	584.49	548.60	539.01
อำเภอสะเดา	252.73	269.52	275.42	279.85	309.85	277.66
อำเภอหาดใหญ่	536.77	506.83	570.15	538.05	575.67	545.72
อำเภอนาหม่อม	514.17	452.57	535.08	507.90	512.56	504.54
อำเภอควนเนียง	451.36	438.73	482.42	454.26	414.03	448.45
อำเภอบางกล่ำ	504.22	459.14	492.05	523.61	529.59	501.76
อำเภอลิสงคร	346.78	360.21	364.91	374.61	356.07	360.52
อำเภอคลองหอยโข่ง	338.86	344.07	395.95	381.47	455.81	383.76



ภาพ 4.36 แผนที่แสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหัดต่อประชากร 10,000 คน ตั้งแต่ปี 2556-2560 จำแนกรายตำบล จังหวัดสงขลา



ภาพ 4.37 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัด ตั้งแต่ปี 2556-2560 จังหวัดสงขลา

ตาราง 4.59 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอเมือง จังหวัด สงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลบ่อยาง	561.05	532.13	603.52	558.59	536.01	558.35
ตำบลเขารูปช้าง	451.10	452.55	475.23	477.57	450.66	461.48
ตำบลเกาะแก้ว	419.24	430.44	410.57	427.96	405.79	418.76
ตำบลพะวง	808.83	785.48	1031.72	1714.52	1725.07	1217.92
ตำบลทุ่งหวัง	431.29	455.19	461.27	418.85	436.66	440.58
ตำบลเกาะยอ	465.06	505.60	445.32	441.93	396.84	450.81

ตาราง 4.60 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลจะทิ้งพระ	603.73	542.93	504.81	517.80	486.53	530.98
ตำบลกระดังงา	482.32	308.01	379.60	427.30	373.32	394.46
ตำบลสนามชัย	465.12	290.35	411.13	386.38	378.33	386.37
ตำบลดีหลวง	682.00	495.09	518.11	502.32	426.83	524.44
ตำบลชุมพล	514.30	468.63	524.61	420.15	352.39	455.61
ตำบลคลองรี	441.74	396.69	459.97	453.32	415.70	433.51
ตำบลคูขุด	457.52	327.21	394.11	341.08	329.13	369.63
ตำบลท่าหิน	390.55	346.91	276.88	314.43	309.07	327.55
ตำบลวัดจันทร์	342.79	196.14	237.68	271.82	230.15	255.50
ตำบลบ่อยาง	460.38	271.41	345.34	287.59	239.43	320.14
ตำบลบ่อยาง	347.77	412.78	342.44	396.75	349.83	370.05



ตาราง 4.61 แสดงอัตราป่วยโรคหัดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลบ้านนา	354.65	479.31	477.04	499.96	535.24	470.12
ตำบลป่าชิง	346.43	508.59	404.32	386.10	453.40	419.70
ตำบลสะพานไม้แก่น	283.19	387.91	410.28	523.58	554.93	433.69
ตำบลสะกอม	306.05	394.50	479.18	507.68	486.07	435.95
ตำบลนาหว้า	316.15	386.62	368.11	345.44	337.64	350.81
ตำบลนาทับ	225.61	247.80	265.32	229.96	257.83	245.42
ตำบลน้ำขาว	310.49	348.16	395.61	390.54	468.44	383.15
ตำบลขุนตัดหวาย	214.90	221.05	262.79	238.66	263.34	240.49
ตำบลท่าหมอไทร	250.85	224.90	262.46	221.54	239.79	239.81
ตำบลจะโหนด	401.09	426.49	400.71	415.69	424.22	413.70
ตำบลคู	186.65	224.27	225.28	251.95	213.30	220.58
ตำบลแค	218.96	268.14	290.16	290.83	293.30	272.61
ตำบลคลองเปี้ยะ	433.66	484.45	517.39	420.46	402.18	451.58
ตำบลลิ้งชัน	151.98	227.49	237.30	246.19	245.72	222.55

ตาราง 4.62 แสดงอัตราป่วยโรคหัดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลนาทวี	555.64	635.00	718.11	664.83	688.72	652.77
ตำบลฉาง	643.86	596.48	567.54	547.26	541.80	579.55
ตำบลนาหมอศรี	546.54	542.26	536.28	536.76	639.63	560.66
ตำบลคลองทราย	459.21	440.96	478.01	429.41	436.59	448.73
ตำบลปลักหนู	267.71	296.59	395.65	307.54	299.71	313.60
ตำบลท่าประดู่	317.35	264.72	317.50	293.66	338.38	306.44
ตำบลสะท้อน	221.45	256.76	304.63	272.87	317.42	275.10
ตำบลทับช้าง	238.17	244.28	279.58	302.57	310.21	275.14
ตำบลประกอบ	135.18	126.58	137.99	144.13	258.03	161.44

ตำบลคลองขวาง	269.03	348.14	328.92	310.35	389.30	328.95
--------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

ตาราง 4.63 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลเทพา	455.86	523.29	501.01	565.99	534.70	516.40
ตำบลปากบาง	400.77	364.62	444.44	480.82	475.42	434.06
ตำบลเกาะสะบ้า	343.22	360.77	497.85	423.68	485.22	422.48
ตำบลลำไพล	295.41	354.19	389.42	399.03	414.07	370.61
ตำบลท่าม่วง	312.71	296.55	370.74	373.27	409.16	352.95
ตำบลวังใหญ่	319.95	322.73	400.83	418.12	436.84	380.26
ตำบลสะกอม	248.24	284.87	315.62	348.01	384.46	316.37

ตาราง 4.64 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลสะบ้าย้อย	345.97	338.81	377.91	410.59	447.30	384.50
ตำบลทุ่งพอ	159.45	152.39	176.83	184.10	191.98	173.21
ตำบลเปียน	294.65	307.43	273.75	312.11	314.38	300.54
ตำบลบ้านโหนด	168.63	213.89	239.94	261.89	184.92	214.00
ตำบลจะแหน	292.26	341.17	318.92	204.77	173.28	265.12
ตำบลคูหา	191.10	181.35	212.31	221.82	271.79	216.04
ตำบลเขาแดง	271.93	217.90	172.86	269.19	211.80	228.96
ตำบลบาไไทย	345.79	298.01	385.06	446.12	359.98	367.49
ตำบลธารคีรี	50.67	49.71	56.27	85.70	52.64	59.07

ตาราง 4.65 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลระโนด	475.73	383.45	440.15	471.04	473.58	448.90
ตำบลคลองแดน	230.34	160.97	206.87	294.57	287.71	236.33
ตำบลตะเครียะ	859.67	855.04	889.26	729.06	588.43	783.22
ตำบลท่าบอน	362.74	419.07	417.86	379.06	471.85	409.83
ตำบลบ้านใหม่	487.12	470.69	462.52	398.45	420.05	447.64
ตำบลบ่อตรุ	475.82	438.43	411.28	372.69	444.31	428.35
ตำบลปากแตระ	502.51	534.30	528.70	467.25	398.43	486.11
ตำบลพังยาง	469.10	392.09	479.80	473.65	442.62	451.58
ตำบลระวะ	344.83	311.36	300.07	291.92	302.75	310.27
ตำบลวัดสน	337.70	287.91	385.27	337.31	370.37	343.03
ตำบลบ้านขาว	404.62	494.56	516.02	506.67	544.00	490.16
ตำบลแดนสงวน	476.19	371.98	400.57	493.42	467.29	442.27

ตาราง 4.66 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลเกาะใหญ่	306.72	295.81	331.98	261.92	340.15	307.09
ตำบลโรง	366.49	343.57	252.71	243.42	303.28	301.71
ตำบลเชิงแส	557.47	431.58	488.39	364.16	337.67	435.20
ตำบลกระแสสินธุ์	374.01	469.04	475.97	462.96	441.52	444.74

ตาราง 4.67 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอรัษฎุมิ จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลกำแพงเพชร	599.46	589.49	724.07	701.48	674.74	657.97
ตำบลท่าชะมวง	305.33	284.69	405.62	371.31	328.71	339.54
ตำบลคูหาใต้	622.96	627.70	741.30	803.04	754.30	710.38
ตำบลควนรู	661.68	584.76	707.76	773.66	731.42	692.32
ตำบลเขาพระ	422.31	435.94	478.77	473.16	441.21	450.50

ตาราง 4.68 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสะเตา จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลสะเตา	1013.63	968.45	910.06	945.83	952.46	957.29
ตำบลปริก	318.95	333.51	335.39	305.98	352.52	329.28
ตำบลพังลา	191.22	197.78	195.59	192.39	236.39	202.55
ตำบลสำนักแต้ว	119.19	130.32	131.35	120.11	157.09	131.47
ตำบลทุ่งหมอ	369.58	371.48	470.24	527.77	432.32	434.61
ตำบลท่าโพธิ์	231.95	223.10	225.93	224.99	226.82	226.56
ตำบลป่าดงเบซาร์	204.15	229.55	220.30	242.06	269.25	233.23
ตำบลสำนักขาม	121.77	168.31	198.52	184.59	206.69	175.93
ตำบลเขามิเกียรติ	199.59	259.12	267.39	301.68	247.35	255.97

ตาราง 4.69 แสดงอัตราป่วยโรคหืดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลหาดใหญ่	1206.34	1169.65	1407.91	1366.43	1384.81	1309.96
ตำบลควนลัง	278.73	248.47	278.81	263.93	295.71	272.95
ตำบลคูเต่า	414.25	355.54	400.24	310.10	301.22	355.66
ตำบลคอหงส์	314.44	292.10	301.99	283.21	272.22	292.53
ตำบลคลองแห	320.66	303.28	338.40	278.98	301.40	308.50
ตำบลคลองอู่ตะเภา	258.01	258.09	340.75	272.66	307.81	287.63
ตำบลฉลุง	220.79	197.05	244.15	245.28	236.79	229.05
ตำบลทุ่งใหญ่	739.61	849.33	734.91	671.43	691.00	736.81
ตำบลทุ่งตำเสา	269.90	251.79	255.80	258.58	303.35	267.87
ตำบลท่าข้าม	523.65	504.16	374.89	355.48	318.35	414.28
ตำบลน้ำน้อย	546.20	514.01	549.86	576.39	576.89	552.75
ตำบลบ้านพรุ	323.44	260.68	259.59	196.36	214.26	250.28
ตำบลพะตง	337.09	312.55	302.90	318.96	302.90	314.77

ตาราง 4.70 แสดงอัตราป่วยโรคหืดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลนาหม่อม	560.10	495.47	652.26	591.29	600.03	580.03
ตำบลพิจิตร	471.31	402.85	388.82	467.81	479.92	442.18
ตำบลทุ่งขมิ้น	545.45	500.63	663.74	557.06	558.10	565.13
ตำบลคลองหรีง	440.66	372.45	329.54	348.30	332.12	364.77

ตาราง 4.71 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลรัตภูมิ	459.48	453.90	457.17	482.31	478.36	466.09
ตำบลควนโส	341.70	272.27	400.09	324.32	283.11	324.41
ตำบลห้วยลึก	415.75	419.50	628.19	400.21	346.21	441.91
ตำบลบางเหรียง	521.60	523.37	496.97	514.90	435.88	498.29

ตาราง 4.72 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลบางกล่ำ	583.02	489.46	531.27	655.57	671.16	586.41
ตำบลท่าช้าง	502.21	440.29	455.31	487.35	494.74	476.01
ตำบลแม่athom	513.08	436.31	692.38	635.70	580.58	572.31
ตำบลบ้านหาร	438.05	550.94	538.81	538.76	557.52	525.48

ตาราง 4.73 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลชิงโค	465.65	417.51	364.21	366.26	366.95	396.04
ตำบลสทิงหม้อ	326.04	336.86	362.63	340.16	437.22	360.10
ตำบลท้านบ	437.07	532.33	372.83	383.77	363.74	417.66
ตำบลรำแดง	383.81	496.69	381.62	407.17	325.10	398.81
ตำบลวัดขนุน	424.73	492.01	631.65	687.45	411.92	529.31
ตำบลชะแล้	269.20	253.39	181.35	269.35	165.68	227.43
ตำบลปากร่อ	495.27	667.79	577.46	405.92	358.34	500.61
ตำบลป่าขาด	447.38	328.29	324.37	378.95	430.73	381.71
ตำบลหัวเขา	280.92	265.47	312.77	300.37	268.40	285.58
ตำบลบางเขียด	236.74	339.67	308.72	282.94	299.56	293.18

ตำบลม่วงงาม	237.63	249.64	255.14	317.14	361.89	284.67
-------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

ตาราง 4.74 แสดงอัตราป่วยโรคติดต่อประชากร 10,000 คน จำแนกรายตำบล อำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดสงขลา

ตำบล	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2556-2560
ตำบลคลองหอยโข่ง	415.00	440.02	470.23	479.09	553.95	472.56
ตำบลทุ่งลาน	287.37	270.90	356.20	359.92	420.75	339.97
ตำบลโคกม่วง	353.06	329.65	375.56	335.12	442.39	367.37
ตำบลคลองหลา	314.02	355.40	392.72	358.46	414.67	367.20

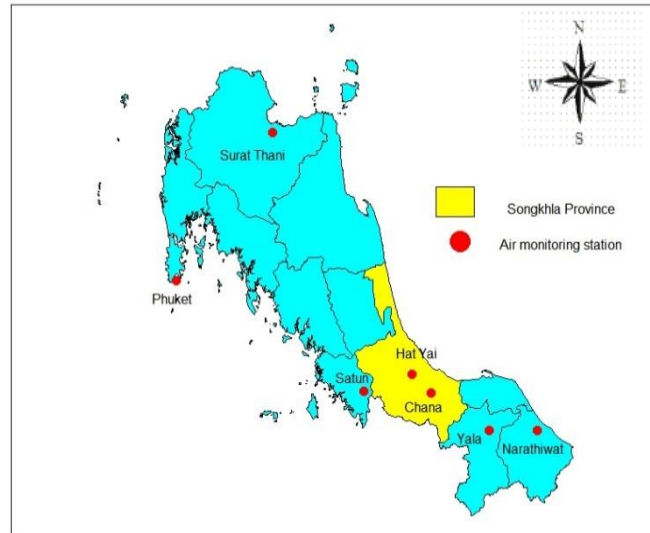
#### 4.7 แผนที่การประมาณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศในจังหวัดสงขลา

จากการวิเคราะห์โดยวิธี Ordinary Kriging สำหรับการประมาณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารมลพิษอากาศ ในการศึกษาประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>), ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) ผลที่ได้จากการประมาณค่าเป็นกริดที่มีค่าต่อเนื่อง และแสดงผลในรูปของแผนที่การกระจายตัวของก๊าซมลพิษแต่ละชนิด ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในภาพที่ 4.37-4.42

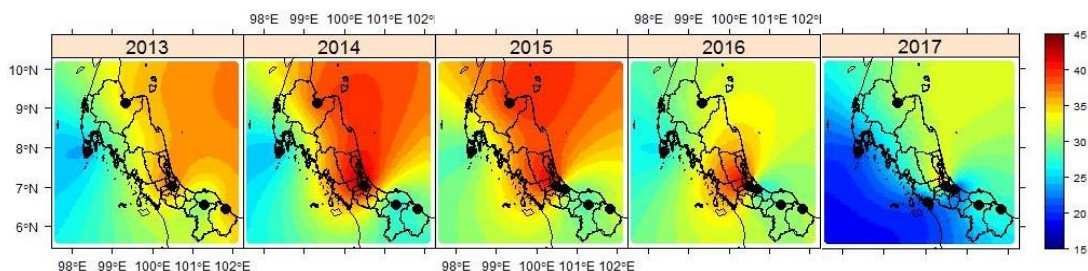
ตาราง 4.75 แสดงข้อมูลก๊าซมลพิษจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในประมาณค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ปี 2556-2560

สถานีตรวจวัด	ปี 2556	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560
คุณภาพอากาศ					
สถานี หาดใหญ่	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>
สถานี โครงการ โรงไฟฟ้า จะนะ	-	-	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
สถานี นราธิวาส	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>
สถานี ยะลา	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO
สถานี สตูล	-	-	-	-	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO, PM <sub>2.5</sub>
สถานี สุราษฎร์ธานี	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO
สถานี ภูเก็ต	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , CO

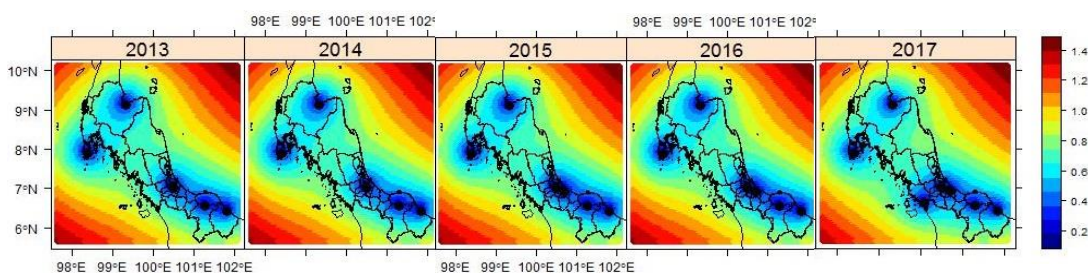




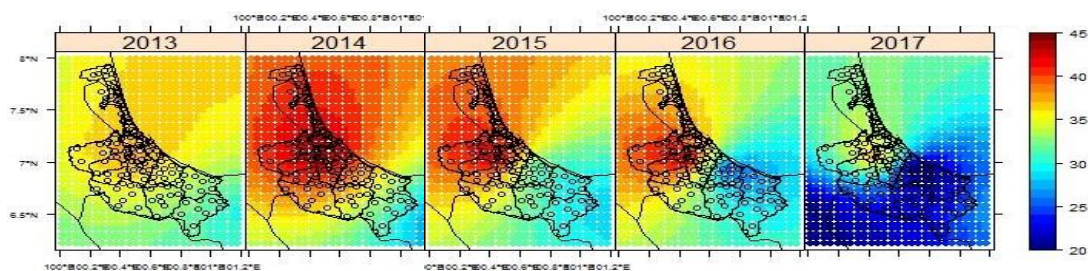
ภาพ 4.38 ภาพแสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการศึกษา



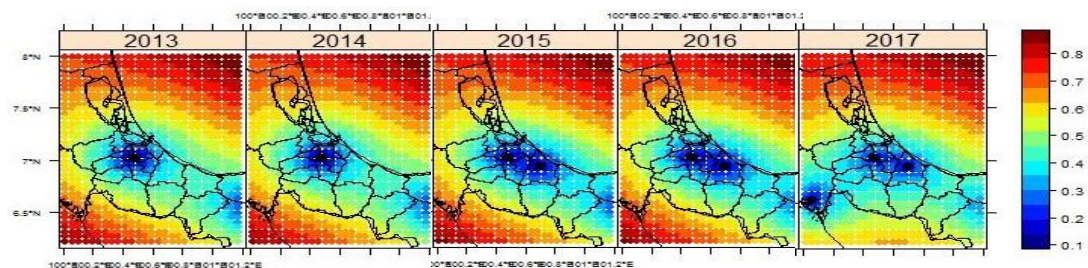
ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น PM<sub>10</sub> ในพื้นที่ภาคใต้



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้

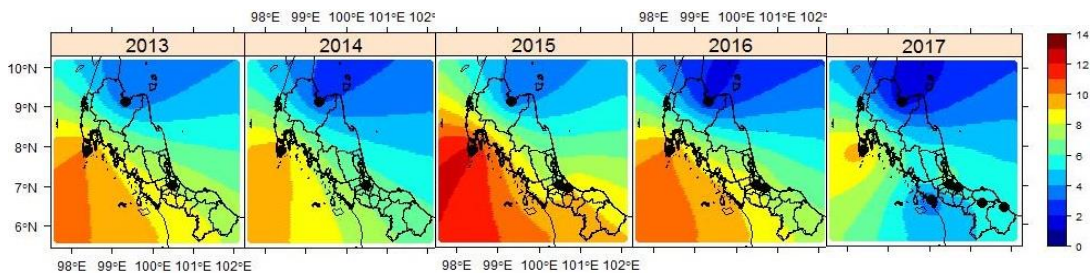


ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น PM<sub>10</sub> ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

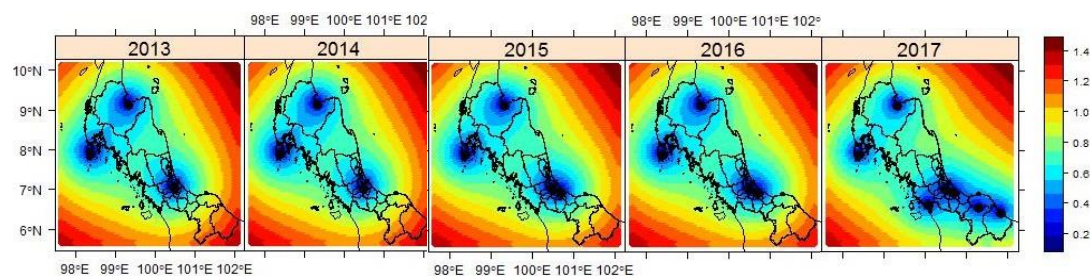


ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา

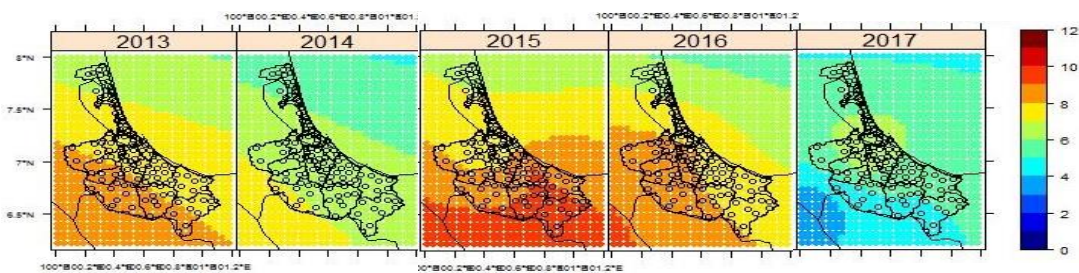
ภาพ 4.39 ข้อมูลกริดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) หน่วยเป็น  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560



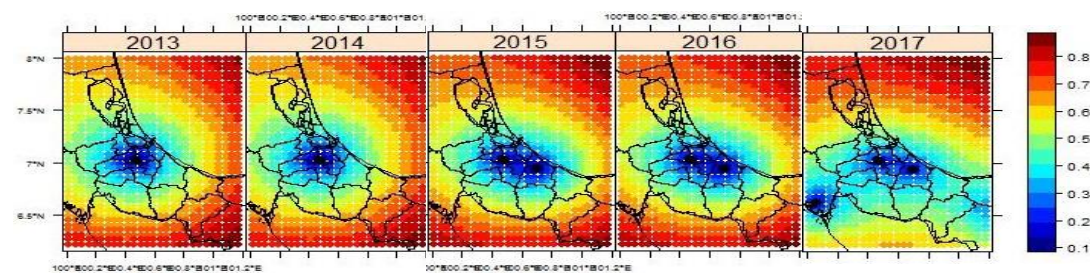
ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น NO<sub>2</sub> ในพื้นที่ภาคใต้



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้

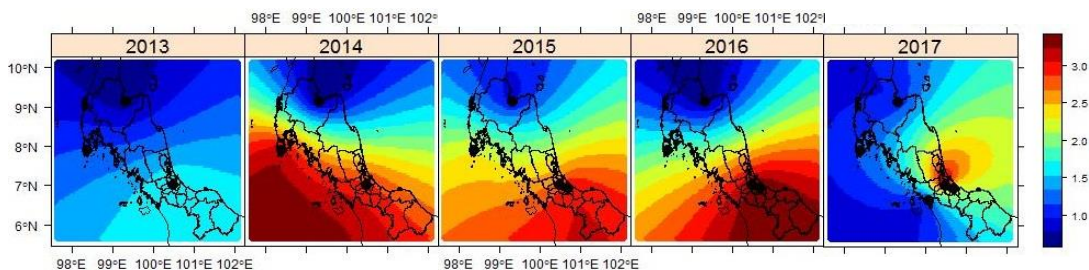


ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น NO<sub>2</sub> ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

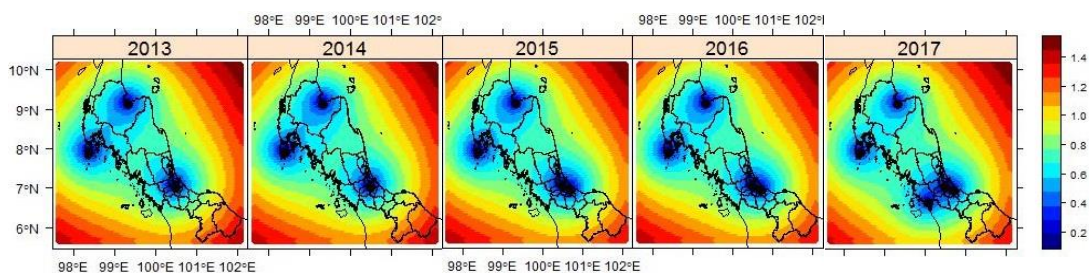


ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา

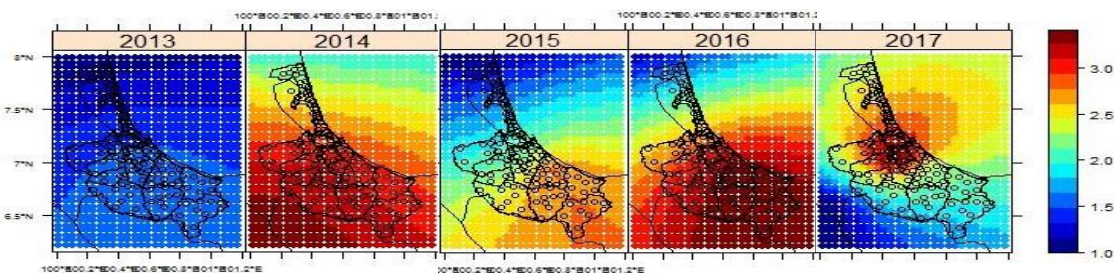
ภาพ 4.40 ข้อมูลกริดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) หน่วยเป็น ppb ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560



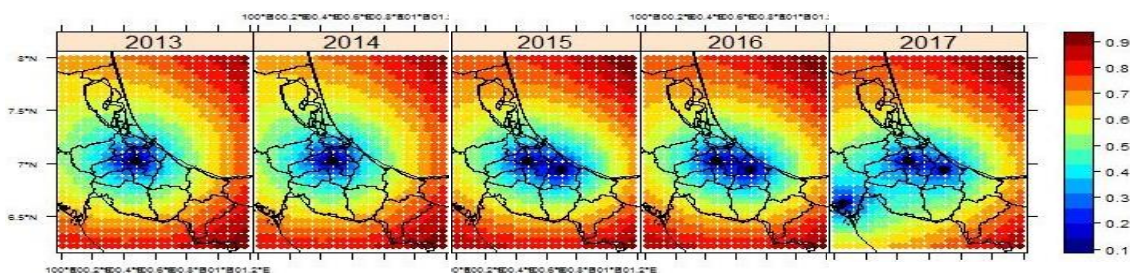
ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น SO<sub>2</sub> ในพื้นที่ภาคใต้



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้

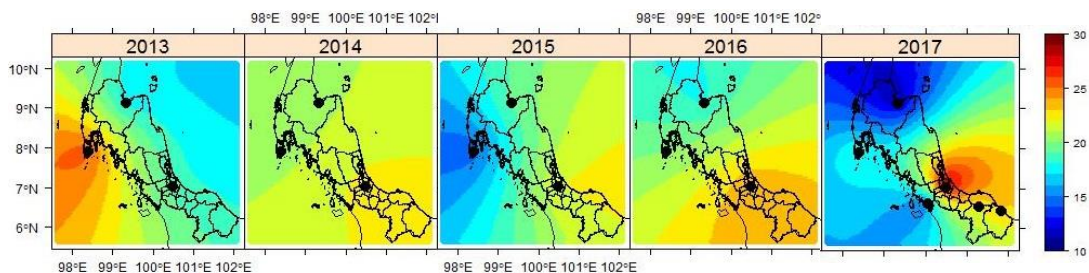


ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น SO<sub>2</sub> ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

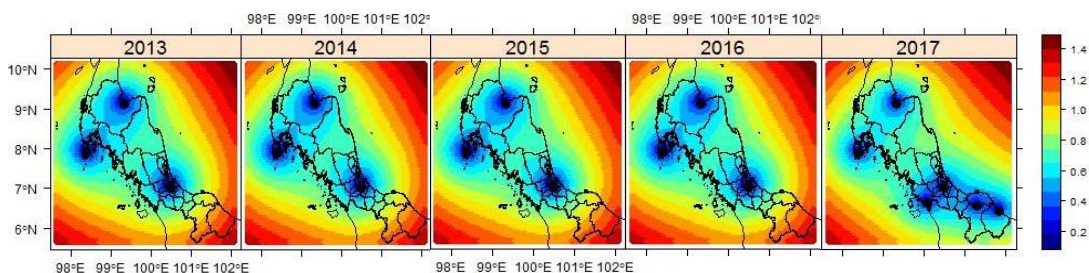


ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา

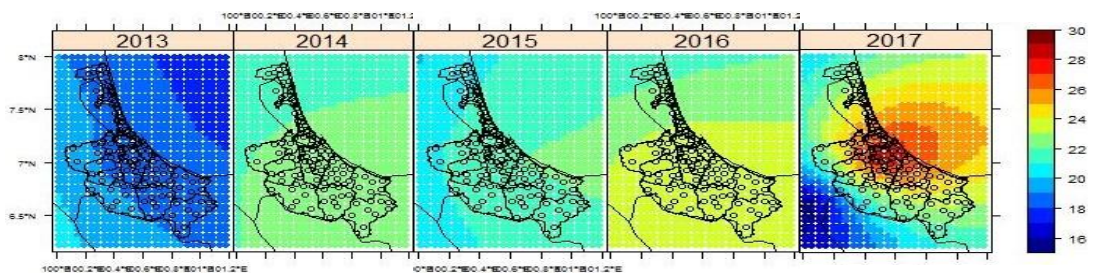
ภาพ 4.41 ข้อมูลกริดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) หน่วยเป็น ppb ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560



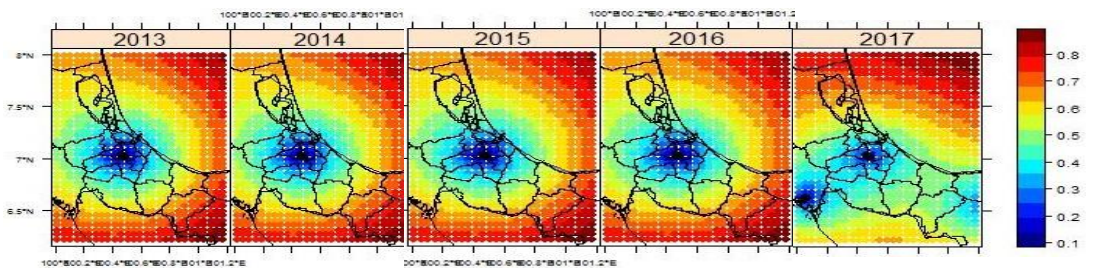
ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น O<sub>3</sub> ในพื้นที่ภาคใต้



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้

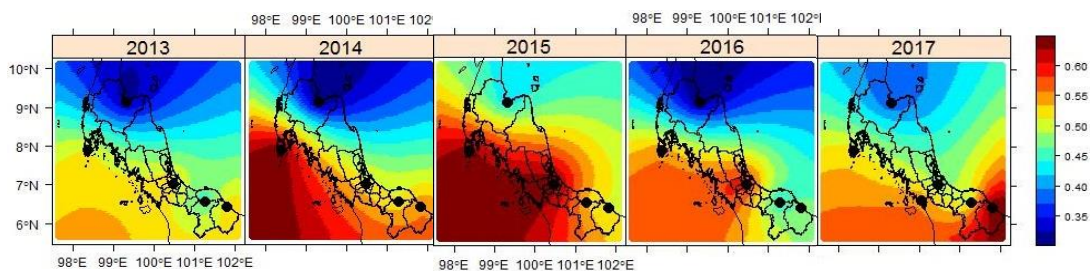


ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น O<sub>3</sub> ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

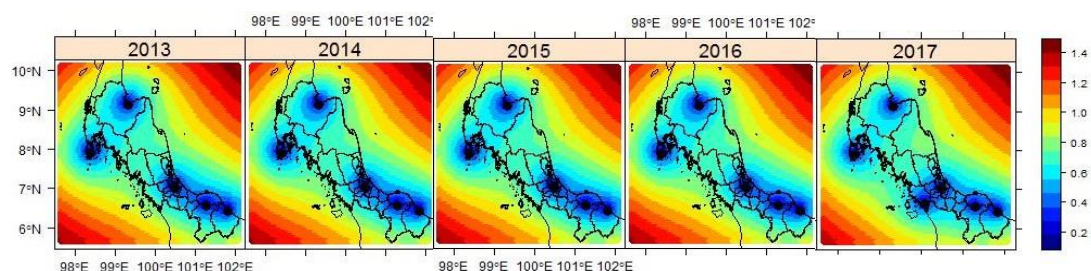


ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา

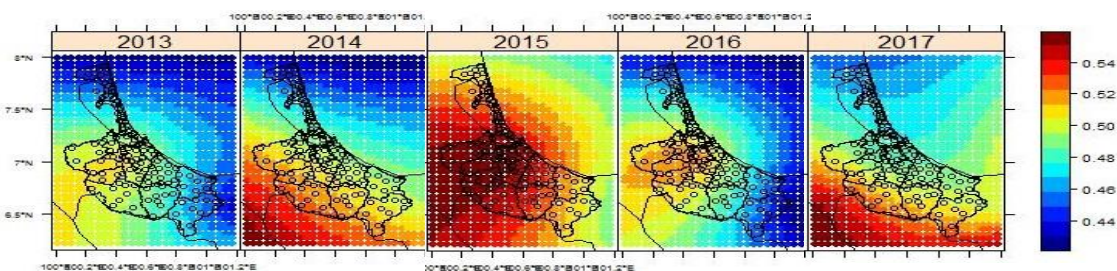
ภาพ 4.42 ข้อมูลกริดของก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) หน่วยเป็น ppb ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560



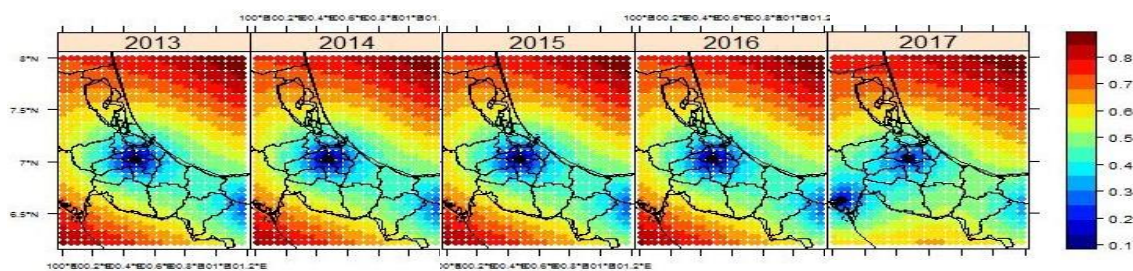
ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น CO ในพื้นที่ภาคใต้



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้

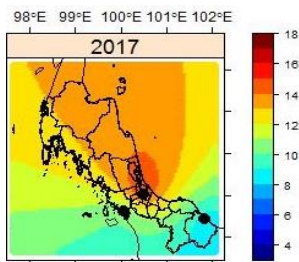


ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น CO ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

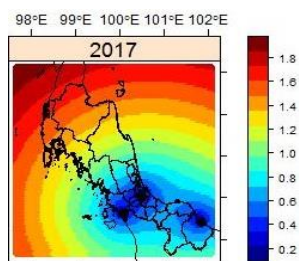


ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา

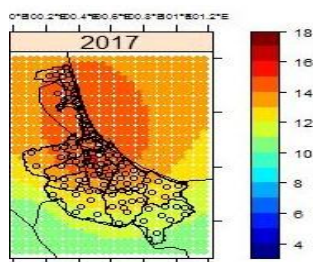
ภาพ 4.43 ข้อมูลกริดของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) หน่วยเป็น ppm ที่ได้จากการวิเคราะห์ตั้งแต่ปี 2556-2560



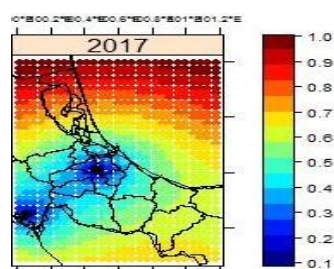
ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น  $PM_{2.5}$  ในพื้นที่ภาคใต้



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้



ลักษณะการกระจายของการประมาณค่าความเข้มข้น  $PM_{2.5}$  ในพื้นที่จังหวัดสงขลา



ค่า residual standard deviation จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสงขลา

ภาพ 4.44 ข้อมูลกริดของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ ) หน่วยเป็น  $\mu g/m^3$  ที่ได้จากการวิเคราะห์ ปี 2560

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษาระบาดวิทยาเชิงพื้นที่และเวลา โดยบูรณาการวิธีทางสถิติ Spatio-Temporal Analysis และ Time Series ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิสำหรับผู้ป่วยโรคหืดเพื่อหาความสัมพันธ์กับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>), ฝุ่นละอองขนาดใหญ่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านอตุณิยมวิทยาด้วย ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2556-2560

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาระบาดวิทยาการกระจายการระบาดและความสัมพันธ์ ตามบุคคล ตามเวลา และสถานที่ ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับการสัมผัสระดับสารมลพิษอากาศ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

##### 5.1.1 ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไป

พบว่า ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560 มีจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 36,761 คน และได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหืดจำนวน 250,127 ครั้ง คิดเป็นอัตราป่วย เท่ากับ 448.86 ต่อประชากรหมื่นคน โดยมีการกระจายการระบาดในผู้ป่วยเพศหญิงมีแนวโน้มสูงกว่าเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 53.76 และคิดเป็นอัตราป่วย เท่ากับ 529.97 ต่อประชากรหมื่นคน เมื่อจำแนกรายกลุ่มอายุ พบอัตราป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในกลุ่มเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปี และเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 64 ปี ในขณะที่แนวโน้มผู้ป่วยโรคหืดในทุกกลุ่มประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยที่อัตราป่วยจากปี 2556 ที่มีเพียง 423.97 ต่อประชากรหมื่นคน และสูงขึ้นเป็น 474.80 ต่อประชากรหมื่นคน ในปี 2560

##### 5.1.2 ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและจุดการเปลี่ยนแปลง

ผลการศึกษาแนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงสำหรับจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืด พบว่า ลักษณะของการเจ็บป่วยเชิงระบาดวิทยาในภาพรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเปลี่ยนไปตามกาลเวลาตลอดในช่วงเวลาที่ศึกษา และการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยนอกจะเพิ่มขึ้นในเดือน พฤษภาคม, มิถุนายน และกรกฎาคม มีจำนวนเฉลี่ยครั้งต่อเดือนเท่ากับ 4,804, 5113, และ 4,929 ในปี 2558, 2559 และ 2560 ตามลำดับ ส่วนจำนวนผู้ป่วยรายบุคคลที่เข้ารับการรักษารายวัน



ในหน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐ ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา ซึ่งครอบคลุม 16 อำเภอ ทั้งหมด 127 ตำบล พบว่า มีผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากการเข้ารับบริการรักษาพยาบาลในเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคมของปี 2558-2560 มีจำนวนสูงสุดคือ 250-360 รายต่อวัน

สำหรับแนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหมด ในรอบปี 2556-2560 สรุปได้ว่า ไม่มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน เมื่อพิจารณาระดับความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพในอาการเบื้องต้นหรือมีความเสี่ยงต่อกลุ่มเสี่ยงของประชาชน แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก (Health guidelines, WHO2002a) <sup>[30]</sup> ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) กำหนดไว้ต้องมีค่าไม่เกิน 50 µg/m<sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานในปี 2556 พบ 13 ครั้ง ในปี 2557 พบ 17 ครั้ง ในปี 2558 พบ 27 ครั้ง ในปี 2559 พบ 13 ครั้ง และในปี 2560 ไม่มีระดับความเข้มข้นที่จะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ และในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) กำหนดไว้ต้องมีค่าไม่เกิน 25 µg/m<sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ในปี 2556 พบ 61 ครั้ง, ในปี 2557 พบ 70 ครั้ง, ในปี 2558 พบ 62 ครั้ง, ในปี 2559 พบ 61 ครั้ง และในปี 2560 พบ 5 ครั้ง สำหรับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>), ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ค่ามาตรฐาน

สำหรับแนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิอากาศทั้งแปด ในรอบปี 2556-2560 สรุปได้ว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในภาพรวมที่แน่นอนผันแปรตามฤดูกาล เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน พบว่า ปัจจัยทางอุณหภูมิมิมีโอกาสมีผลต่อความแปรปรวนของความเข้มข้นมลสารทางอากาศในบรรยากาศ และเมื่อพิจารณาตามลักษณะอากาศภาคใต้ของประเทศไทยแล้ว พบว่า แนวโน้มจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่คิดจะเพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคม, มิถุนายน และกรกฎาคม ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนเป็นระยะมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ตั้งแต่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม

5.1.3 ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ของพารามิเตอร์ทางอุณหภูมิมิ และชนิดของก๊าซมลพิษอากาศ ต่อผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคที่คิด พบว่า

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

1) การประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) พบความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ จุดน้ำค้าง ( $r=0.08$ ) ความชื้นสัมพัทธ์ ( $r=0.07$ ) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $r=0.06$ ) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $r=0.05$ ) และพบความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความกดอากาศ ( $r=-0.06$ )

2) การประเมินความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) พบว่า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.550) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032) และความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.018) เป็นตัวแปรพยากรณ์หลักเมื่อค่าที่สูงขึ้นนั้นสัมพันธ์กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่สูงขึ้นในทุกกลุ่มประชากร เมื่อพิจารณากลุ่มประชากรแยกเพศและช่วงอายุ ดังนี้

- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.512) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.574) ช่วงอายุ 0-19 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.723) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.417) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.611)

- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.026) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.036) ช่วงอายุ 0-19 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.016) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.037) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.041)

- ความชื้นสัมพัทธ์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.020) ช่วงอายุ 0-19 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.026) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.014) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.016)

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

1) การประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) พบความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $r=0.08$ )

2) การประเมินความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) พบว่า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.110) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.015) Sin(ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.023) และความชื้นสัมพัทธ์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.013) เป็นตัวแปรพยากรณ์หลักเมื่อค่าที่สูงขึ้นนั้นสัมพันธ์กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่สูงขึ้นในทุกกลุ่มประชากร เมื่อพิจารณากลุ่มประชากรแยกเพศและช่วงอายุ ดังนี้

- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.079) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.129) ช่วงอายุ 0-19 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.133) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.075) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.165)

- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.011) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.021) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.018)

- Sin(ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.017) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.027) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.025) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.041)

- ความชื้นสัมพัทธ์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.019) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.020) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.022)

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

1) การประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) พบความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $r=0.07$ ) และพบความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ความกดอากาศ ( $r=-0.07$ ) และความเร็วลม ( $r=-0.06$ )

2) การประเมินความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) พบว่า จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.091) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) เป็นตัวแปรพยากรณ์หลักเมื่อค่าที่สูงขึ้นนั้นสัมพันธ์กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่สูงขึ้นในทุกกลุ่มประชากร เมื่อพิจารณาทุกกลุ่มประชากรแยกเพศและช่วงอายุ ดังนี้

- จุดน้ำค้าง มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.092) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.089) ช่วงอายุ 0-19 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.088) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.093) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.089)

- ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.012) ช่วงอายุ 0-19 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.008) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.014) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.011)

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

1) การประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) พบความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $r=0.14$ ) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $r=0.13$ ) และพบความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ Cos(ทิศลมตะวันตกเฉียงใต้) ( $r=-0.12$ )

2) การประเมินความสัมพันธ์พหุคูณแบบถดถอย (Multiple Regression Analysis) พบว่า จุดน้ำค้าง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.039) และ Sin(ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.025) เป็นตัวแปรพยากรณ์หลักเมื่อค่าที่สูงขึ้นนั้นสัมพันธ์กับผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่สูงขึ้นในทุกกลุ่มประชากร เมื่อพิจารณาในกลุ่มประชากรแยกเพศและช่วงอายุ ดังนี้

- จุดน้ำค้าง มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศชาย (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.033) เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.042) และช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.061)

- Sin(ทิศลมตะวันออกเฉียงเหนือ) มีอิทธิพลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ เพศหญิง (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032) ช่วงอายุ 20-64 ปี (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.029) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ =.032)

5.1.4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดกับปริมาณคาดการณ์ของสารก่อมลพิษแต่ละชนิดที่เพิ่มขึ้นทุก 10% โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาและสารมลพิษอื่นๆ เมื่อพิจารณาในกลุ่มประชากรแยกเพศและช่วงอายุ พบว่า

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2560

เมื่อกำหนดค่าเริ่มสัมผัสให้  $PM_{10} = 35.59 \mu g/m^3$ ,  $NO_2 = 7.09 \text{ ppb}$ ,  $SO_2 = 2.61 \text{ ppb}$ ,  $O_3 = 26.02 \text{ ppb}$  และ  $CO = 0.50 \text{ ppm}$

- เพศชาย พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ  $NO_2$  (lag 5 day),  $SO_2$  (lag 10 day) และ  $O_3$  (lag 0 day) ในขณะที่  $PM_{10}$  และ  $CO$  พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- เพศหญิง พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ  $PM_{10}$  (lag 4 day),  $SO_2$  (lag 10 day),  $NO_2$  (lag 2 day),  $SO_2$  (lag 10 day) และ  $O_3$  (lag 0 day) ในขณะที่  $CO$  พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ  $NO_2$  (lag 7 day),  $SO_2$  (lag 12 day),  $O_3$  (lag 0 day) และ  $CO$  (lag 12 day) ในขณะที่  $PM_{10}$  พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ  $PM_{10}$  (lag 4 day),  $NO_2$  (lag 0 day),  $SO_2$  (lag 10 day) และ  $O_3$  (lag 0 day) ในขณะที่  $CO$  พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ  $PM_{10}$  (lag 6 day),  $NO_2$  (lag 15 day) และ  $O_3$  (lag 0 day) ในขณะที่  $SO_2$  และ  $CO$  พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศ โดยวิเคราะห์ lag time ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) ในกลุ่มประชาชนทั้งหมดเชิงพื้นที่ พบ PM<sub>10</sub> (lag 1 day) มีความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.97, 1.95 และ 1.90 ใน Model 1-3 ตามลำดับ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2556 ถึง 31 ธันวาคม 2557

เมื่อกำหนดค่าเริ่มสัมผัสให้ PM<sub>10</sub> = 37.85 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> = 7.03 ppb, SO<sub>2</sub> = 2.34 ppb, O<sub>3</sub> = 20.38 ppb และ CO = 0.48 ppm

- เพศชาย พบว่า PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> และ CO มีผลต่อจำนวนผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- เพศหญิง พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 8 day), และ CO (lag 0 day) ในขณะที่ NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> และ O<sub>3</sub> พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ NO<sub>2</sub> (lag 0 day), SO<sub>2</sub> (lag 3 day), O<sub>3</sub> (lag 8 day) และ CO (lag 0 day) ในขณะที่ PM<sub>10</sub> พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 9 day), SO<sub>2</sub> (lag 0 day) และ CO (lag 0 day) ในขณะที่ NO<sub>2</sub> และ O<sub>3</sub> พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ NO<sub>2</sub> (lag 2 day) และ CO (lag 0 day) ในขณะที่ PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> และ O<sub>3</sub> พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศ โดยวิเคราะห์ lag time ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) ในกลุ่มประชาชนทั้งหมดเชิงพื้นที่ พบ PM<sub>10</sub> (lag 1 day) มีความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.79, 1.73 และ 1.79 ใน Model 1-3 ตามลำดับ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2560

เมื่อกำหนดค่าเริ่มสัมผัสให้ PM<sub>10</sub> = 34.09 µg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> = 7.14 ppb, SO<sub>2</sub> = 2.79 ppb, O<sub>3</sub> = 29.78 ppb และ CO = 0.51 ppm

- เพศชาย พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ NO<sub>2</sub> (lag 7 day) และ O<sub>3</sub> (lag 0 day) ในขณะที่ PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> และ CO พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

- เพศหญิง พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 11 day), NO<sub>2</sub> (lag 4 day), SO<sub>2</sub> (lag 10 day), O<sub>3</sub> (lag 15 day) และ CO (lag 14 day)

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 0 day), NO<sub>2</sub> (lag 7 day), O<sub>3</sub> (lag 0 day) และ CO (lag 12 day) ในขณะที่ SO<sub>2</sub> พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 8 day), SO<sub>2</sub> (lag 10 day) และ O<sub>3</sub> (lag 0 day) ในขณะที่ NO<sub>2</sub> และ CO พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 6 day), NO<sub>2</sub> (lag 15 day) และ O<sub>3</sub> (lag 14 day) ในขณะที่ SO<sub>2</sub> และ CO พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

ผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษอากาศ โดยวิเคราะห์ lag time ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) ในกลุ่มประชาชนทั้งหมดเชิงพื้นที่ พบ PM<sub>10</sub> (lag 1 day) มีความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.06, 1.97 และ 2.06 ใน Model 1-3 ตามลำดับ

ผลวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลา ระหว่าง 1 ม.ค. 2560 ถึง 31 ธันวาคม 2560

เมื่อกำหนดค่าเริ่มสัมผัสให้ PM<sub>10</sub> = 29.79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM<sub>2.5</sub> = 13.92, NO<sub>2</sub> = 5.68 ppb, SO<sub>2</sub> = 2.60 ppb, O<sub>3</sub> = 32.96 ppb และ CO = 0.49 ppm

- เพศชาย พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ SO<sub>2</sub> (lag 6 day) และ O<sub>3</sub> (lag 0 day) ในขณะที่ PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub> และ CO พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- เพศหญิง พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 1 day), PM<sub>2.5</sub> (lag 6 day), NO<sub>2</sub> (lag 9 day), SO<sub>2</sub> (lag 3 day), O<sub>3</sub> (lag 0 day) และ CO (lag 7 day)

- ช่วงอายุ 0-19 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 10 day), PM<sub>2.5</sub> (lag 9 day), NO<sub>2</sub> (lag 1 day), SO<sub>2</sub> (lag 13 day), O<sub>3</sub> (lag 0 day) และ CO (lag 3 day)

- ช่วงอายุ 20-64 ปี พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 7 day), PM<sub>2.5</sub> (lag 6 day), NO<sub>2</sub> (lag 8 day), SO<sub>2</sub> (lag 3 day) และ O<sub>3</sub> (lag 0 day) ในขณะที่ CO พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

- ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป พบความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ PM<sub>10</sub> (lag 3 day), PM<sub>2.5</sub> (lag 2 day), SO<sub>2</sub> (lag 3 day) และ O<sub>3</sub> (lag 15 day) ในขณะที่ NO<sub>2</sub> และ CO พบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

ผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษอากาศ โดยวิเคราะห์ lag time ตั้งแต่ในวันเดียวกัน (0 lag วัน) และถัดไปที่ละวันจนถึงวันที่ 5 (5 lag วัน) ในกลุ่มประชาชนทั้งหมดเชิงพื้นที่ พบ PM<sub>10</sub> (lag 3 day) มีความสัมพันธ์สูงสุดในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการวินิจฉัยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.59, 2.89 และ 2.83 ใน Model 1-3 ตามลำดับ

#### 5.1.5 แผนที่ทางระบาดวิทยา

ผลการศึกษาแผนที่ทางระบาดวิทยาแสดงการกระจายทางภูมิศาสตร์ของอัตราป่วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ในช่วงปี 2556-2560 พบว่า อำเภอที่เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงสุด 5 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองสงขลา คิดเป็นอัตราป่วย 622.70 ต่อประชากรหมื่นคน รองลงมา คือ อำเภอหาดใหญ่, อำเภอรัตนภูมิ, อำเภอนาหม่อม, อำเภอบางกล่ำ คิดเป็นอัตราป่วย 545.72, 539.01, 504.54, 501.76 ต่อประชากรหมื่นคน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามปัจจัยด้านเวลารายปีนั้น แสดงให้เห็นว่า อำเภอที่มีอัตราป่วยโรคหืด 5 อันดับแรก จะมีแนวโน้มของการเกิดโรคสูงตลอดระยะเวลาในรอบ 5 ปี นอกจากนี้ อำเภอจะนะ, อำเภอนาทวี, อำเภอเทพา และอำเภอสะเดา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปีเช่นเดียวกัน เมื่อประมาณการความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แฝงระหว่างพื้นที่ใกล้เคียงแล้วนั้น พบว่า บริเวณรอบทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูง

## 5.2 อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาคั้งนี้ ได้ศึกษาข้อมูลผู้ป่วยในประชากรชาวไทยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดใน ทุกเพศและทุกอายุ ที่เข้ารับการรักษาเป็นผู้ป่วยนอกในหน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐ ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2560 จากผลการศึกษา แนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงการเกิดโรค แสดงให้เห็นว่าในช่วงปี พ.ศ. 2558-2560 จำนวนผู้ป่วย โรคหืดรายเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงให้เห็นชัดเจนคือ มีรูปแบบการเกิดโรคในช่วงเปลี่ยนผ่าน ฤดู ซึ่งจำนวนผู้ป่วยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์และลดลงต่ำสุดในเดือน พฤษภาคมซึ่งเป็นปลายฤดูร้อน สำหรับช่วงเวลาที่มียาผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นคือ ช่วงต้นฤดูฝนในเดือน มิถุนายนจำนวนผู้ป่วยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และปลายฤดูฝนในเดือนธันวาคมจำนวน ผู้ป่วยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในขณะที่แนวโน้มของโรคหืดในช่วงปี พ.ศ. 2556-2557 มีจำนวน ผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้นในเดือนมกราคม และไม่มีลักษณะแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน จึงสรุปได้ว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มสูงขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคหืด เกิดจากปรากฏการณ์โดยธรรมชาติในช่วง ฤดูฝน สอดคล้องกับการศึกษาของ (LM Valença, et al., 2006) <sup>[67]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาความผัน แปรตามฤดูกาลของการเข้าห้องฉุกเฉินสำหรับอาการกำเริบของโรคหืดในเมืองกามาประเทศบราซิล โดยทำการศึกษาในสองฤดูกาล คือฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศ และโรคหืดมีความสำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของความชื้น และการไปที่แผนกฉุกเฉิน เพื่อรักษาโรคหืดบ่อยครั้งมากขึ้นในช่วงฤดูฝนและลดลงในฤดูแล้ง แม้ว่าโรคหืดสามารถเกิดขึ้นจาก หลายสาเหตุรวมทั้งการสูดดมสารมลพิษ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ และสถานะทางสังคมและเศรษฐกิจ ดูเหมือนจะสมเหตุสมผลที่จะอธิบายการติดเชื้อไวรัสในระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของ การเกิดภาวะจับหืดของผู้ป่วยที่พบบ่อยในช่วงฤดูฝน <sup>[68, 69, 70]</sup> แต่วิธีอนุกรมเวลาโดยใช้ autocorrelation plots แผนภาพคอร์รีโลแกรม พบว่า มีการผันแปรไปตามเวลาที่เปลี่ยนไปไม่มี ความหยุดนิ่ง ในทุกช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งจะเห็นว่า autocorrelation coefficient ของผู้ป่วยโรคหืดส่วนใหญ่ตกอยู่นอกขอบเขตความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นระดับที่สูงขึ้นของ ผลกระทบที่อาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยรบกวนอื่นๆ เช่น พฤติกรรมการสูบบุหรี่ โภชนาการ วิถีทาง การดำเนินชีวิต และการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญมากกว่าองค์ประกอบตาม ระยะเวลา <sup>[71, 85]</sup> นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวอนุกรมเวลาของจำนวนผู้ป่วยโรคหืด รายเดือน จะเห็นว่าในช่วงปี พ.ศ. 2556-2557 จะแตกต่างจากช่วงปี พ.ศ. 2558-2560 อย่างเห็นได้ ชัด ซึ่งเป็นผลกระทบจากการบริหารจัดการเชิงระบบของฐานข้อมูล 43 แห่ง เนื่องจากในปี พ.ศ. 2554 สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ได้เริ่มโครงการพัฒนาระบบการให้บริการ ผู้ป่วยโรคหืดตามรูปแบบโปรแกรม Easy Asthma Clinic สำหรับหน่วยบริการ ในระบบหลักประกัน สุขภาพแห่งชาติ <sup>[72]</sup> และในปี พ.ศ. 2557 เริ่มมีการพิจารณาปรับปรุง Easy Asthma and COPD Clinic รวมไปถึงการบริหารจัดการข้อมูลของโรงพยาบาล เพื่อพัฒนาการบันทึกข้อมูลที่มีความยุ่งยาก ใช้เวลานานมากเกินไป และถูกออกแบบมาสำหรับผู้ใหญ่ ผู้ป่วยเด็กจึงขาดข้อมูลบางส่วนสำหรับการลงทะเบียน <sup>[73]</sup>



ผลการศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์ จำนวน 36,761 ราย พบว่า กลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 61.1) อัตราป่วย เท่ากับ 529.97 ต่อประชากรหมื่นคน และผู้ป่วยเพศหญิงมีแนวโน้มการเกิดโรคหืดสูงกว่าเพศชายตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา สอดคล้องกับสรุปรายงานการป่วย พ.ศ.2556-2560 ของสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ <sup>[74]</sup> พบว่า จำนวนและอัตราผู้ป่วยในจำแนกตามสาเหตุการป่วย เพศ รายภาค และกรุงเทพมหานคร พบว่า โรคหืดในเพศหญิงจะสูงกว่าเพศชายในทุกภาคของประเทศไทย สำหรับภาคใต้ในปี พ.ศ. 2560 เพศหญิง คิดเป็นอัตราป่วย เท่ากับ 329.71 ต่อประชากรแสนคน และเพศชาย คิดเป็นอัตราป่วย เท่ากับ 199.78 ต่อประชากรแสนคน และสอดคล้องกับการศึกษาของ (Watchara Boonsawat, et al., 2015) <sup>[75]</sup> ได้รายงานผลการศึกษากิจการสำรวจการจัดการโรคหืดในประเทศไทย ดำเนินการในห้าเมืองใหญ่ คือกรุงเทพฯ เชียงใหม่ สงขลา ขอนแก่น และชลบุรี พบกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 62) มากกว่าเพศชาย แสดงให้เห็นว่า มีความแตกต่างระหว่างเพศสำหรับผู้ป่วยโรคหืด ทั้งนี้เพราะว่าจากการศึกษาของ (Zillmer, Laura Russo, et al., 2014) <sup>[76]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศในการรับรู้ของโรคหืดและอาการระบบทางเดินหายใจในกลุ่มประชากรของผู้ป่วยโรคหืด พบว่า เพศหญิงมีความรู้สึกละอายต่อการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดอาการมากกว่าเพศชาย ร่วมกับความได้เปรียบลักษณะทางกายภาพและความทนทานที่เพศหญิงมีความแตกต่างจากเพศชาย และจากการศึกษาของ (Keselman, Aleksander, et al., 2017) <sup>[77]</sup> ได้รายงานผลการศึกษา เอสโตรเจนมีส่วนช่วยให้เกิดความแตกต่างทางเพศของผู้ป่วยโรคหืด พบว่า โรคหืดแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของเพศ มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับความชุกและระดับความรุนแรง ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยในวัยเด็กและเพศหญิงในวัยผู้ใหญ่ ความแตกต่างทางเพศเหล่านี้เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเอสโตรเจน

นอกจากนี้ได้จำแนกประชากรของผู้ป่วยโรคหืดออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามกลุ่มอายุ คือ ประชากรวัยเด็ก (อายุน้อยกว่า 20 ปี) วัยผู้ใหญ่ (อายุ 20-64 ปี) และวัยสูงอายุ (อายุ 64 ปีขึ้นไป) จากการศึกษาพบว่า โรคหืดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในประชากรวัยเด็ก และเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในประชากรวัยสูงอายุ สอดคล้องกับการศึกษาของ (Moorman JE, et al., 2012) <sup>[78]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาก่อนวัยโรคริดในประเศสหรัฐอเมริกา ปี 2544-2553 พบว่า โรคหืดมีความชุกที่สูงขึ้นในกลุ่มเด็กอายุ 0-17 ปี มากกว่าในผู้ใหญ่ และสอดคล้องกับการศึกษาของ (Maria C. Mirabelli, et al., 2013) <sup>[79]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาอายุที่เริ่มมีอาการของโรคหืดและผลที่ตามมาของโรคหืดในผู้ใหญ่ พบว่า โรคหืดเริ่มมีอาการก่อนอายุ 16 ปี และประมาณ 42% ของผู้ใหญ่ที่มีโรคหืดจากวัยเด็ก และโรคหืดเพิ่มระดับความรุนแรงที่มากขึ้นในผู้สูงอายุ ซึ่งทั้งกลุ่มเด็กและผู้สูงอายุ ถูกจัดให้เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงเจ็บป่วยได้ง่ายกว่าคนทั่วไป และเป็นธรรมชาติของการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจรวมถึงโรคหืด <sup>[80]</sup> ในขณะที่ผู้ป่วยเด็กมีภาวะหลอดลมไวเกิน ทำให้หลอดลมไวต่อสารระคายเคืองทางเดินหายใจและมลพิษในสิ่งแวดล้อมก็มีบทบาทเสริมการกระตุ้นให้ผู้ป่วยเด็กเป็นโรคหืดได้ง่ายขึ้น <sup>[81]</sup> และผู้ป่วยสูงอายุที่เป็นโรคหืดนั้นจะมีโอกาสเกิดภาวะหืดกำเริบเฉียบพลันบ่อย จึงต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากกว่าผู้ป่วยโรคหืดทั่วไป นอกจากนี้ผู้ป่วยสูงอายุมักจะมีโรคร่วม เช่น โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน เป็นต้น ซึ่งมีปัญหาในการ

ทำให้เกิดอาการเหนื่อยหอบที่ต้องแยกโรคจากโรคหืด และการใช้ยาบางชนิด เช่น ยา beta blocker ในการรักษาโรคหัวใจอาจจะทำโรคหืดกำเริบได้ [82, 83]

โรคหืดเป็นโรคของหลอดลมที่มีการอักเสบเรื้อรัง ทำให้หลอดลมมีความไวต่อการกระตุ้นด้วยสารก่อภูมิแพ้ หรือตัวกระตุ้นต่างๆ ทำให้เกิดจากการหดตัวหรือการตีบตันของทางเดินหายใจในส่วนของหลอดลม ทำให้มีอากาศเข้าสู่ปอดน้อยลง ขณะเดียวกันการอักเสบทำให้หลอดลมมีความไวต่อการกระตุ้น และตอบสนอง [84] เป็นที่ทราบกันดีว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลกระทบต่อโรคหืด และมีการศึกษาจำนวนมากพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างการรับเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคหืดและปัจจัยทางมลพิษทางอากาศ (CO NO<sub>2</sub> SO<sub>2</sub> O<sub>3</sub> PM<sub>10</sub> PM<sub>2.5</sub> เป็นต้น) และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา (อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม เป็นต้น) [85-87] และโรคหืดเป็นตัวอย่งที่เด่นชัดที่สุดมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาสิ่งแวดล้อมทางอากาศซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับปอดและระบบทางเดินหายใจ [88] การศึกษานี้ใช้การอนุมานทางสถิติแบบ Distributed lag non-linear models (DLNMs) กับข้อมูลที่สอดคล้องกับตำแหน่งเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน (spatial time series) รวมถึงการ splines ที่ผ่าน Generalized Additive model (GAM) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับจำนวนผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดในจังหวัดสงขลา จากผลการศึกษาพบว่ามลพิษทั้งหมด (CO NO<sub>2</sub> SO<sub>2</sub> O<sub>3</sub> PM<sub>10</sub> PM<sub>2.5</sub>) มีผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อประชากรในผู้ป่วยโรคหืดซึ่งเกิดอาการหลังสัมผัส 0 - 15 วัน และดำเนินการวิเคราะห์หลายชุดใน 4 ช่วงระยะเวลาการศึกษาของกลุ่มประชากรต่างๆ เมื่อใช้แบบจำลองสุดท้ายของการสัมผัสสารมลพิษหลายชนิด (Final model)

จากผลการศึกษา พบว่า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) รายวันที่เพิ่มขึ้น 10 ppm สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กอายุน้อยกว่า 19 ปี นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์แยกใน 4 ช่วงระยะเวลา พบว่ากลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดมีรูปแบบการเกิดโรคหลังสัมผัสก๊าซ CO ไม่เฉพาะเจาะจงในช่วงเวลาที่ต่างกัน และจากผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซ CO สัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อเพศหญิง (lag 12-15 day) และช่วงอายุ 0-19 ปี (lag 9-14 day) ในการศึกษาของ (Peel ,et al., 2005) [89] ได้รายงานผลการศึกษาการเข้ารับรักษาที่แผนกฉุกเฉินในโรงพยาบาล สำหรับโรคทางเดินหายใจในเมืองแอตแลนตาประเทศจอร์เจีย พบว่า ผลกระทบของก๊าซ CO มีความสัมพันธ์กับการรักษาโรคหืดในทุกกลุ่มอายุ และก่อให้เกิดอาการกำเริบเฉียบพลันอย่างมีนัยสำคัญหลังสัมผัส 12 วัน และการศึกษาของ (Lin, M., et al., 2003) [90] ได้รายงานผลการศึกษาผลของการสัมผัสระยะสั้นต่อมลพิษทางก๊าซที่มีต่อการเข้าโรงพยาบาลด้วยโรคหืดในเด็กอายุระหว่าง 6 ถึง 12 ปี ประเทศแคนาดา พบว่า ผลกระทบของก๊าซ CO มีความสัมพันธ์กับการรักษาโรคหืดที่แตกต่างกันในเด็กชายและเด็กหญิง และก่อให้เกิดอาการกำเริบเฉียบพลันอย่างมีนัยสำคัญหลังสัมผัส 2-4 วันในเด็กชาย ในขณะที่ผลการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการถดถอยพหุคูณ จะเห็นว่า ก๊าซ CO มีอิทธิพลสูงสุดต่ออัตราการเสียชีวิตสำหรับการเข้ารับรักษาของโรคหืดในทุกกลุ่มประชากร และจากการศึกษาของ (Pongpiachan, S., et al., 2015) [71] ได้รายงานผลการศึกษา ผลกระทบของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและความเข้มข้นของก๊าซมลพิษทางอากาศในชีวิตประจำวันกับจำนวนผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในต่อการเข้ารับการรักษา

ที่โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ก๊าซ CO มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญต่อการเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลรวมถึงผู้ป่วยโรคหืด สำหรับก๊าซ CO จัดเป็นก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ ประกอบไปด้วยอะตอมคาร์บอนและออกซิเจนอย่างละ 1 อะตอมได้เป็น CO คุณสมบัติทางกายภาพ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความหนาแน่น 0.97 ซึ่งเบากว่าอากาศ<sup>[91]</sup> ความว่องไวต่อการทำปฏิกิริยาค่อนข้างต่ำและสามารถปะปนอยู่ในอากาศได้นาน 1-2 เดือน<sup>[92]</sup> เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (CoHb) ซึ่งลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ หากระดับ CoHb อิ่มตัวในเลือดเกินกว่าร้อยละ 10 จะทำให้ร่างกายอ่อนเพลียปวดศีรษะ เจ็บบริเวณหน้าอก เป็นต้น และหากระดับ CoHb อิ่มตัวในเลือดเกินกว่าร้อยละ 60 ส่งผลต่อการทำงานของหัวใจผิดปกติ เพิ่มจังหวะการเต้นของหัวใจ เกิดการหอบหืดเนื่องจากขาดอากาศและอาจเสียชีวิต<sup>[93]</sup> การค้นพบจากการศึกษานี้และผลการศึกษาอื่นๆ ในปัจจุบันบ่งชี้ว่าในกลุ่มผู้ป่วยโรคหืดมีสมรรถภาพการทำงานของปอดแย่งซึ่งสัมพันธ์กับการสัมผัสกับก๊าซ CO ในระดับความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด<sup>[28, 94, 95]</sup>

สำหรับ NO<sub>2</sub> การศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาการโรคหืดในการวิเคราะห์โดยรวม เมื่อพิจารณาใน 4 ช่วงระยะเวลาที่ lags 0-15 มีรูปแบบของผลกระทบต่อความสัมพันธ์ไม่เฉพาะเจาะจงในช่วงเวลาที่ต่างกัน ตามการประมาณก๊าซ NO<sub>2</sub> รายวันเพิ่มขึ้น 10 ppb สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กอายุน้อยกว่า 19 ปี จากผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 แสดงให้เห็นว่า NO<sub>2</sub> มีสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อเพศชาย (lag 5-10 day) เพศหญิง (lag 2 และ lag 4-5 day) ช่วงอายุ 0-19 ปี (lag 4-10 day) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (lag 13-15 day) และในการศึกษาของ (Galan, I., et al., 2006)<sup>[96]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาผลกระทบระยะสั้นของมลพิษทางอากาศต่อการเข้าห้องฉุกเฉินรายวันของผู้ป่วยโรคหืดในกรุงมาดริดประเทศสเปน จำนวนผู้ป่วยที่มีอาการกำเริบหืดเฉียบพลันจำนวน 4,827 คน และพบในเด็กอายุ 0-14 ปี ถึง 50% พบว่า ผลของการสัมผัส NO<sub>2</sub> ที่อธิบายความสัมพันธ์ของผลกระทบต่อผู้ป่วยโรคหืดในทุกช่วงอายุก่อให้เกิดผลกระทบต่ออาการมากที่สุดหลังสัมผัส 3 วัน สำหรับก๊าซ NO<sub>2</sub> เมื่อหายใจเข้าสู่ร่างกายอาจทำให้เกิดความระคายเคืองในปอด ทำให้เกิดอาการคล้ายกับโรคหลอดลมตีบตัน โดยเฉพาะในบุคคลที่เป็นโรคหืดอยู่แล้ว<sup>[97]</sup> การสัมผัสกับ NO<sub>2</sub> นั้นเกิดขึ้นทั้งในอาคารจากการศึกษาของ (Ng, T. P., et al., 2001)<sup>[98]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาการสัมผัสไนโตรเจนไดออกไซด์จากแก๊สหุงต้มในครัวเรือนและการตอบสนองของทางเดินหายใจในสตรีที่เป็นโรคหืด พบว่าการสัมผัสระยะสั้นกับ NO<sub>2</sub> จากการปรุงอาหารเพียงครั้งเดียวและมีความเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดการไหลเวียนของอากาศภายในอาคาร มีผลทำให้ค่าสมรรถภาพปอด (%PEFR) ลดลงอย่างชัดเจนและก่อให้เกิดภาวะหืดกำเริบเฉียบพลัน และการสัมผัสกับ NO<sub>2</sub> ภายนอกอาคาร ส่วนใหญ่มาจากไอเสียยานพาหนะ<sup>[99]</sup> จากการศึกษาของ (Venn, Andrea J., et al., 2001)<sup>[100]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาการใช้ชีวิตใกล้กับถนนสายหลักและความเสี่ยงของการเป็นโรคหืดในเด็ก พบว่า การใช้ชีวิตในระยะทางประมาณ 90 เมตรของถนนสายหลักนั้นสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความถี่ต่อการเจ็บป่วยจากการหายใจด้วยอาการกำเริบของโรคหืดในเด็ก ปัจจัยทั้งหมดเหล่านี้ช่วยในการอธิบาย

ความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งของก๊าซ  $\text{NO}_2$  กับเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสำหรับโรคหืดในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อเทียบกับการศึกษาอื่นๆ

สำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ) การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า  $\text{SO}_2$  ในบรรยากาศกลางแจ้งมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคหืด ในขณะที่ผลการวิเคราะห์แยกใน 4 ช่วงระยะเวลา พบว่ากลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดมีรูปแบบการเกิดโรคหลังสัมผัสก๊าซ  $\text{SO}_2$  ไม่เฉพาะเจาะจงในช่วงเวลาที่ต่างกัน และจากผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของ  $\text{SO}_2$  มีสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อเพศหญิง (lag 3 day และ lag 9-10 day) และช่วงอายุ 20-64 ปี (lag 3-4 day และ lag 9-11 day) ในการศึกษาของ (Atkinson, R. W., et al., 1999) <sup>[101]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ระยะสั้นระหว่างมลภาวะทางอากาศกลางแจ้งและการเข้ารับการรักษาโรคหืดในแผนกฉุกเฉินในกรุงลอนดอนประเทศอังกฤษ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการเข้ารับการรักษาโรคหืดสำหรับทุกกลุ่มอายุและการเพิ่มขึ้นของก๊าซ  $\text{SO}_2$  มีผลกระทบหลังสัมผัส 1 วัน นอกจากนี้ในการศึกษาอนุกรมเวลาของก๊าซ  $\text{SO}_2$  มีระดับความเข้มข้นเฉลี่ยรายวันอยู่ระหว่าง 0.11 – 7.28 ppb จะเห็นว่าระดับปริมาณก๊าซ  $\text{SO}_2$  อยู่ในระดับที่ต่ำและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับผู้ป่วยโรคหืดผลกระทบจากก๊าซ  $\text{SO}_2$  ที่ระดับความเข้มข้นต่ำก็สามารถไปกระตุ้นให้หลอดลมของผู้ป่วยหืดเกร็งและมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมรรถภาพปอดผิดปกติก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพพ่ายกว่าคนปกติ <sup>[102]</sup> ความเสี่ยงต่อโรคหืดที่เกี่ยวข้องกับก๊าซ  $\text{SO}_2$  ในจังหวัดสงขลาสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ทั่วโลก อย่างไรก็ตามภาระของโรคจากการสัมผัสกับก๊าซ  $\text{SO}_2$  อาจต่ำกว่าในประเทศอื่นๆ เนื่องจากระดับก๊าซ  $\text{SO}_2$  ในประเทศไทยต่ำกว่าที่รายงานในประเทศกำลังพัฒนาอื่นๆ เช่น ประเทศจีน <sup>[103, 104]</sup> ขณะที่ก๊าซ  $\text{SO}_2$  ในบรรยากาศอาจยังคงเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย ดังที่พบว่ามีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อเด็ก จากการศึกษาของ (Aekplakorn, Wichai, et al., 2003) <sup>[105]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาเด็กอายุระหว่าง 6-14 ปี จำนวน 175 คนที่เป็นโรคหืดและไม่ใช่โรคหืดที่อาศัยอยู่ใกล้โรงไฟฟ้าถ่านหินในประเทศไทย พบว่า การเพิ่มขึ้นของก๊าซ  $\text{SO}_2$  ในแต่ละวันนั้นสัมพันธ์กับสมรรถนะการทำงานของปอดลดลงเล็กน้อยในเด็กที่เป็นโรคหืด การค้นพบจากการศึกษานี้สามารถนำไปสู่การศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสก๊าซ  $\text{SO}_2$  ในระดับความเข้มข้นต่ำโดยทั่วไปในประเทศกำลังพัฒนา <sup>[106]</sup>

สำหรับก๊าซโอโซน ( $\text{O}_3$ ) ผลการศึกษาพบว่าก๊าซ  $\text{O}_3$  มีผลกระทบด้านสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญต่อผู้ป่วยโรคหืดในจังหวัดสงขลา ตามการประมาณก๊าซ  $\text{O}_3$  รายวันเพิ่มขึ้น 10 ppb สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มประชากรของผู้ป่วยโรคหืด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กอายุน้อยกว่า 19 ปี นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์แยกใน 4 ช่วงระยะเวลา พบว่ากลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดมีรูปแบบการเกิดโรคหลังสัมผัสก๊าซ  $\text{O}_3$  ไม่เฉพาะเจาะจงในช่วงเวลาที่ต่างกัน จากผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 แสดงให้เห็นว่า  $\text{O}_3$  มีสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อเพศชาย (lag 0-4 day และ lag 12-1- day) เพศหญิง (lag 13-15 day) ช่วงอายุ 0-19 ปี (lag 0-5 day) ช่วงอายุ 20-64 ปี (lag 0-1 day และ lag 12-15 day) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (lag 13-15 day) จากการศึกษาจำนวนมากที่สังเกตเห็นผลกระทบที่สำคัญของก๊าซโอโซนต่อการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหืด

ในผู้ป่วยทุกวัย<sup>[107, 108]</sup> และในการศึกษาของ (Lee, S. L., et al, 2006)<sup>[109]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและโรคหืดสำหรับเด็กในฮ่องกง พบว่า ผลกระทบของโอโซนที่เพิ่มขึ้นต่อผู้โรคหืดที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กอายุน้อยกว่า 18 ปี ก่อให้เกิดอาการหลังสัมผัส 2 วัน และไม่ใช่การศึกษาทั้งหมดที่พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างก๊าซ O<sub>3</sub> กับการรับเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลสำหรับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับอาการโรคหืด<sup>[110, 111]</sup> ในการศึกษาของ (Fusco, et al, 2001)<sup>[112]</sup> ได้รายงานผลการศึกษามลพิษทางอากาศและการเข้าโรงพยาบาลสำหรับโรคระบบทางเดินหายใจในกรุงโรมประเทศอิตาลี ไม่พบว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญของก๊าซ O<sub>3</sub> ในการเข้ารับการรักษาโรคหืดของผู้ป่วยทุกช่วงวัยและผลกระทบเชิงลบสำหรับเด็กอายุน้อยกว่า 14 ปี นอกจากนี้ผลการศึกษาแนวโน้มและจุดการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของก๊าซ O<sub>3</sub> จะเห็นว่าปริมาณก๊าซ O<sub>3</sub> ที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงปลายปี (เดือนธันวาคม) และต้นปี (เดือนมกราคม) ของทุกปี คล้ายกับรายงานของ (Kim Oanh et al, 2002)<sup>[113]</sup> ผลกระทบของสถานการณ์ระดับมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครพบก๊าซ O<sub>3</sub> สูงสุดในช่วงเดือนมกราคม ในขณะที่มลพิษทางอากาศจากก๊าซโอโซนยังคงเป็นปัญหาทั้งในเมืองและในชนบทของประเทศไทย<sup>[114]</sup> และเกี่ยวข้องกับปัญหาสุขภาพที่พบในการศึกษานี้ สำหรับในเขตเมืองการเพิ่มขึ้นของโอโซนส่วนใหญ่สาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของการใช้ยานพาหนะ ทั้งนี้เนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงจากยานยนต์ที่เป็นแหล่งสำคัญของสารตั้งต้นไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนออกไซด์<sup>[99]</sup> และการเผาไหม้ทางการเกษตรและไฟฟ้ามีส่วนทำให้เกิดมลพิษทางอากาศในระดับสูงในพื้นที่ชนบท<sup>[115]</sup> ในเวลาเดียวกันความเข้มข้นของรังสียูวีที่สูงขึ้นรวมกับความชื้นที่สูงขึ้นในบรรยากาศเขตร้อนของประเทศไทยส่งผลให้ปริมาณ O<sub>3</sub> เพิ่มขึ้น<sup>[116]</sup> ผลลัพธ์ของการศึกษานี้เมื่อรวมกับหลักฐานทางระบาดวิทยาของการศึกษาอื่นๆที่รู้จักอย่างแพร่หลายชี้ให้เห็นว่าก๊าซ O<sub>3</sub> อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ป่วยโรคหืด

สำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM<sub>10</sub>) และ 2.5 ไมครอน (PM<sub>2.5</sub>) เป็นที่น่าสนใจคืออัตราการป่วยโรคหืดไม่ได้เพิ่มขึ้นทันทีในวันที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นของ PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub> แต่หลายวันหลังจากที่สัมผัสกับ PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub> จากผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2558-2560 แสดงให้เห็นว่าเมื่อ PM<sub>10</sub> ที่เพิ่มขึ้นทุก 10 µg/m<sup>3</sup> มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อเพศหญิง (lag 7-12 day) ช่วงอายุ 0-19 ปี (lag 0-2 day และ lag 10-15 day) ช่วงอายุ 20-64 ปี (lag 6-9 day) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (lag 5-8 day) นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า PM<sub>10</sub> เพิ่มความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญต่อผู้ป่วยโรคหืดใน 4 ช่วงระยะเวลาโดยเฉพาะเพศหญิงและอายุระหว่าง 20 ถึง 64 ปี จากการศึกษาของ (Pothirat, Chaicharn, et al., 2016)<sup>[117]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาผลกระทบของหมอกควันตามฤดูกาลต่ออาการกำเริบเฉียบพลันของโรคหืดที่มารับการรักษาแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ความเข้มข้นของ PM<sub>10</sub> ที่เพิ่มขึ้นทุก 10 µg/m<sup>3</sup> มีผลกระทบให้เกิดอาการหลังสัมผัส 6-7 วัน ต่อผู้ป่วยโรคหืดในผู้ใหญ่ และผลการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2560 แสดงให้เห็นว่าเมื่อ PM<sub>2.5</sub> ที่เพิ่มขึ้นทุก 10 µg/m<sup>3</sup> มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อเพศหญิง (lag 4-7 day) ช่วงอายุ 0-19 ปี (lag 5-13 day) ช่วงอายุ 20-64 ปี (lag 5-8 day) และช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (lag 2-6 day) จากการศึกษาของ (J I Halonen et al, 2008)<sup>[118]</sup> ได้รายงานผล

การศึกษามลพิษทางอากาศในเมืองและการเข้ารับรักษาในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลสำหรับผู้ป่วยโรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในเมืองเฮลซิงกิประเทศฟินแลนด์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง PM<sub>2.5</sub> และการเข้ารับการรักษา 3-5 วันหลังสัมผัสของผู้ป่วยโรคหืดในทุกช่วงอายุ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาใน 4 ช่วงระยะเวลา แสดงให้เห็นว่าทุกกลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดมีรูปแบบการเกิดโรคหลังสัมผัส PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub> ไม่เฉพาะเจาะจงในช่วงเวลาที่ต่างกัน นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าผู้ป่วยโรคหืดที่ต้องเข้ารับการรักษา มีความสัมพันธ์กับระดับของ PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub> ที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลก (WHO standard) <sup>[30]</sup> กำหนดไว้ต้องมีค่าไม่เกิน 50 µg/m<sup>3</sup> และ 25 µg/m<sup>3</sup> เฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง ตามลำดับ และผลการศึกษารังนี้ มีลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาพบ PM<sub>10</sub> มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน 70 ครั้ง และ PM<sub>2.5</sub> มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน 259 ครั้ง การค้นพบนี้สนับสนุนระดับมาตรฐานของ WHO ที่ระดับ PM<sub>10</sub> น้อยกว่า 50 µg/m<sup>3</sup> และ PM<sub>2.5</sub> น้อยกว่า 25 µg/m<sup>3</sup> อย่างไรก็ตามระดับมาตรฐานจุดตัดของ PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub> ในประเทศไทย <sup>[31]</sup> ยังคงกำหนดไว้ที่ 120 µg/m<sup>3</sup> และ 50 µg/m<sup>3</sup> ตามลำดับ ในขณะที่แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub> ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่จังหวัดสงขลาเป็นอย่างมาก สาเหตุหลักจากปัญหาหมอกควันข้ามแดนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จากการเผาป่าและพื้นที่เกษตร บริเวณตอนกลางของเกาะสุมาตราอินโดนีเซีย เมื่อประกอบกับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดควันที่เกิดขึ้นทำให้เกิดหมอกควันปกคลุมหนาแน่นไปยังภาคใต้ของประเทศไทย <sup>[119, 120]</sup> จากการศึกษาของ (มงคล รายนาคกร, 2553) <sup>[121]</sup> ได้รายงานผลการศึกษามลพิษสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากปัญหาวิกฤติหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า ระดับค่าฝุ่นขนาดเล็กที่มีปริมาณเกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรขึ้นไป จะทำให้มีผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงต่อโรคหืดและถุงลมโป่งพองสูงขึ้นไปถึง 3.5 เท่าตัว และทำให้ประชาชนมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มถึงร้อยละ 0.25 ที่มีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงขึ้นไปทุก 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์

นอกจากนี้ ผลการศึกษาของการบูรณาการ Spatial-Temporal ด้วยวิธี Ordinary Kriging เพื่อประมาณค่าระดับความเข้มข้นมลพิษอากาศ (CO NO<sub>2</sub> SO<sub>2</sub> O<sub>3</sub> PM<sub>10</sub> และ PM<sub>2.5</sub>) ของแต่ละตำบลตามวันตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึงธันวาคม 2560 ในจังหวัดสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย การศึกษาใช้ lag models with Generalized Additive model (GAM) เพื่อตรวจสอบผลกระทบในภาพรวมเชิงพื้นที่ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษอากาศและโรคหืด จะเห็นว่ามลพิษอากาศทั้งหกชนิดมีผลต่ออัตราการป่วยของโรคหืดที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ในการตั้งค่าผู้ป่วยนอกสำหรับผลกระทบของการสัมผัสสารมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นใน 6 วันแรก (0 lag วัน ถึง 5 lag วัน) เมื่อเปรียบเทียบ Model 1 Model 2 และ Model 3 การประเมินผลกระทบของมลพิษทางอากาศมีการปรับลดลงเล็กน้อยและมีทิศทางเดียวกัน การค้นพบนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ (Chan, T. C., et al., 2009) <sup>[59]</sup> เมื่อความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศเพิ่มขึ้น 10% ดูเหมือนว่าการอัตราความเสี่ยงของผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดจะลดลงครั้งแรก ตามด้วยการเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านมาแล้ว 1 วัน หรือ 3 วัน หรือ 5 วัน หลังจากการสัมผัสมลพิษทางอากาศ ซึ่งให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางอากาศที่ไม่ดีต่อการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสำหรับผู้ป่วยโรคหืด คำอธิบายที่เป็นไปได้สำหรับปรากฏการณ์นี้ก็คือ เนื่องจากโรคหืดเป็นโรคเรื้อรัง สำหรับผู้ป่วยในวัยผู้ใหญ่จะมี

ประสบการณ์ในการจัดการกับอาการของตนเองซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยสามารถควบคุมโรคหืดได้<sup>[122]</sup> ในขณะที่ผู้ป่วยในวัยเด็กจะได้รับการดูแลจากสมาชิกในครอบครัวทำให้สามารถป้องกันสิ่งกระตุ้นและผู้ป่วยเด็กมีการเกิดอาการหอบหืดกำเริบน้อยลง<sup>[123, 124]</sup> และเมื่อความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศสูงขึ้น ผู้ป่วยที่มีโรคหืดอาจได้รับการสนับสนุนทางสังคม เช่น การติดตามเยี่ยมบ้าน การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และสนับสนุนคู่มือประจำตัวผู้ป่วย อุปกรณ์เสริมที่ช่วยในการพ่นยา เป็นต้น หรือไปที่คลินิกในบริเวณใกล้เคียง<sup>[125]</sup> ต่อจากนั้น ถ้าผู้ป่วยไม่ได้มีการรักษาใดๆหรืออาการของโรคกำเริบรุนแรงขึ้นหรือมีภาวะแทรกซ้อนที่ไม่สามารถจัดการตนเองได้<sup>[126]</sup> ก็จะเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล ซึ่งจะอธิบายว่าทำไมการเพิ่มขึ้นในการเข้ารับการรักษาพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอกถูกเลื่อนออกไป

ในประเทศไทยอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสำหรับผู้ป่วยโรคหืดแตกต่างกันไปตามสถานที่ศึกษาและลักษณะสิ่งแวดล้อมในภูมิภาค<sup>[12,105,117]</sup> ในขณะที่ภาคใต้มีจำนวนและอัตราการป่วยสูงเป็นลำดับที่ 1 จาก 4 ภาคของประเทศไทย และในปี พ.ศ. 2560 ภาคใต้คิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 265.72 ต่อประชากรแสนคน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 208.88 ต่อประชากรแสนคน ภาคกลางคิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 178.13 ต่อประชากรแสนคน และภาคเหนือคิดเป็นอัตราป่วยเท่ากับ 138.93 ต่อประชากรแสนคน<sup>[73]</sup> จากการศึกษาของ (Watchara Boonsawat, et al., 2015)<sup>[75]</sup> พบว่า มีหลายสาเหตุที่ส่งผลต่อผู้ป่วยโรคหืดให้มีอาการแย่ลง และปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อมากที่สุดเกิดจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากผลการศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่จังหวัดสงขลา ด้วยเทคนิคสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณคือ จำนวนเฉลี่ยของตัวแปรตามที่เพิ่มขึ้นเมื่อตัวแปรอิสระเพิ่มขึ้นด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหนึ่งค่าและตัวแปรอิสระอื่นๆจะคงที่ ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงขึ้นยังมีอิทธิพลต่อการเข้ารับการรักษาด้วยโรคหืดที่โรงพยาบาล สำหรับผลการวิเคราะห์ใน 4 ช่วงระยะเวลา แสดงให้เห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์ จุดน้ำค้าง และทัศนวิสัย เป็นปัจจัยเด่นชัดมากที่สุดมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพอนามัยของประชากรในผู้ป่วยโรคหืด

สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ จากผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2556-2560 พบว่า มีน้ำหนักถดถอยอย่างมีนัยสำคัญในเชิงบวกสำหรับทุกกลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดคือ ระดับที่ความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคหืดที่เพิ่มขึ้น ในเพศชาย (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.71) เพศหญิง (เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.02) ช่วงอายุ 0-19 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.63) ช่วงอายุ 20-64 ปี (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.41) ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.61) จากการศึกษาของ (Sabbah, I., et al., 2014)<sup>[127]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาอิทธิพลของสภาพอากาศในการเข้ารับการรักษาของผู้ป่วยโรคหืดในประเทศคูเวต พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศและจำนวนการเข้ารับการรักษาด้วยโรคหืดมีความสำคัญมากที่สุดเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของความชื้นสัมพัทธ์ และการศึกษาของ (Jinghong Gao, 2014)<sup>[128]</sup> ได้รายงานผลการศึกษา การทบทวนอย่างเป็นระบบในผลกระทบของความชื้นโดยรอบต่อสุขภาพของเด็ก พบว่า มีการรายงานคะแนนคุณภาพสูงกว่า 70% และการค้นพบทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าความชื้นในบรรยากาศโดยรอบมีบทบาทสำคัญในการเกิดและความชุกของโรคหืดในเด็ก สำหรับการหายใจในอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดและการไหลเวียนของเลือดตลอดทำให้เกิดความหนาของเยื่อบุทางเดินหายใจและทำให้เกิดผลกระทบของ

การหายใจเร็วขึ้น แต่ยังคงช่วยกระตุ้นการทำงานของหลอดเลือดมากเกินไปซึ่งสามารถกระตุ้นให้โรคหืดกำเริบได้<sup>[138]</sup> นอกจากนี้ความชื้นยังทำให้อากาศนิ่งพอที่จะดักจับมลพิษและสารก่อภูมิแพ้ เช่น ละอองเกสรดอกไม้ แบคทีเรีย เชื้อรา และควัน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้เกิดอาการของโรคหืด<sup>[139]</sup> จากการศึกษาของ (Piyada Linsuwanon, 2012)<sup>[140]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาระบาดวิทยาและวิวัฒนาการของเชื้อโรโนไวรัสและเอนเทอโรไวรัสในประเทศไทย พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศส่งเสริมให้เกิดสิ่งกระตุ้นที่มีความสำคัญทางคลินิกสำหรับผู้ป่วยโรคหืดทำให้พบอุบัติการณ์ของโรคสูงในฤดูฝน และสามารถตรวจพบได้ตลอดทั้งปีเนื่องมาจากลักษณะอากาศร้อนชื้นของประเทศ

สำหรับจุดน้ำค้าง จากผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2558-2560 พบว่า มีน้ำหนักถดถอยอย่างมีนัยสำคัญในเชิงบวกสำหรับทุกกลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดคือ ระดับที่จุดน้ำค้างเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคหืดที่เพิ่มขึ้น ในเพศชาย (เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.64) เพศหญิง (เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.31) ช่วงอายุ 0-19 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.20) ช่วงอายุ 20-64 ปี (เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.75) ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.31) จากการศึกษาของ (Price, Gabrielle, 2007)<sup>[129]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาผลกระทบของสภาพอากาศที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในการกำเริบเฉียบพลันของโรคหืด พบว่า จุดน้ำค้างในช่วงที่อัตราการเพิ่มขึ้นของละอองน้ำในอากาศเพิ่มขึ้นนำไปสู่การอึดตัวของอากาศจึงเป็นส่วนสำคัญในการกำเริบของอาการในผู้ป่วยโรคหืด จุดน้ำค้างของอากาศคือ อุณหภูมิที่เมื่ออากาศขึ้นถูกทำให้เย็นลงขณะที่ปริมาณไอน้ำยังคงที่ การลดอุณหภูมิถึงจุดหนึ่งจะทำให้ไอน้ำเกิดการอึดตัว และกลั่นตัวควบแน่นเป็นหยดน้ำที่ความดันบรรยากาศคงที่<sup>[141]</sup> หากอุณหภูมิจุดน้ำค้างอยู่ใกล้กับชั้นบรรยากาศความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นอากาศจะอึดตัวมากขึ้น จึงเป็นที่ยอมรับว่าจุดน้ำค้างและอุณหภูมิเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้นคำอธิบายสำหรับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการกำเริบของระบบทางเดินหายใจในช่วงที่มีความชื้นสูง เกี่ยวข้องกับความจริงที่ว่าความหนาแน่นของอากาศเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีความชื้นสูง จึงอาจส่งผลกระทบต่อในการเพิ่มความต้านทานต่ออัตราการไหลของอากาศขณะหายใจและเพิ่มภาระการทำงานของระบบการหายใจ<sup>[142]</sup> จึงถือได้ว่าการรับเข้ารักษาในโรงพยาบาลและการเปลี่ยนแปลงในอาการประจำวันของโรคหืดนั้นสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิและจุดน้ำค้างนอกเหนือจากความชื้นสัมพัทธ์เพียงอย่างเดียวนั้นสามารถให้ผลการศึกษาที่สำคัญได้<sup>[129]</sup>

สำหรับทัศนวิสัย จากผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2556-2560 พบว่า มีน้ำหนักถดถอยอย่างมีนัยสำคัญในเชิงบวกสำหรับทุกกลุ่มประชากรในผู้ป่วยโรคหืดคือ ระดับที่ทัศนวิสัยเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคหืดที่เพิ่มขึ้น ในเพศชาย (เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.82) เพศหญิง (เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.65) ช่วงอายุ 0-19 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.14) ช่วงอายุ 20-64 ปี (เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.44) ช่วงอายุ 64 ปีขึ้นไป (เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.00) จากการศึกษาของ (Ehelepola, N. D. B., et al, 2018)<sup>[130]</sup> ได้รายงานผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยาในท้องถิ่นกับการกำเริบของโรคหืดในเมืองแคนดีประเทศศรีลังกา พบว่า โดยทั่วไปคุณภาพอากาศในเมืองแคนดีนั้นดีและมีค่าเฉลี่ยของทัศนวิสัยในช่วงระยะเวลาของการศึกษาเท่ากับ 18.9 กม. แสดงให้เห็นว่าจำนวนวันที่มีทัศนวิสัยต่ำจะมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ผลลัพธ์ของการศึกษารั้งนี้ พบค่าเฉลี่ยของทัศนวิสัยคือ 9.25 กม. (ต่ำสุด-สูงสุดคือ 1.14-10.57 กม.) แสดงว่า โดยทั่วไปคุณภาพอากาศ



ในจังหวัดสงขลานั้นอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับดัชนีคุณภาพอากาศที่เกี่ยวข้องของทัศนวิสัยกับสุขภาพ (AQI: USA ระดับทัศนวิสัยที่กำหนดเท่ากับ 9.66 กม.)<sup>[131]</sup> สำหรับปัญหาที่เกี่ยวข้องของทัศนวิสัยกับสุขภาพ โดยทั่วไปเกี่ยวกับเรื่องมลพิษทางอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่าศูนย์กลาง  $<2.5 \mu\text{m}$  เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเสื่อมสภาพของทัศนวิสัยในชั้นบรรยากาศ ในขณะที่ก๊าซมลพิษเช่นไนโตรเจนไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีส่วนร่วมทางอ้อมผ่านการสะสมของอนุภาคเช่นกัน และโอโซนระดับพื้นดินที่ได้จากปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับ  $\text{NO}_2$  ก็มีส่วนทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี<sup>[132,133]</sup> นอกจากนี้จากการศึกษาในประเทศอื่นๆ ได้แสดงให้เห็นว่าทัศนวิสัยต่ำนั้นเกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศที่ไม่ดีซึ่งส่งผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจที่สูงขึ้น<sup>[134-136]</sup> สำหรับในการศึกษานี้ช่วงที่มีทัศนวิสัยเลวร้ายหนักเนื่องจากปัญหาหมอกควันข้ามแดนในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558<sup>[137]</sup> และจากผลการศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ สเปียร์แมน พบว่าปัจจัยทัศนวิสัยมีความสัมพันธ์และอิทธิพลเชิงลบมากที่สุดกับความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้น เมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นขณะที่ทัศนวิสัยลดลง ผลลัพธ์เหล่านี้จะเห็นว่า ไม่ใช่แค่ทัศนวิสัยแย่ที่จะมีผลกระทบต่อผู้ป่วยโรคหืดอย่างชัดเจน น่าจะเกี่ยวข้องกับผลของความชื้นในระดับสูงที่มีผลต่อระดับทัศนวิสัยในบรรยากาศและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์<sup>[127]</sup>

ผลการวิจัยจากโครงการนี้ แสดงให้เห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์ จุดน้ำค้าง และทัศนวิสัย มีบทบาทสำคัญในการกำเริบของโรคหืด ทิศทางของสหสัมพันธ์ที่พบสำหรับตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาเหล่านี้บ่งชี้ว่ามีลักษณะที่รวมกันของธรรมชาติแทนที่จะเป็นอิสระจากกัน ซึ่งผลกระทบนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในอาการระบบทางเดินหายใจในช่วงสภาพอากาศที่เกี่ยวข้องกับระดับสูงของปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในบรรยากาศ เพื่ออธิบายกลไกของผลกระทบนี้คือ เมื่อปริมาณความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้น ระบบการหายใจจะทำหน้าที่นำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและ partial pressure ของก๊าซออกซิเจนจะลดลง ซึ่งทำให้เกิดความผิดปกติของกระบวนการขนส่งออกซิเจนเข้าสู่กระแสเลือด จะเกิดภาวะขาดออกซิเจนในถุงลมปอด และเกิดภาวะที่ระดับออกซิเจนในหลอดเลือดแดง ( $\text{PaO}_2$ ) น้อยส่งผลให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซช้าลงระหว่างถุงลมปอดกับหลอดเลือดฝอยในปอด<sup>[143]</sup> ในขณะที่ภาคใต้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าภาคอื่นๆ ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 79–80 %<sup>[144]</sup> หากอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำความชื้นจะระเหยออกจากผิวหนังได้ดีทำให้ผิวหนังแห้ง แต่ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงความชื้นจะระเหยออกจากผิวหนังได้ยากคนจะรู้สึกเหนียวตัวผิดปกติ ซึ่งทั้งสองกรณีล้วนทำให้คนรู้สึกไม่สบายตัว<sup>[145]</sup> และความชื้นในอากาศต่ำหรือสูงเกินไปก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดแบคทีเรียและไวรัส ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยหลอดลมอักเสบ โรคหืด โรคติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลัน<sup>[146]</sup> ดังนั้น ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในพื้นที่ที่มีผู้อยู่อาศัยอยู่ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 30% ถึง 60%<sup>[147]</sup> นอกจากนี้ภูมิอากาศภาคใต้เป็นแบบมรสุมเมืองร้อนโดยที่ภูมิประเทศมีลักษณะเป็นคาบสมุทร มีพื้นน้ำขนาบอยู่ทั้งทางด้านตะวันตกและทางด้านตะวันออก จึงทำให้มีฝนตกตลอดปีและเป็นภูมิภาคที่มีฝนตกมากที่สุด<sup>[148]</sup> สำหรับจังหวัดสงขลาตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบริมทะเล (ติดต่อกับอ่าวไทย) พื้นที่ลุ่ม (ทะเลสาบสงขลา) และเป็นภูเขาที่ราบสูง (เทือกเขาสนกาลาศิริ) บ่งบอกได้ถึงปัจจัยเชิงนิเวศของแหล่งมวลไอน้ำที่มีความสำคัญต่อปริมาณความชื้นในบรรยากาศ ซึ่งเกิดจากปริมาณน้ำฝนและตำแหน่งของความใกล้-ไกลจากทะเล จึง

สรุปได้ว่า จากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงตามลักษณะทางภูมิศาสตร์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มจำนวนผู้ป่วยโรคหืด

นอกจากนี้ผลการศึกษาทางระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ แสดงให้เห็นภาพอัตราความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ในช่วงระยะเวลาทั้งหมด การวิเคราะห์ Spatio-temporal ระดับอำเภอ ระบุว่าเขตที่มีอัตราการป่วยของโรคหืดสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ ในขณะที่อำเภอสะบ้าย้อยมีความเสี่ยงต่ำมาก และจากการแสดงผลการเคลื่อนไหวข้ามช่วงเวลาทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของอัตราป่วยโรคหืดที่เพิ่มขึ้นและยังคงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงในพื้นที่เดิม อย่างไรก็ตามในการตรวจสอบความแตกต่างทางภูมิศาสตร์โดยวิธีของ Bayesian model-based เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แฝงระหว่างพื้นที่ใกล้เคียงโดยแต่ละตำบลถูกกำหนดให้เป็นจุดศูนย์กลางทางภูมิศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหืดสูงมีค่าอัตราป่วยระหว่าง 550 ถึง 650 ต่อประชากรหมื่นคน ซึ่งจะได้รับการจัดกลุ่มเชิงพื้นที่ในบริเวณรอบทะเลสาบสงขลา เหตุผลที่เป็นไปได้ของความแตกต่างเชิงพื้นที่ของโรคหืดในจังหวัดสงขลานั้น อัตราการป่วยที่สูงในอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอหาดใหญ่ มีแนวโน้มที่จะอธิบายโดยการสร้างสาธารณูปโภคขนาดใหญ่ มีการเชื่อมต่อทางคมนาคมกับกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ รวมถึงประเทศมาเลเซีย ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและการพัฒนาอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบในด้านสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของประชาชนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้<sup>[21,149]</sup> จากการศึกษาของ (D'Amato, Gennaro, 2010)<sup>[150]</sup> ได้รายงานผลการศึกษามลพิษทางอากาศในเมืองและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมของโรคทางเดินหายใจ พบว่า อุบัติการณ์ของโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหืดจะเพิ่มขึ้น กับคนที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองมากกว่าผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชนบท สาเหตุจากการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศกลางแจ้งที่เกิดจากการใช้พลังงานและการปล่อยไอเสียจากรถยนต์และยานพาหนะอื่นๆ ที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้จังหวัดสงขลามีการขยายตัวของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว และมีการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมหลายชนิด ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงงาน 164 แห่ง โรงงานขนาดใหญ่ คือ โรงไฟฟ้า จะนะ 1 แห่ง โรงแยกก๊าซธรรมชาติไทย-มาเลเซีย 1 แห่ง โรงงานยางพารา 18 แห่ง และ โรงงานแปรรูปอาหาร 7 แห่ง เป็นต้น<sup>[17,21]</sup> ซึ่งอาจจะส่งผลอย่างมากในความชุกของโรคหืดที่สูงขึ้น

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือ การศึกษานี้ใช้ระดับมลพิษเฉลี่ยต่อวันของตำบลเป็นระดับการรับสัมผัสของประชากร เมื่อสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศไม่ได้ตั้งอยู่ในเขตเดียวกันกับที่อยู่อาศัย อาจมีอคติเกี่ยวกับการประเมินการสัมผัสของแต่ละบุคคลซึ่งอาจมีผลต่อผลลัพธ์ ในการสร้างแบบจำลองการประมาณค่าของมลพิษทางอากาศถูกจำกัดด้วยจำนวนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่จำกัด ซึ่งอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำนาย สำหรับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่มีอยู่เพียง 6 สถานี ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลาเพียง 1 สถานีเท่านั้น ส่วนอีก 5 สถานี ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดภูเก็ต จังหวัดยะลา จังหวัดนราธิวาส และจังหวัดสตูล นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมหลายอย่างที่มีผลต่อการกระจายของมลพิษทางอากาศ เช่น ทิศทางลม และความเร็วลม<sup>[151]</sup> ในขณะที่เขตที่อยู่อาศัยของผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโรคหืดที่เกิดขึ้น ถูกสันนิษฐานว่าจะจะเป็นบริเวณเดียวกันที่ผู้ป่วยได้สัมผัสกับมลพิษทางอากาศ กรณีนี้อาจไม่ได้

เกิดขึ้นเสมอไป เนื่องจากการสัมผัสจริงประเมินได้ยาก และอาจมีการจำแนกประเภทของการได้รับสัมผัสที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากระยะเวลาระหว่างช่วงเวลาที่ได้รับสารมลพิษกับช่วงเวลาที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล <sup>[152]</sup> นอกจากนี้ฐานข้อมูลผู้ป่วยโรคที่ติดจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ มีการปรับปรุงเพื่อพัฒนาการบันทึกข้อมูลในปี พ.ศ. 2557 จึงเป็นจุดเปลี่ยนแปลงของฐานข้อมูลผู้ป่วย ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมากของแนวโน้มการเกิดโรคระหว่างช่วงเวลาก่อนและหลัง ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษาในช่วงเวลาดังกล่าวได้ ในขณะที่มีผลการลงทะเบียนโรค ICD-10 เป็นกรณีที่ไม่ได้ระบุประเภท ใช้รหัส J45.9 Asthma, unspecified ถึงร้อยละ 92 จึงไม่สามารถบอกถึงกิจกรรมว่าเป็นการป่วยจริง รับยาต่อเนื่อง เป็นต้น จึงขาดความน่าเชื่อถือของรหัสการวินิจฉัยในข้อมูลและการบันทึกทางการแพทย์ <sup>[153,154]</sup>

### 5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลของการวิจัยที่ได้สรุปและอภิปรายมานั้น ผู้วิจัยมีแนวคิดเป็นข้อเสนอแนะดังนี้

#### ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1) สถานการณ์โรคหืดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเปลี่ยนผ่านฤดู คือ ช่วงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายน และปลายฤดูฝนในเดือนธันวาคม เนื่องจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงและมีความชื้นสูงขึ้น ซึ่งให้เห็นว่า ควรมีมาตรการเฝ้าระวังผลกระทบอย่างเป็นระบบ ดังนั้น หน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐ ควรมีการแจ้งให้ประชาชนในพื้นที่ที่ตระหนักถึงผลกระทบต่อสุขภาพ และสร้างความรู้ความเข้าใจให้ประชาชนป้องกันตนเอง โดยอาจจัดในลักษณะของโปรแกรมการให้ความรู้ คำแนะนำ และจัดกิจกรรมส่งเสริมการรับรู้สมรรถนะของตนเองเพื่อให้มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมในประชากร

2) ความชื้นในบรรยากาศเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการก่อให้เกิดโรคหืด ในขณะเดียวกันการแลกเปลี่ยนอากาศจากภายนอกเข้ามาในอาคาร ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้นภายในอาคาร ดังนั้น เพื่อช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการรักษาและการดูแลผู้ป่วยโรคหืดภาครัฐควรสนับสนุนแนวทางการสร้างความปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินหายใจภายในอาคาร ควรมีการสร้าง Comfort Zone (สภาพแวดล้อมนั้นอยู่ในขอบเขตที่น่าสบาย) ภายในหอผู้ป่วยของโรงพยาบาลและสถานที่ดูแลสุขภาพ ซึ่งเป็นการออกแบบภายในอาคารให้มีอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม พอเหมาะกับการที่จะทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกสบาย

3) จากการประเมินผลกระทบทางด้านมลพิษทางอากาศ แสดงให้เห็นว่า สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถใช้รูปแบบการศึกษาเป็นแนวทางในการวางแผนการป้องกัน และลดผลกระทบของมลพิษในอากาศสู่สิ่งแวดล้อมและประชาชน คือ ต้องลดมลพิษจากแหล่งกำเนิด เช่น รมรงค์ให้ประชาชนเลือกใช้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดมลพิษน้อยที่สุด ตรวจสอบระบบบำบัดมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐานการระบายสารมลพิษ

ของโรงงานอุตสาหกรรมที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนน้อยที่สุด เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีแนวทางในการลดหรือกำจัดมลพิษทางอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร โดยจัดให้มีเครื่องฟอกอากาศแบบประสิทธิภาพในการกรองสูง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายและลดการสัมผัสมลพิษทางอากาศของผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

4) ผลการศึกษาสะท้อนความสำคัญของหน่วยงานบริการสุขภาพภาครัฐในพื้นที่จังหวัดสงขลาทุกระดับ ดังนั้น โรงพยาบาลในพื้นที่ต้องมีแผนรองรับและดูแลให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วย เช่น ต้องมีความพร้อมทั้งแพทย์เฉพาะทาง มีแนวทางในการรักษา มียารักษาที่เบิกจ่ายได้ทุกสิทธิประกันสุขภาพ เป็นต้น เนื่องจากผู้ป่วยอาจไปที่โรงพยาบาลขนาดเล็กในหมู่บ้านใกล้ๆ ซึ่งอาจไม่มีแพทย์เฉพาะทาง ไม่มีแนวทางการรักษา หรือ ยาสูตรพ่นชนิดสเตียรอยด์ให้บริการ และผู้ป่วยที่เดินทางไปใหญ่จะมารักษาเมื่อมีการการจับที่รุนแรง ซึ่งเป็นการเข้ารับการรักษาแบบฉุกเฉินจึงมักได้พบแพทย์เวชปฏิบัติทั่วไปหรือพยาบาลแทน

#### ข้อเสนอแนะภาคประชาชนในพื้นที่

1) ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนั้น ที่อยู่อาศัยสำหรับผู้ป่วยโรคหืดควรติดตั้งเครื่องควบคุมความชื้นภายในอาคาร เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยสามารถควบคุมความชื้นได้ซึ่งส่งผลให้สามารถควบคุมโรคหืดได้เช่นเดียวกัน

2) เด็ก สตรี และผู้สูงอายุ มักเป็นกลุ่มเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบ ดังนั้น ควรระมัดระวังหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีกลุ่มควันเยาะอย่างบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น แหล่งโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งทุกครั้งที่ออกจากบ้านควรสวมหน้ากากอนามัย และควรหลีกเลี่ยงการอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูงเป็นเวลานาน

3) ผู้ป่วยโรคหืด ควรศึกษาสภาพภูมิอากาศก่อนออกจากบ้าน เนื่องจากสภาพอากาศที่เย็นหรือแห้งเกินไปเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดอาการหอบหืดกำเริบได้

#### 5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาคั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ เช่น วิธี normalized เป็นการปรับค่าของข้อมูลดิบที่วัดด้วยสเกลหรือลักษณะที่ต่างกันเพื่อให้มีความเป็นปกติ คือ ใช้สเกลเดียวกันเพื่อจะได้นำไปคำนวณร่วมกันต่อไปได้

### บรรณานุกรม

1. มจรุส ทิพยมงคลกุล. (2555). ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ในงานสาธารณสุข. วารสารสาธารณสุข, 42:44-54.
2. Patz JA, Campbell-Lendrum D, Holloway T, Foley JA. (2005). Impact of regional climate change on human health, 438:310-317.
3. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์. (2556). สรุปรายงานการป่วย พ.ศ. 2555. กรุงเทพมหานคร. [cited 2017 15 November]. Available from: [bps.moph.go.th/new\\_bps/สรุปรายงานการป่วย](http://bps.moph.go.th/new_bps/สรุปรายงานการป่วย)
4. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์. (2559). สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2558 กรุงเทพมหานคร. [cited 2017 15 November]. Available from: [bps.moph.go.th/new\\_bps/สรุปรายงานการป่วย](http://bps.moph.go.th/new_bps/สรุปรายงานการป่วย)
5. พงศ์เทพ วีวรรณเดชะ, มยุรา วีวรรณเดชะ, และพัชรินทร์ ปินตา. (2551). การจัดตั้งศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
6. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, et al. (2001). Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2project. *Epidemiology*, 12:521-31.
7. Pope CA, Ezzati M, Dockery DW. (2009). Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. *The New England journal of medicine*, 360:376-86.
8. Brunekreef B, Holgate ST. (2002). Air pollution and health. *Lancet*, 360:1233-42.
9. Tanitta Chaichana. (2010). Analysis of association between air pollutant levels and number of allergic patients in Chiang Mai Urban Area. [Dissertation M.Sc. Thesis]. Chiang Mai: Chiang Mai University, Thailand.
10. Anake Sirihorachai. (2012). Evaluation of the correlation between the symptoms monitored with the 5 air pollutants found during the haze problem period of 2012; case study of Chiang Mai. [Dissertation M.Sc. Thesis]. Chiang Mai: Chiang Mai University, Thailand.
11. World Health Organization. Chronic respiratory diseases. [cited 2017 15 November]. Available from: <http://www.who.int/respiratory/asthma/en>.

12. Boonsawat W, Charoenphan P, Kiatboonsri S, Wongtim S, Viriyachaiyo V, Pothirat C, Thanomsiang N. (2004). Survey of asthma control in Thailand. *Respirology*, 9:373-8.
13. สมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย. (2560). แนวทางการวินิจฉัยและรักษา โรคหืดในประเทศไทย สำหรับผู้ใหญ่ พ.ศ. 2560. [cited 2017 15 November]. Available from: <http://www.tac.or.th/web/index.php/education/guidelines-menu>.
14. Panadda Suwan. (2010). In-patient medical service charge of pediatric patients with asthma at BMA Medical College and Vajira Hospital. [cited 2017 20 November]. Available from: [file:///C:/Users/Acer/Downloads/444-Article%20Text-722-1-10-20110929%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/444-Article%20Text-722-1-10-20110929%20(1).pdf).
15. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา. ระบบรายงานสาธารณสุขข้อมูลผู้ป่วยนอกจังหวัดสงขลา. [cited 2560 13 November]. Available from: <http://www.skho.moph.go.th/dataservice/>.
16. ลักษณ์ิ สารบรรณ, ศรีวิภา ธรณสุนทร, ถนอม ชูงาน, และสุพิศ ว่องไวรอด. (2555). ประสบการณ์อาการหายใจลำบาก การจัดการกับอาการและผลลัพธ์การจัดการกับอาการในเด็กวัยเรียนโรคหืดของผู้ดูแลเด็ก. *วารสารพยาบาลสงขลานครินทร์*, 32:23-35.
17. Department of Industrial. Data of industry. [cited 2017 16 November]. Available from: <http://www2.diw.go.th/factory/tumbol.asp>.
18. Sopsuk J. (2011). Environmental quality of life among people residing near three types of industrial areas in Chana district, Southern Thailand [Dissertation M.Sc. Thesis]. Songkhla: Prince of Songkla University, Thailand.
19. สุภัทร ฮาสุวรรณ, ชนนท์ กองกมล, ฐิติมา เกอเกลี้ยง, วรณศิลป์ บุญณะแก้ว, ฟาอีชะ โต๊ะโย, สมฤดี โสมเกษตริรินทร์, ปิยะดา กองกมล. (2552). ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษในอากาศและอาการในประชากร ครัวเรือนบ้านควนหัวช้าง อ.จะนะ จ.สงขลา. *สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (สวรส.)*.
20. พุจีศักดิ์ วรรณชวิทยา, ฉันทนา ผดุงทศ. (2557). ผลกระทบทางสุขภาพจากมลพิษทางอากาศในประชาชนที่อาศัยบริเวณแหล่งอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ปี 2555. *วารสารวิชาการสาธารณสุข*, 23:794-803.
21. สีนาด ตริวรรณไชย, ปพิชญา แซ่ลิ้ม, และกฤตยา สังข์เกาม. สถานการณ์ความเป็นเมืองของภาคใต้และจังหวัดสงขลา. [cited 2017 19 November]. Available from: [http://furd-rsu.org/?page\\_id=801](http://furd-rsu.org/?page_id=801)
22. กองอุตุนิยมวิทยาอุทก. กรมอุตุนิยมวิทยา. (2532). ฤดูกาลภาคใต้ของประเทศไทย. [cited 2017 20 November]. Available from: [http://www.songkhla.tmd.go.th/attachment/KM\\_PM/KM2558/Northeast%20Monsoon%20Forecast.pdf](http://www.songkhla.tmd.go.th/attachment/KM_PM/KM2558/Northeast%20Monsoon%20Forecast.pdf)

23. สมาคมสภาองค์กรโรคหืดแห่งประเทศไทย. แนวทางการวินิจฉัยและรักษาโรคหืดในประเทศไทย สำหรับผู้ใหญ่และเด็ก พ.ศ. 2555. [cited 2017 15 November]. Available from: <http://www.tac.or.th/web/index.php/education/guidelines-menu>.
24. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. กระทรวงสาธารณสุข. (2554). การพัฒนาระบบการดูแลโรคหืด เครือข่ายหน่วยบริการปฐมภูมิระดับอำเภอ (CUP) และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล. พิมพ์ครั้งที่ 1 เพชรบูรณ์. โรงพิมพ์บริษัท บุเลติน จำกัด. หน้า 20-22.
25. National Asthma Education and Prevention Program. (2002). Guidelines for the diagnosis and management of asthma update on selected topics-2002. NIH publication; 02-5075.
26. ภัคพงศ์ พจนารถ. (2555). มลพิษทางอากาศในระดับภูมิภาคและการแพร่กระจายในระยะทางไกล: (1) ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, 8:57-77.
27. United State Environmental Protection Agency. Criteria Air Pollutants. [cited 2017 16 November]. Available from: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>.
28. United State Environmental Protection Agency. Proposed Changes to the National Ambient Air Quality Standards. [cited 2017 16 November]. Available from: <http://www.environics.com/environics-post/bid/40781/Proposed-Changes-to-the-National-Ambient-Air-Quality-Standards>.
29. สำนักสิ่งแวดล้อม. รายงานผลการสังเคราะห์งานวิจัยด้านการจัดการคุณภาพอากาศ ปี 2558. [cited 2017 17 November]. Available from: [http://www.bangkokcleanair.com/file/Report\\_Thai.pdf](http://www.bangkokcleanair.com/file/Report_Thai.pdf).
30. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development. Air Quality Management Module 5a Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities. [cited 2017 19 November]. Available from: [http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A\\_Sourcebook/SB5\\_Environment%20and%20Health/GIZ\\_SUTP\\_SB5a\\_Air-Quality-Management\\_EN.pdf](http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB5_Environment%20and%20Health/GIZ_SUTP_SB5a_Air-Quality-Management_EN.pdf).
31. กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป. [cited 2017 20 November]. Available from: [http://www.pcd.go.th/info\\_serv/reg\\_std\\_airsnd01.html](http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html).
32. กรมอุตุนิยมวิทยา. ความรู้อุตุนิยมวิทยา. [cited 2017 20 November]. Available from: [https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86%20\(In%20Thai\)](https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=86%20(In%20Thai)).
33. อัศมน ลิ้มสกุล, อำนวย ชิดไธสง และกัณษริย์ บุญประกอบ. (2554). รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์บริษัท วิกี จำกัด. หน้า 25-37.

34. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. การดำเนินงานพัฒนาตัวชี้วัดด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.[cited 2017 23 November].Available from:  
[http://203.157.65.18/doh\\_info/web/uploads/pdf\\_779/KFNroPOKwq3bw-dWR7tKCQsM\\_TS2mLcDcAyVss1\\_3fAS4n5yRJoA19pb1jM0mYEwa-R2J0AuQ-6h5wykEMKvRstK6XivRPsG0fE-.pdf](http://203.157.65.18/doh_info/web/uploads/pdf_779/KFNroPOKwq3bw-dWR7tKCQsM_TS2mLcDcAyVss1_3fAS4n5yRJoA19pb1jM0mYEwa-R2J0AuQ-6h5wykEMKvRstK6XivRPsG0fE-.pdf)
35. Ditsuwan T, Liabsuetrakul T, Chongsuvivatwong V, Thammapalo S, McNeil E. (2011). Assessing the spreading patterns of dengue infection and chikungunya fever outbreaks in lower southern Thailand using a geographic information system. *Annals of epidemiology*. 21:253-61.
36. Moore DA, Carpenter TE. (1999). Spatial analytical methods and geographic information systems: use in health research and epidemiology. *Epidemiologic reviews*. 21:143-61.
37. Tipayamongkhogul M, Lisakulruk S. (2011). Socio-geographical factors in vulnerability to dengue in Thai villages: a spatial regression analysis. *Geospatial health*. 5:191-8.
38. Thammapalo S, Chongsuvivatwong V, Geater A, Dueravee M. (2008). Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. *Epidemiology and infection*.
39. สวณี เต็งรังสรรค์. (2551). วิทยาการระบาดวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
40. สีสม แจ่มอุลิตร์ตัน. (2554). ระบาดวิทยาพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์ไอเอส พรินคิงเฮาส์.
41. World Health Organization. International Classification of Diseases (ICD) [cited 2017 21 November]. Available from:  
<http://www.who.int/classifications/icd/en/>.
42. ปิยะภรณ์ ประสิทธิ์วัฒนเสรี, สุคนธ์ ประสิทธิ์วัฒนเสรี. ข้อมูลสูญหายและแนวทางการจัดการ. [cited 2017 20 November].Available from: [http://dmbj.ejnal.com/e-journal/showdetail/showpdf.php?file\\_pdf=1234\\_V4N3A01\\_review\\_missing\\_sk01.pdf&art\\_id=1234](http://dmbj.ejnal.com/e-journal/showdetail/showpdf.php?file_pdf=1234_V4N3A01_review_missing_sk01.pdf&art_id=1234)
43. Buuren, S. van, and Karin Groothuis-Oudshoorn. "mice: Multivariate imputation by chained equations in R." *Journal of statistical software* (2010): 1-68.
44. Dowle, M., Short, T., Lianoglou, S., Saporta, R., Srinivasan, A., & Antonyan, E. (2014). data. table: Extension of data. frame.
45. Gregor, Jakub, et al. Outliers exclusion. [cited 2019 24 February]. Available from:  
<http://www.genasis.cz/time-series/index.php?pg=home--outliers-exclusion>



46. นิรันดร์ คงฤทธิ์, สุดจิต กระจิต. (2554). การทำนายมลพิษทางอากาศจากทางพิเศษในกรุงเทพมหานคร ด้วยแบบจำลองเชิงสถิติและการจำลองเหตุการณ์แบบมอนติคาร์โล. *Engineering Journal of Research and Development* 20.4:13-21.
47. Wong DW, Yuan L, Perlin SA. (2004). Comparison of spatial interpolation methods for the estimation of air quality data. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, 14:404-15.
48. Volfova A, Smejkal M. (2012). Geostatistical Methods in R. *Geoinformatics FCE CTU*, 8:29-54.
49. Killick R, Fearnhead P, Eckley IA. (2012). Optimal detection of changepoints with a linear computational cost. *Journal of the American Statistical Association*
50. Killick R, Eckley I. (2014). Changepoint: An R package for changepoint analysis. *Journal of Statistical Software*, 58:1-19.
51. สถิติและการวิเคราะห์สุขภาพ. [cited 2019 24 February]. Available from: [intraserver.nurse.cmu.ac.th/mis/download/course/lec\\_567730\\_lesson\\_07.pdf](http://intraserver.nurse.cmu.ac.th/mis/download/course/lec_567730_lesson_07.pdf)
52. Ciaran Monahan. Generate a Correlation Matrix in R. [cited 2019 24 February]. Available from: <http://ciaranmonahan.com/generate-a-correlation-matrix-in-r/>
53. ดร.สุทิน ชนะบุญ. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยเบื้องต้น. [cited 2019 24 February]. Available from: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:remqBLKY74UJ:kkpho.go.th/km>
54. Zeileis, Achim, Christian Kleiber, and Simon Jackman. "Regression models for count data in R." *Journal of statistical software* 27.8 (2008): 1-25.
55. Generalized linear models in R. [cited 2019 24 February]. Available from: <http://plantecology.syr.edu/fridley/bio793/glm.html>
56. Dominici, Francesca, et al. "On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health." *American journal of epidemiology* 156.3 (2002): 193-203.
57. Baccini, M., et al. "Comparison of alternative modelling techniques in estimating short-term effect of air pollution with application to the Italian meta-analysis data (MISA Study)." *Epidemiologia e prevenzione* 30.4-5 (2006): 279-288.
58. Multiple Linear Regression & General Linear Model in R. [cited 2017 21 November]. Available from: [www.ams.sunysb.edu/~zhu/ams394/Lab10.pdf](http://www.ams.sunysb.edu/~zhu/ams394/Lab10.pdf)
59. Chan, T. C., Chen, M. L., Lin, I. F., Lee, C. H., Chiang, P. H., Wang, D. W., & Chuang, J. H. (2009). Spatiotemporal analysis of air pollution and asthma patient visits in Taipei, Taiwan. *International journal of health geographics*, 8(1), 26

60. Maindonald, John. "Smoothing Terms in GAM models." (2010).
61. Peng, Roger D., and Francesca Dominici. "Statistical methods for environmental epidemiology with R." R: a case study in air pollution and health Springer (2008).
62. Gasparrini, A., Scheipl, F., Armstrong, B., & Kenward, M. G. (2017). A penalized framework for distributed lag non-linear models. *Biometrics*, 73(3), 938-948.
63. Gasparrini, A., Armstrong, B., & Gasparrini, M. A. (2018). Package 'dlnm'. [cited 2019 20 January]. Available from: <http://cran.r-project.org/web/packages/dlnm/dlnm.pdf>.
64. Pan, H. H., et al. "Comparison of the Effects of Air Pollution on Outpatient and Inpatient Visits for Asthma: A." (2014).
65. Rue, Havard, Sara Martino, and Nicolas Chopin. "Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations." *Journal of the royal statistical society: Series b (statistical methodology)* 71.2 (2009): 319-392.
66. Krainski, Elias T., et al. "The R-INLA tutorial on SPDE models Warning: work in progress... Suggestions to elias@r-inla.org are welcome." (2017).
67. Valença, Laércio Moreira, Paulo César Nunes Restivo, and Mário Sérgio Nunes. "Seasonal variations in emergency room visits for asthma attacks in Gama, Brazil." *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 32.4 (2006): 284-289.
68. Cohen, S., Janicki-Deverts, D., Turner, R.B., Marsland, A.L., Casselbrant, M.L., Li-Korotky, H.S., Epel, E.S. and Doyle, W.J. (2013). Childhood Socioeconomic Status, Telomere Length, and Susceptibility to Upper Respiratory Infection. *Brain Behav. Immun.* 34: 31–38. doi: 10.1016/j.bbi.2013.06.009.
69. Etemadi, M.R., Othman, N., Savolainen-Kopra, C., Sekawi, Z., Wahab, N. and Sann, L.M. (2013). Biodiversity and Clinico-Demographic Characteristics of Human Rhinoviruses from Hospitalized Children with Acute Lower Respiratory Tract Infections in Malaysia. *J. Clin. Virol.* 58: 671–677, doi: 10.1016/j.jcv.2013.05.017
70. Lai, K., Pan, J., Chen, R., Liu, B., Luo, W. and Zhong, N. (2013). Epidemiology of Cough in Relation to China. *Cough*. 9: 18, doi: 10.1186/1745-9974-9-18.
71. Pongpiachan, S., & Paowa, T. (2015). Hospital out-and-in-patients as functions of trace gaseous species and other meteorological parameters in Chiang-Mai, Thailand. *Aerosol and Air Quality Research*, 15(2), 479-493.
72. โครงการพัฒนาระบบการให้บริการผู้ป่วยโรคหืดตามรูปแบบโปรแกรม Easy Asthma Clinic สำหรับหน่วยบริการ ในระบบหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. [cited 2019 20 January]. Available from: <http://www.easyasthma.com/index.php>

73. สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์. สรุปรายงานการป่วย. [cited 2019 20 January].  
Available from: [bps.moph.go.th/new\\_bps/สรุปรายงานการป่วย](https://bps.moph.go.th/new_bps/สรุปรายงานการป่วย)
74. [www.hitap.net/wp-content/uploads/2015/02/Minutes\\_ICCS\\_09\\_Oct\\_2014-Full.pdf](http://www.hitap.net/wp-content/uploads/2015/02/Minutes_ICCS_09_Oct_2014-Full.pdf)
75. Boonsawat, Watchara, et al. "Survey of asthma management in Thailand-the asthma insight and management study." *Asian Pacific journal of allergy and immunology* 33.1 (2015): 14.
76. Zillmer, Laura Russo, et al. "Gender differences in the perception of asthma and respiratory symptoms in a population sample of asthma patients in four Brazilian cities." *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 40.6 (2014): 591-598.
77. Keselman, Aleksander, et al. "Estrogen signaling contributes to sex differences in macrophage polarization during asthma." *The Journal of Immunology* 199.5 (2017): 1573-1583.
78. Moorman JE, Akinbami LJ, Bailey CM, et al. *Vital Health Stat.* 35 Vol. 3. National Center for Health Statistics; 2012. National surveillance of asthma: United States, 2001–2010.
79. Mirabelli, Maria C., et al. "Age at asthma onset and subsequent asthma outcomes among adults with active asthma." *Respiratory medicine* 107.12 (2013): 1829-1836.
80. Global Strategy for Asthma Management and Prevention.  
[cited 2019 24 February]. Available from:  
<https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2016/04/GINA-Appendix-2016-final.pdf>
81. Wang, Junying, et al. "Effect of aging on the relationship between asthma severity and bronchial hyperresponsiveness in children with asthma." *Journal of Asthma* 43.8 (2006): 607-612.
82. Bauer BA, Reed CE, Yunginger JW, Wollan PC, Silverstein MD. Incidence and outcome of asthma in the elderly. *Chest.* 1997;111:303-10.
83. Braman SS, Hanania NA. Asthma in older adults. *Clin Chest Med.* 2007;28:685-702.
84. GLOBAL BURDEN OF DISEASE DUE TO ASTHMA . The Global Asthma Report 2014.  
[cited 2019 24 February]. Available from:  
<http://www.globalasthmareport.org/2014/burden/burden.php>
85. FACTORS AFFECTING ASTHMA. The Global Asthma Report 2014. [cited 2019 24 February]. Available from:  
<http://www.globalasthmareport.org/2014/burden/causes.php>
86. Pan, Hui-Hsien, et al. "Comparison of the effects of air pollution on outpatient and inpatient visits for asthma: a population-based study in Taiwan." *PloS one* 9.5 (2014): e96190.

87. Zhang, Yue, et al. "Effects of meteorological factors on daily hospital admissions for asthma in adults: a time-series analysis." *PLoS One* 9.7 (2014): e102475.
88. Environment. [cited 2017 Dec 29]. Available from:  
[http://www.newsinterest.tv/global\\_warming/effects/disease/asthma.php](http://www.newsinterest.tv/global_warming/effects/disease/asthma.php)
89. Peel, Jennifer L., et al. "Ambient air pollution and respiratory emergency department visits." *Epidemiology* (2005): 164-174.
90. Lin, M., et al. "Effect of short-term exposure to gaseous pollution on asthma hospitalisation in children: a bi-directional case-crossover analysis." *Journal of Epidemiology & Community Health* 57.1 (2003): 50-55.
91. Wu L, Wang R. Carbon monoxide: endogenous production, physiological functions, and pharmacological application *Pharmacol Rev*, 2005, 57: 585-630
92. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์. [cited 2019 26 January]. <http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/chemical-hazards/>
93. วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล, ชีระ เกรอต. (2543). มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. 397 น.
94. Canova, C., et al. "Carbon monoxide pollution is associated with decreased lung function in asthmatic adults." *European Respiratory Journal* 35.2 (2010): 266-272.
95. S Wilbur. 2012. HEALTH EFFECTS - Toxicological Profile for Carbon Monoxide. [cited 2019 1 May]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK153687/>
96. Galan, I., et al. "Short-term effects of air pollution on daily asthma emergency room admissions." *European Respiratory Journal* 22.5 (2003): 802-808.
97. Sunyer, J. "Nitrogen dioxide: An unimportant cause of health effects?." *European Respiratory Review* 8.53 (1998): 139-140.
98. Ng, T. P., et al. "Nitrogen dioxide exposure from domestic gas cooking and airway response in asthmatic women." *Thorax* 56.8 (2001): 596-601.
99. Wakamatsu, S.; Uno, I.; Ohara, T.; Schere, L., 1999. A Study of the Relationship Between Photochemical Ozone and Its Precursor Emissions of Nitrogen Oxides and Hydrocarbons in Tokyo and Surrounding Areas. *Atmos. Environ.* 33, 3097-3108.
100. Venn, Andrea J., et al. "Living near a main road and the risk of wheezing illness in children." *American journal of respiratory and critical care medicine* 164.12 (2001): 2177-2180.
101. Atkinson, R. W., et al. "Short-term associations between outdoor air pollution and visits to accident and emergency departments in London for respiratory complaints." *European Respiratory Journal* 13.2 (1999): 257-265.

102. Tunnicliffe WS, Hilton MF, Harrison RM, Ayres JG. The effect of sulphur dioxide exposure on indices of heart rate variability in normal and asthmatic adults. *Eur Respir J* 2001; 17: 604–608.
103. Kan, H. D., Wong, C. M., Vichit-Vadakan, N., Qian, Z. M. & Teams, P. P. Shortterm association between sulfur dioxide and daily mortality: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) study. *Environ Res* 110, 258–264 (2010).
104. Chen, R. J. et al. Short-term exposure to sulfur dioxide and daily mortality in 17 Chinese cities: The China air pollution and health effects study (CAPES). *Environ Res* 118, 101–106.
105. Aekplakorn, Wichai, et al. "Acute effect of sulphur dioxide from a power plant on pulmonary function of children, Thailand." *International journal of epidemiology* 32.5 (2003): 854-861.
106. Guo, Yuming, et al. "The association between air pollution and mortality in Thailand." *Scientific reports* 4 (2014): 5509.
107. Tian, Yaohua, et al. "Short-term effect of ambient ozone on daily emergency room visits in Beijing, China." *Scientific reports* 8.1 (2018): 2775.
108. Cassino, Cara, et al. "Cigarette smoking and ozone-associated emergency department use for asthma by adults in New York City." *American journal of respiratory and critical care medicine* 159.6 (1999): 1773-1779.
109. Lee, S. L., W. H. S. Wong, and Y. L. Lau. "Association between air pollution and asthma admission among children in Hong Kong." *Clinical & Experimental Allergy* 36.9 (2006): 1138-1146.
110. Nhung NTT, Schindler C, Dien TM, Probst-Hensch N, Perez L, Kuzli N. Acute effects of ambient air pollution on lower respiratory infections in Hanoi children: An eight-year time series study. *Environment International*. 2018.
111. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1994; 150(3):648±55.
112. Fusco D, Forastiere F, Michelozzi P, Spadea T, Ostro B, Arca M, et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory conditions in Rome, Italy. *European respiratory journal*. 2001; 17(6).
113. Zhang, B-N. and Kim Oanh, N. T. (2002). Photochemical smog pollution in the Bangkok Metropolitan Area in relation to O<sub>3</sub> precursor concentrations and meteorological conditions. *Atmospheric Environment*, 36: 4211-4222.

114. Pochanart, P. et al. Tropical tropospheric ozone observed in Thailand. *Atmos Environ* 35, 2657–2668 (2001).
115. Vichit-Vadakan, N. & Vajanapoom, N. Health impact from air pollution in Thailand: current and future challenges. *Environ Health Perspect* 119, A197–198 (2011).
116. Suthawaree, J. et al. Identification of volatile organic compounds in suburban Bangkok, Thailand and their potential for ozone formation. *Atmos Res* 104, 245–254 (2012).
117. Pothirat, Chaicharn, et al. "Effects of seasonal smog on asthma and COPD exacerbations requiring emergency visits in Chiang Mai, Thailand." *Asian Pacific journal of allergy and immunology* 34.4 (2016).
118. Halonen, Jaana I., et al. "Urban air pollution, and asthma and COPD hospital emergency room visits." *Thorax* 63.7 (2008): 635-641.
119. [http://infofile.pcd.go.th/mgt/pollution2556\\_4qtr.pdf](http://infofile.pcd.go.th/mgt/pollution2556_4qtr.pdf)
120. <https://rdo.psu.ac.th/th/index.php/report-smog-hy/434-581007report-smog-hy>
121. มงคล รายนคร. (2553). หมอกควันและมลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่. เอกสารวิชาการ: ชุดความรู้นโยบายสาธารณะ สถาบันศึกษานโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนา นโยบาย สาธารณะที่ดี สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ
122. ประสิทธิภาพโปรแกรมการจัดการตนเองของผู้ป่วยโรคหืดต่อพฤติกรรมการจัดการตนเองและระดับการควบคุมโรคของผู้ป่วยโรคหืด โรงพยาบาลระโนด จังหวัดสงขลา
123. สุนันท์ ขาวประพันธ์, ปรีดิ์กมล รัชกุล, สุวรรณ จันทร์ประเสริฐ. "ผลของการดูแลสุขภาพที่บ้านต่อ พฤติกรรมของครอบครัวในการดูแลเด็กโรคหืด." *Thai Journal of Nursing Council* 27.2 (2013): 108-121.
124. Sharon D. Horner. Home visiting for Intervention delivery to improve rural family asthma Management. *J Community Health Nurs* 2006; 23(4): 213–23.
125. พิมพ์ โคตร. "ผลของโปรแกรมการรับรู้ความสามารถตนเองและแรงสนับสนุนทางสังคมต่อการปรับเปลี่ยน พฤติกรรมการป้องกันโรคหอบหืด." *วารสาร สาธารณสุข มหาวิทยาลัย บูรพา* 8.2 (2014): 89-99.
126. Kurnat, E.L, & Moore, C.M. The impact of a chronic condition on the families of children with asthma. *J Pediatr Nurs* 1999; 25(3): 288-92.
127. Sabbah, I., et al. "Influence of air quality conditions on asthmatic patient visits in Kuwait." *Journal of Allergy and Therapy* 5.6 (2014).
128. Gao, Jinghong, et al. "Impact of ambient humidity on child health: a systematic review." *PloS one* 9.12 (2014): e112508.

129. Price, Gabrielle. Effects of Weather, Air Quality and Geographical Location on Asthma and COPD Exacerbations in the Localities of Worcester and Dudley. Diss. Coventry University in collaboration with the University of Worcester and Worcestershire Royal Hospital, Worcestershire Acute Hospitals NHS Trust, 2007.
130. Ehelepola, N. D. B., Kusalika Ariyaratne, and Amithe Jayaratne. "The association between local meteorological changes and exacerbation of acute wheezing in Kandy, Sri Lanka." *Global health action* 11.1 (2018): 1482998.
131. Malm WC. What level of perceived visual quality is acceptable? USA: Cooperative Institute for Research in the Atmosphere, Colorado State University; 2013.
132. D'Amato G, Liccardi G, D'Amato M, et al. Outdoor air pollution, climatic changes and allergic bronchial asthma. *Eur Respir J.* 2002;20:763–776.
133. Celenza A, Fothergill J, Kupek E, et al. Thunderstorm associated asthma: a detailed analysis of environmental factors. *BMJ (Clinical Research Ed.)*. 1996;312:604. [cited 2018 Jan 1].
134. Huang, Wei, et al. "Visibility, air quality and daily mortality in Shanghai, China." *Science of the Total Environment* 407.10 (2009): 3295-3300.
135. Yadav, Anil Kumar, et al. "Visibility and incidence of respiratory diseases during the 1998 haze episode in Brunei Darussalam." *Air Quality*. Birkhäuser, Basel, 2003. 265-277.
136. Thach, Thuan-Quoc, et al. "Daily visibility and mortality: Assessment of health benefits from improved visibility in Hong Kong." *Environmental research* 110.6 (2010): 617-623.
137. สถานการณ์หมอกควันที่ปกคลุมหนาแน่นในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. [cited 2019 26 January]. Available from: <https://rdo.psu.ac.th/th/index.php/report-smog-hy/434-581007report-smog-hy>
138. D'Amato, Maria, et al. "The impact of cold on the respiratory tract and its consequences to respiratory health." *Clinical and translational allergy* 8.1 (2018): 20.
139. Effects of humidity on asthma. [cited 2017 Dec 29]. Available from: <https://www.healthline.com/health/humidity-and-asthma#outlook>
140. Linsuwanon, Piyada. Molecular epidemiology and evolutionary studies of human rhinovirus and enterovirus 68 in Thailand. Diss. Chulalongkorn University, 2012.
141. Watts, A. (1994). *The Weather Handbook*. Shrewsbury. Waterline Books.

142. Hapcioglu, B., Issever, H., Kocyigit, E., Disci, R., Vatansever, S. and Ozdilli, K. (2005). The Effect of Air Pollution and Meteorological Parameters on Chronic Obstructive Pulmonary Disease at an Istanbul Hospital. *Indoor and Built Environment* 15: 147-153.
143. Ferrer, A., Barbera, J. A. and Rodriguez-Roisin, R. (2004). Gas Exchange. *Pharmacotherapy in Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. B. R. Celli. New York. Marcel Dekker, Inc: 95-118.
144. วิรัช มณีสสาร, เรือโท. ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะอากาศตามฤดูกาลของภาคต่างๆ ในประเทศไทย. เอกสารวิชาการเลขที่ 551.582-02-2538, ISBN 974-7567-25-3, กันยายน 2538
145. ASHRAE, Standard 55-92, 1992. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, American Society of Heating, Refrigerating, and air-conditioning Engineers, Atlanta.
146. ASHRAE. 2000. ASHRAE Handbook - HVAC Systems and equipment. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
147. ASHRAE. Humidity and Comfort. [cited 2019 26 January]. Available from: [www.dristeem-media.com/literature/Web\\_HumidityAndComfort.pdf](http://www.dristeem-media.com/literature/Web_HumidityAndComfort.pdf)
148. สภาพภูมิอากาศ. ภาคใต้ (ประเทศไทย). [cited 2019 26 January]. Available from: [https://th.wikipedia.org/wiki/ภาคใต้\\_\(ประเทศไทย\)](https://th.wikipedia.org/wiki/ภาคใต้_(ประเทศไทย))
149. ปัญหาสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง. [cited 2019 26 January]. Available from: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=17&chap=6&page=t17-6-l3.htm>
150. D'Amato, Gennaro, et al. "Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update." *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology* 20.2 (2010): 95-102.
151. Verma, Sonal S., and Birva Desai. "Effect of meteorological conditions on air pollution of Surat city." *J. Int. Environmental Application & Science* 3.5 (2008): 358-367.
152. Lokken RP, Wellenius GA, Coull BA, Burger MR, Schlaug G, Suh HH and Mittleman MA: Air pollution and risk of stroke: underestimation of effect due to misclassification of time of event onset. *Epidemiology (Cambridge, Mass)* 2009, 20(1):137-142.



153. Asthma Codes ICD-10. [cited 2019 26 January]. Available from:  
<https://www.aaaai.org/Aaaai/media/.../Asthma-Codes-ICD-10.pdf>
154. To, Teresa, et al. "Case verification of children with asthma in Ontario."  
*Pediatric allergy and immunology* 17.1 (2006): 69-76.

ภาคผนวก

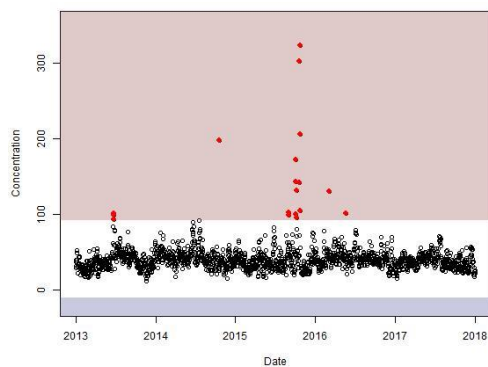
### การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

ตารางแสดงการคัดกรองคุณภาพข้อมูล ตัวแปรมลพิษอากาศ ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา และจำนวนผู้ป่วยโรคหืด พิจารณาด้วยวิธี  $\text{mean} \pm 3 * \text{standard deviation range}$  จำนวนข้อมูลทั้งหมด 1825 วัน

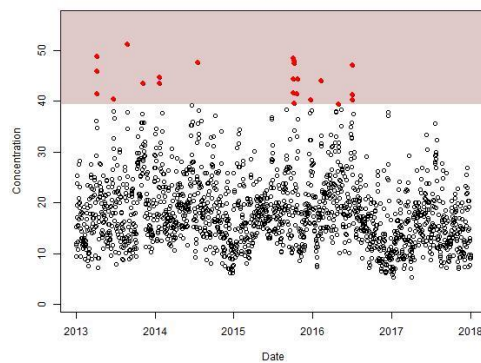
ตัวแปร	จำนวนค่าผิดปกติ (ร้อยละ)
PM10	16 (0.9%)
PM2.5	24 (1.3%)
CO	31 (1.7)
NO2	22 (1.2)
SO2	19 (1.0)
O3	20 (1.1)
Temperature	7 (0.4)
Rain	32 (1.8)
Humidity	5 (0.3)
Wind speed	4 (0.2)
Wind direction	-
Air pressure	4 (0.2)
Dew point	29 (1.6)
Visibility	28 (1.5)
Count Asthma Visits	3 (0.2)

## การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

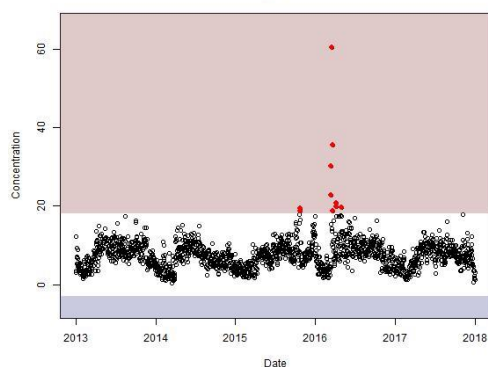
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ ,  $\mu g/m^3$ )



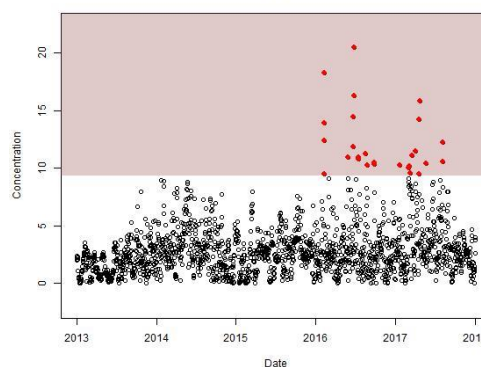
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ )



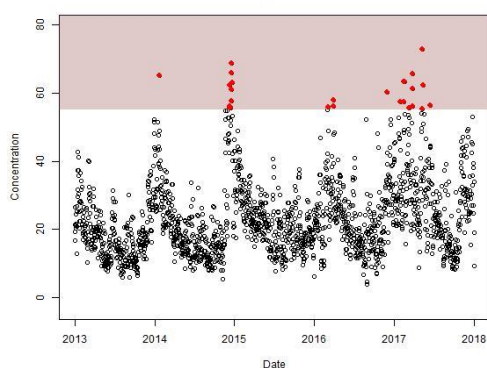
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ( $NO_2$ , ppb)



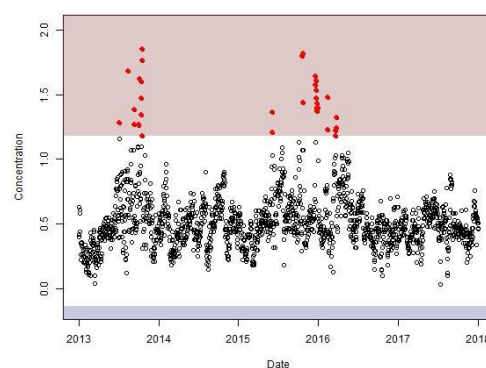
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $SO_2$ , ppb)



ก๊าซโอโซน ( $O_3$ , ppb)



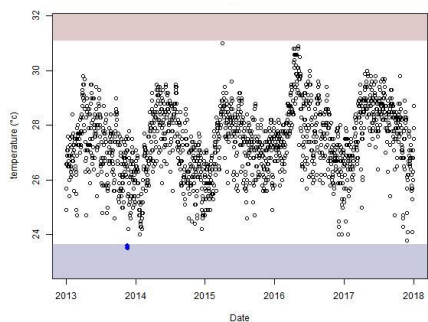
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $CO$ , ppm)



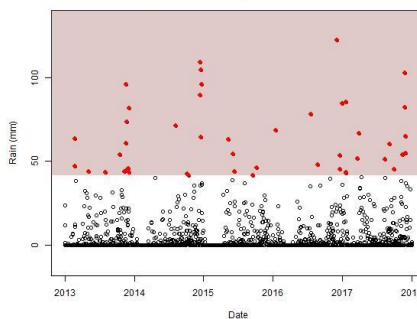
ภาพแสดงการกระจายของค่าภายนอกช่วง interquartile สำหรับค่าเฉลี่ยรายวันของปริมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศทั้งหกชนิด จำนวนข้อมูลทั้งหมด 1825 วัน

การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล

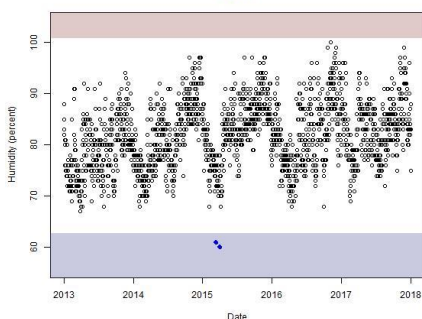
อุณหภูมิ (°C)



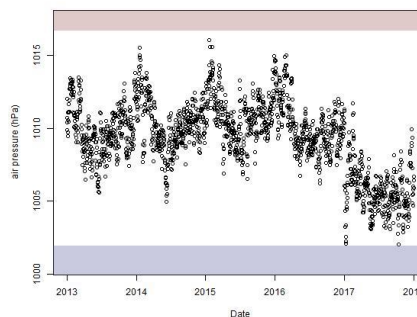
ปริมาณน้ำฝน (mm)



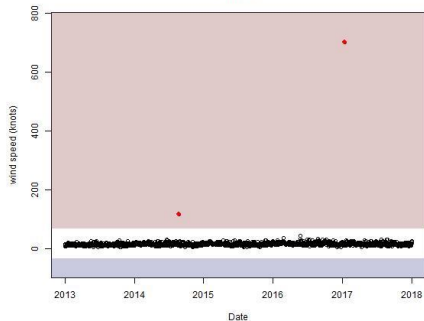
ความชื้นสัมพัทธ์ (percent)



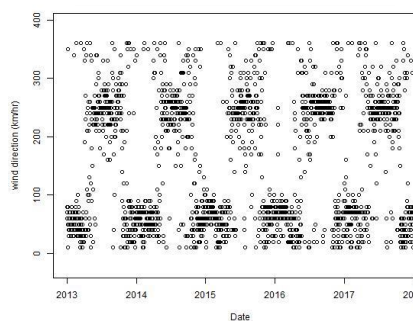
ความกดอากาศ (hPa)



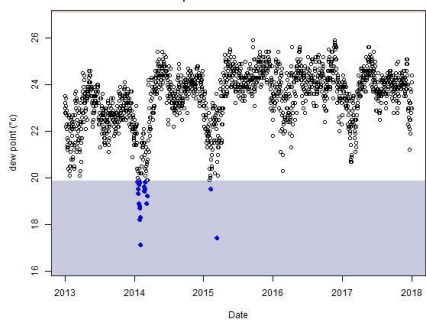
ความเร็วลม (knots)



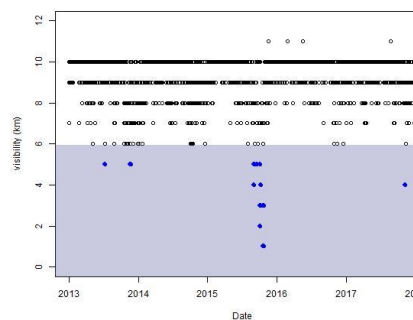
ทิศทางลม (degrees)



จุดน้ำค้าง (°C)

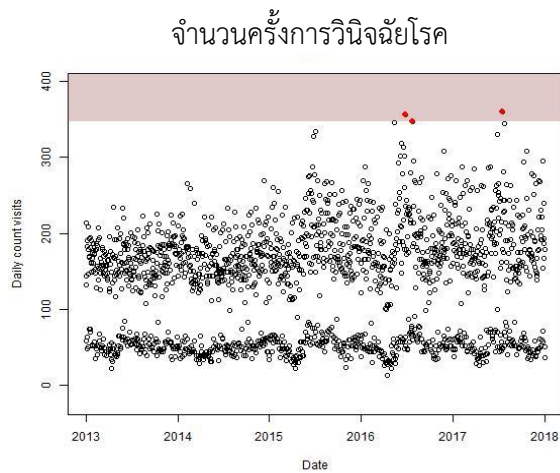


ทัศนวิสัย (km)



ภาพแสดงการกระจายของค่าภายนอกช่วง interquartile สำหรับค่าเฉลี่ยรายวันของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาทั้งแปด จำนวนข้อมูลทั้งหมด 1825 วัน

## การตรวจสอบคุณภาพของข้อมูล



ภาพแสดงการกระจายของค่าภายนอกช่วง interquartile สำหรับจำนวนครั้งการวินิจฉัยผู้ป่วยนอกด้วยโรคหืด จำนวนข้อมูลทั้งหมด 1825 วัน

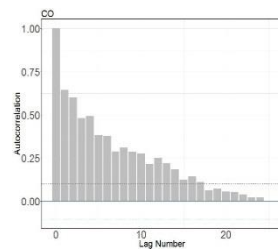
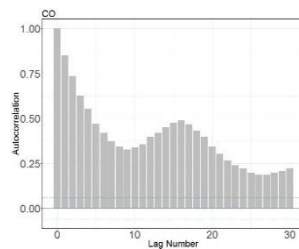
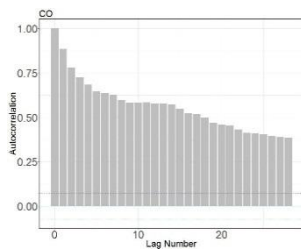
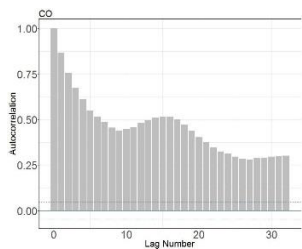
### แผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram)

ปี 2556-2560

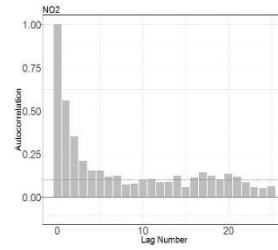
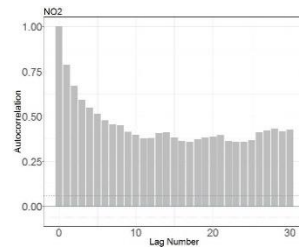
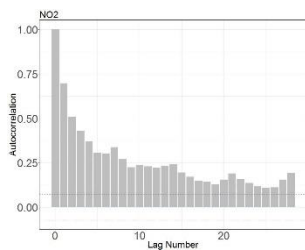
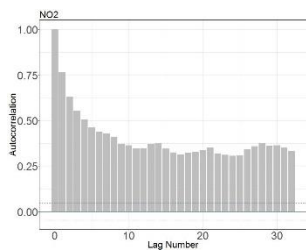
ปี 2556-2557

ปี 2558-2560

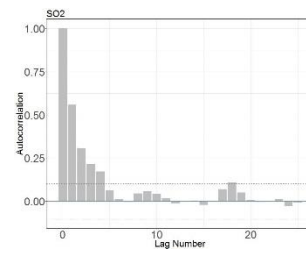
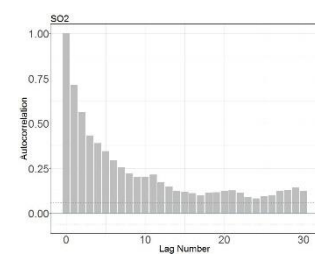
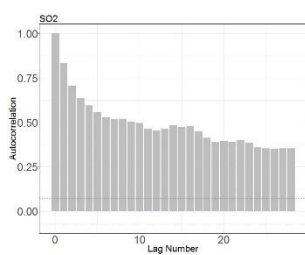
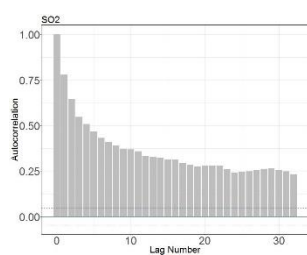
ปี 2560



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)



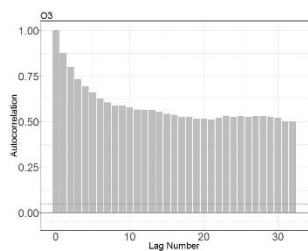
ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>)



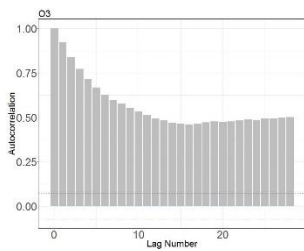
ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>)

## แผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram)

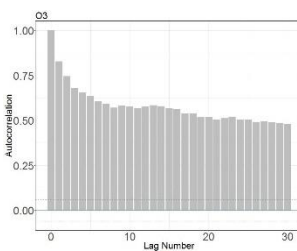
ปี 2556-2560



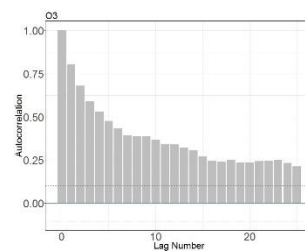
ปี 2556-2557



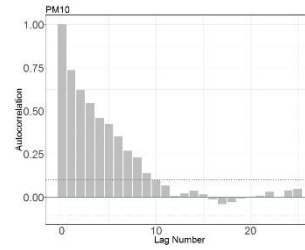
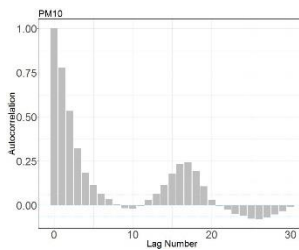
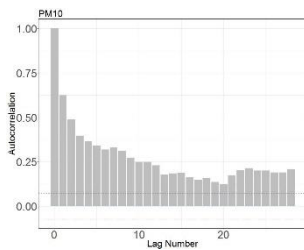
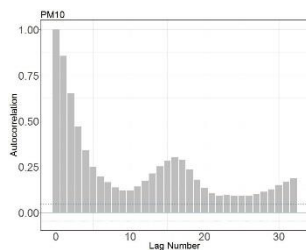
ปี 2558-2560



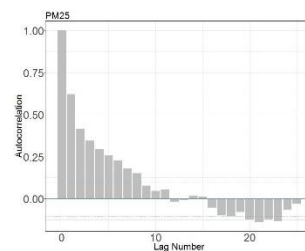
ปี 2560



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของก๊าซโอโซน ( $O_3$ )



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ( $PM_{10}$ )



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $PM_{2.5}$ )



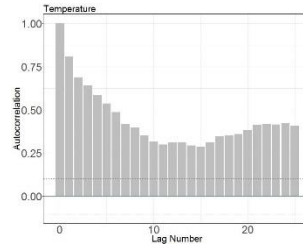
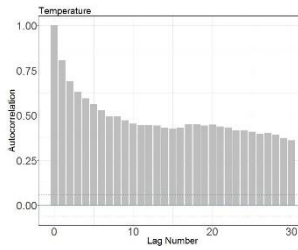
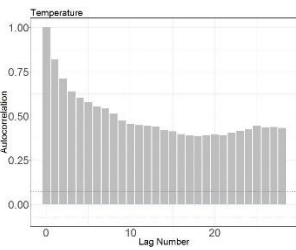
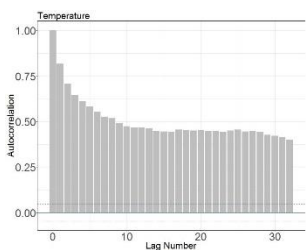
แผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram)

ปี 2556-2560

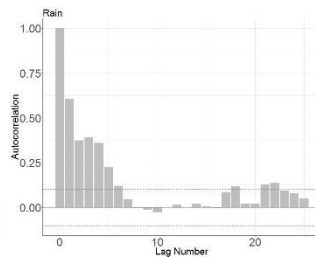
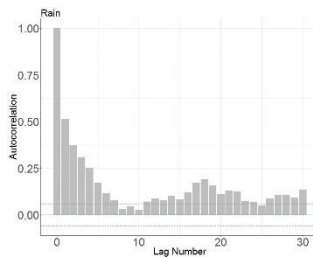
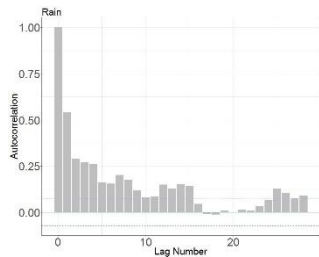
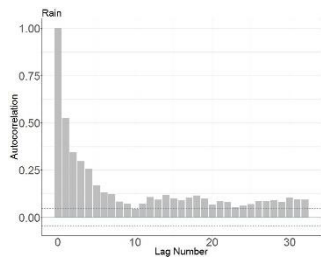
ปี 2556-2557

ปี 2558-2560

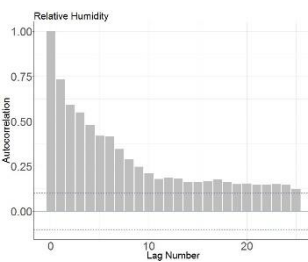
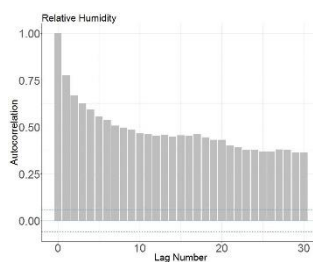
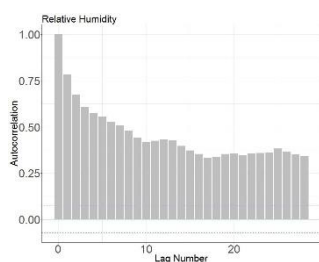
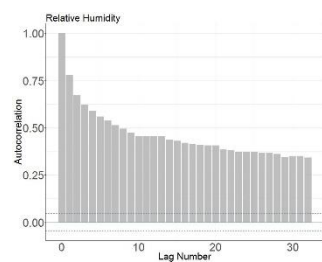
ปี 2560



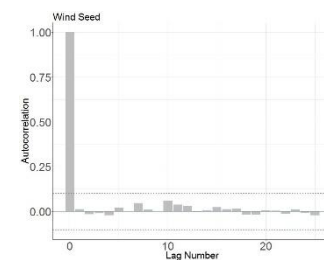
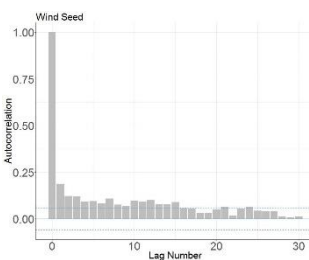
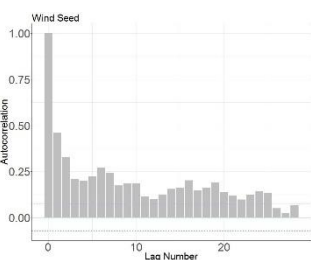
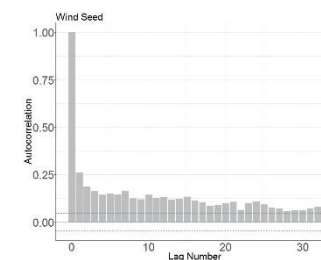
ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของอุณหภูมิ



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของปริมาณน้ำฝน



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของความชื้นสัมพัทธ์



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของความเร็วลม

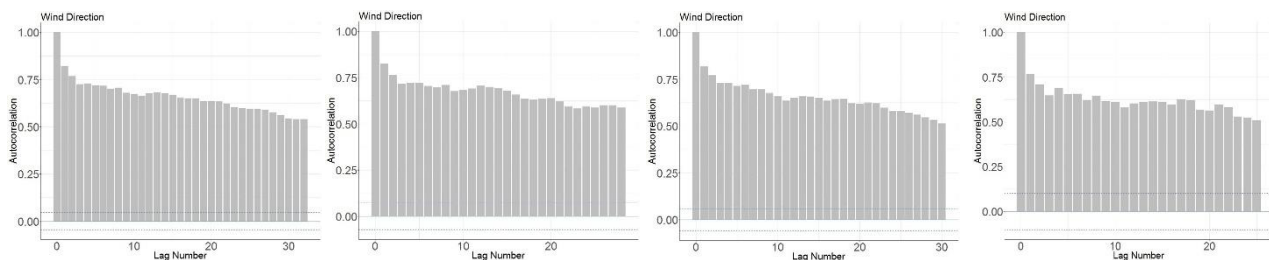
แผนภาพคอร์รีโลแกรม (Correlogram)

ปี 2556-2560

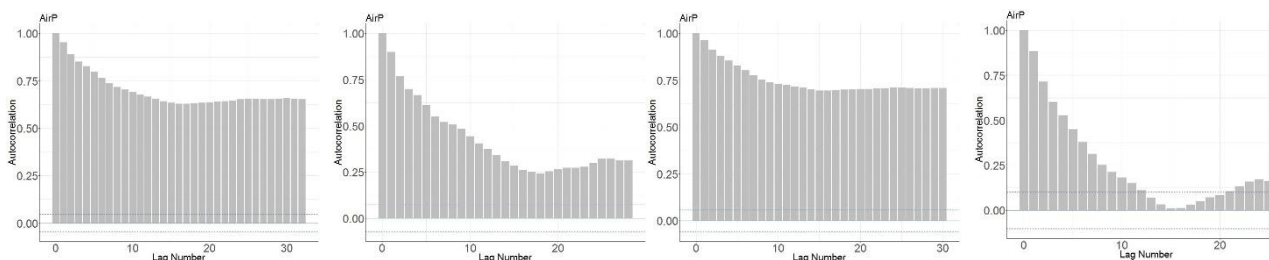
ปี 2556-2557

ปี 2558-2560

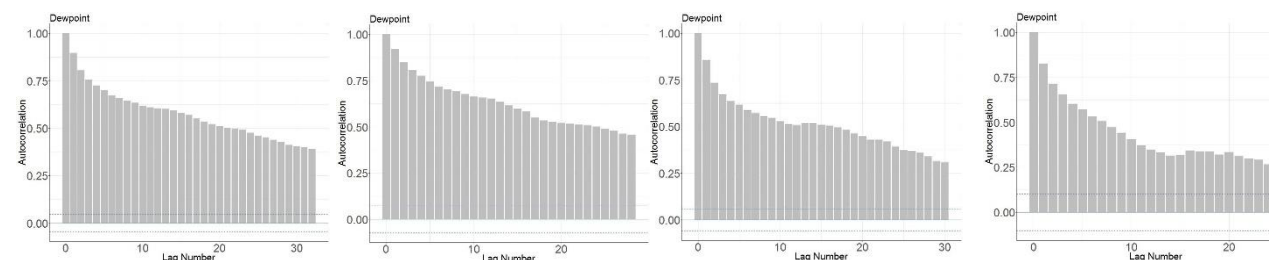
ปี 2560



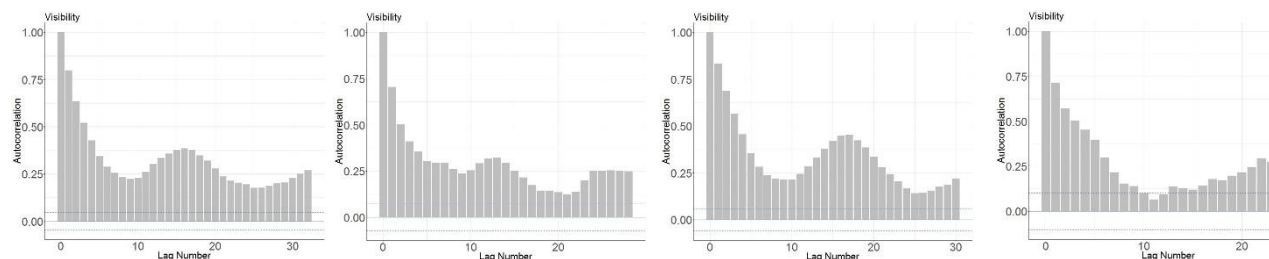
ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของทิศทางลม



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของความกดอากาศ



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของจุดน้ำค้าง



ภาพแสดงกราฟ autocorrelations ของทัศนวิสัย

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล  
รหัสประจำตัวนักศึกษา

สุรัชชัย บิลฮีม  
5910320009

## วุฒิการศึกษา

วุฒิ  
วิทยาศาสตรบัณฑิต  
(สถิติประยุกต์)

ชื่อสถาบัน  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีที่สำเร็จการศึกษา  
2552

## ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ผู้ช่วยวิจัยโครงการวิจัยโรคมะเร็งในประเทศไทย หน่วยระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
 ชมรมจริยธรรมการวิจัยในคนในประเทศไทย  
 Forum for Ethical Review Committee in Thailand (FERCIT)  
 ขอเชิญประชาคมวิชาการทุกท่านได้เข้าร่วมเสวนาว่า

Mr.Surichai Bilheem

ได้เข้าร่วมและผ่านการทดสอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ

**“Human Subject Protection Course”**

วันที่ 22-23 กันยายน 2559 | ห้องเกษม สันวดี อาคารเรียนรวมและหอสมุด  
 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

(ศาสตราจารย์ ดร. นพ.สุวิทย์ วิบุลย์ปัทม์)  
 Faculty Dean of FERCIT

ดร. สุวิทย์ วิบุลย์ปัทม์  
 (ศ.กิตติคุณ นพ.สุวิทย์ วิบุลย์ปัทม์)  
 ผู้อำนวยการศูนย์จริยธรรมการวิจัยในคนประเทศไทย