

ความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 กับจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

วัฒนา ชยธวัช^{1*} บัณฑิต ศรีชัยกุล² ชนมกล อุบลนุช³ สุภางค์ วงษ์จันทร์³

รับบทความ: 20 มีนาคม พ.ศ. 2569/ แก้ไขบทความ: 9 มิถุนายน พ.ศ. 2569/ ตอรับบทความ: 26 มิถุนายน พ.ศ. 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์เชิงนิเวศวิทยาแบบอนุกรมเวลา มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 กับจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลรายเดือนย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 ถึง 2568 รวมระยะเวลา 44 เดือน ข้อมูลปริมาณ PM2.5 รวบรวมจากระบบ CAMS Global Reanalysis และข้อมูลจำนวนผู้ป่วยรวบรวมจากระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (HDC) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยแบบจำลองเชิงเส้นทั่วๆไป (Generalized Linear Model: GLM) กำหนดฟังก์ชันเชื่อมโยงแบบ Log-link และเลือกรูปแบบการกระจายตามความเหมาะสมของข้อมูล ได้แก่ Quasi-Poisson และ Negative Binomial ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ศึกษาอยู่ที่ 30.40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีของประเทศไทย แบบจำลองพบว่าปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศรายเดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่มโรคทางเดินหายใจ โดยการเพิ่มขึ้นของ PM2.5 ทุก ๆ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่งผลให้อัตราส่วนอุบัติการณ์ (Incidence Rate Ratio: IRR) ของผู้ป่วยโรคหลอดลมอักเสบเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ($IRR = 1.03, p = 0.043$) และโรคจมูกอักเสบเรื้อรังเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ($IRR = 1.02, p = 0.036$) สำหรับกลุ่มโรคปอดบวมแม้ตัวแบบภาพรวมมีความเหมาะสม (Model Fit, $p < 0.001$) แต่ปริมาณ PM2.5 ยังไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในฐานะปัจจัยอิสระเดี่ยว ($p = 0.315$) สรุปได้ว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถระบุความเสี่ยงของการเจ็บป่วยจากฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่ได้อย่างเป็นรูปธรรม หน่วยงานสาธารณสุขและท้องถิ่นสามารถนำค่าอัตราส่วนอุบัติการณ์ไปใช้ในการเตรียมความพร้อมด้านทรัพยากร สื่อสารความเสี่ยงเชิงรุก และวางแผนการเฝ้าระวังสุขภาพของประชาชนในช่วงวิกฤตมลพิษทางอากาศเพื่อความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตที่ดีของชุมชน

คำสำคัญ: ตัวแบบเชิงเส้นทั่วๆไป, ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน, จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ, จังหวัดนครราชสีมา

¹ อาจารย์ หลักสูตรการแพทย์แผนไทยมหาบัณฑิต คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

² อาจารย์ สาขาการบริหารทางเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

³ อาจารย์ สาขาเภสัชกรรมอุตสาหกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

*ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th เบอร์โทรศัพท์: 081-918-4467

The association between PM_{2.5} particulate matter levels and
the number of patients with air pollution-related diseases
in Muang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima Province

Vadhana Jayathavaj^{2*} Buavaroon Srichaikul² Chomkamon Ubonnuch³
Supang Wongkhan³

Received: 20 March 2026/ Revised: 9 June 2026/ Accepted: 26 June 2026

Abstract

This ecological time-series study aimed to develop a model linking PM_{2.5} levels to the number of patients with air pollution-related diseases in Mueang Nakhon Ratchasima District, Nakhon Ratchasima Province. Retrospective monthly data from 2022 to 2025 (44 months) were collected, with the monthly average PM_{2.5} concentrations obtained from CAMS global reanalysis and the number of patients with air pollution-related diseases from the Health Data Center (HDC). Relationships were analyzed using generalized linear models (GLMs) with a log-link function, utilizing quasi-Poisson and negative binomial distributions. The results showed an average PM_{2.5} concentration of 30.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, exceeding Thailand's annual national standard. The model revealed that PM_{2.5} significantly influenced patient numbers ($p < 0.05$) for respiratory conditions; for every 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ increase in PM_{2.5}, the incidence rate ratio (IRR) increased for bronchitis by 3% (IRR = 1.03, $p = 0.043$) and for chronic rhinitis by 2% (IRR = 1.02, $p = 0.036$). For pneumonia, although the overall model fit was significant ($p < 0.001$), PM_{2.5} was not a significant independent predictor ($p = 0.315$). The developed model quantitatively identifies the health risks associated with PM_{2.5} in the study area. Public health and local authorities should use these IRR values to prepare medical resources, implement proactive risk communication, and plan health surveillance during high pollution periods to ensure community safety and well-being.

Keywords: generalized linear Model, particulate matter 2.5, Number of patients with air pollution-related diseases, Nakhon Ratchasima Province

¹ Lecturer, Master of Thai Traditional Medicine, Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

² Lecturer, Department of Pharmaceutical Care, Faculty of Pharmacy, Pathumthani University

³ Lecturer, Department of Industrial Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Pathumthani University

* Corresponding Author: E-mail: vadhana.j@ptu.ac.th Tel 081-918-4467

บทนำ

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมโครเมตร (fine particulate matter : PM_{2.5}) ส่งผลเสียต่อสุขภาพ เนื่องจากก่อให้เกิดการเสียชีวิตและการเจ็บป่วยตามมาอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาทางสรีรวิทยาและระบาดวิทยาพบความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} กับโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และหลอดเลือด รวมถึงความผิดปกติทางระบบประสาท กลไกพื้นฐานที่ PM_{2.5} ส่งผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ได้แก่ การเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเครียดที่เกิดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress) การหลั่งสารไซโตไคน์ (Cytokine release) การทำลายสารพันธุกรรม (DNA damage) การเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีน การเป็นพิษต่อระบบภูมิคุ้มกัน การตอบสนองต่อการอักเสบและการตายของเซลล์ (Apoptosis) ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการเริ่มต้นและการลุกลามของโรคต่าง ๆ (Sangkhom et al., 2024)

จังหวัดนครราชสีมาพบปัญหาพบปัญหาค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินมาตรฐาน ในช่วงเดือนธันวาคม - เดือนมีนาคม เนื่องจากสภาพอากาศแห้งและมีลมกระโชกแรงประกอบกับความผันผวนของสภาพภูมิอากาศโลกภาวะโลกร้อนรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศป่าไม้ ซึ่งมีสาเหตุจากการประกอบอาชีพ หางของป่า ล่าสัตว์ การทำการเกษตรกรรมไถ่พื้นที่ป่า และการเผาในที่โล่ง ในพื้นที่ชุมชนและเกษตรกรรม รวมถึงการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การก่อสร้าง และยานพาหนะที่มีจำนวนมากขึ้น (สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์, 2565) นอกจากนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศในครัวเรือนในจังหวัดนครราชสีมายังเกิดจาก การใช้น้ำยาทำความสะอาดบ้าน การใช้เครื่องดูดฝุ่น การใช้ถ่านปรุงอาหาร การใช้อาหารแมลง และการเปิดหน้าต่าง (กรวิภา ปุณณศิริ และคณะ, 2564) โดยเฉพาะในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจและการคมนาคมของจังหวัด มีลักษณะภูมิศาสตร์เป็นพื้นที่ราบลุ่มบริเวณลุ่มแม่น้ำมูล การศึกษาการจำแนกแหล่งกำเนิดฝุ่น PM_{2.5} ในเขตเมืองนครราชสีมาด้วยแบบจำลอง PMF พบว่า แหล่งกำเนิดฝุ่นที่สำคัญ 5 อันดับแรก ได้แก่ การจราจร (ร้อยละ 35) การเผาชีวมวล (ร้อยละ 31) ฝุ่นดิน (ร้อยละ 15) ฝุ่นจากการก่อสร้าง (ร้อยละ 14) และโรงงานอุตสาหกรรม (ร้อยละ 5) ตามลำดับ (ภักวิวัฒน์ ทองแสง, 2560) นอกจากนี้ การศึกษาปริมาณการปล่อย PM_{2.5} ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่า แหล่งกำเนิดชนิดเคลื่อนที่ (ยานพาหนะบนท้องถนน) เป็นแหล่งกำเนิดสำคัญที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51-61 ของการปล่อย PM_{2.5} ทั้งหมด รองลงมาคือ กลุ่มที่อยู่อาศัยและพาณิชยกรรม (ร้อยละ 19-33) และกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม (Karuchit et al., 2025) โดยพื้นที่ที่มีการปล่อยมลพิษสูงจะอยู่ตามแนวถนนสายหลัก โดยเฉพาะถนนมิตรภาพซึ่งเป็นเส้นทางหลักเชื่อมต่อระหว่างภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดและมลพิษทางอากาศสะสม (TomTom Traffic Index, 2025) ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า บริบทของพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมามีความซับซ้อนและมีแหล่งกำเนิดฝุ่น PM_{2.5} ที่หลากหลาย ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการศึกษาและเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{2.5} รายวันในอากาศกับการมารับการรักษาด้วยโรคกลุ่มระบบทางเดินหายใจและระบบหลอดเลือด ณ โรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี ด้วยตัวแบบเชิงเส้นทั่วๆไป (Generalized Linear Model : GLM) พบว่า ระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ อัตราส่วนอุบัติการณ์ (IRR) ของการมารับการรักษามาโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01 - 1.11) ที่ 1 วันถัดไป โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน

เพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02 - 1.07) ที่ 6 วันถัดไป และมีขนาดความสัมพันธ์ที่มากขึ้นกับกลุ่มอายุ 0 - 14 ปี และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปที่มีโรคประจำตัว (สุทธิศักดิ์ เด่นดวงใจ, 2563) การใช้ข้อมูลจากดาวเทียม The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, version 2 (MERRA-2) atmospheric reanalysis of the modern satellite era ขององค์การนาซา (NASA's Global Modeling and Assimilation Office; GMAO) เพื่อจะหาค่า PM 2.5 ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการของกลุ่มวิจัยโรคหลอดเลือดสมองภาคตะวันออกเฉียงเหนือร่วมกับโครงการชลอไถ่เรือรังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อศึกษาความสัมพันธ์กับโรคหลอดเลือดสมองในประเทศไทย พบว่าการเพิ่มขึ้นของ PM 2.5 สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของโรคหลอดเลือดสมองอย่างมีนัยสำคัญ (กรรณิกัร คงบุญเกียรติ และสมศักดิ์ เทียมเก่า, 2562) การศึกษาสถานการณ์คุณภาพอากาศและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสคุณภาพอากาศในครัวเรือนของจังหวัดนครราชสีมา จากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครัวเรือนและผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่เขตเมือง จำนวน 467 ตัวอย่างและพื้นที่ชนบทจำนวน 330 ตัวอย่าง ด้วยการถดถอยโลจิสติกพหุ (Multiple logistic regression) ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้ง PM10 และ PM2.5 แบคทีเรียรวมและเชื้อรา มีค่าเกินค่าแนะนำของประเทศสิงคโปร์ทั้งเขตเมืองและชนบท ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ (กรวิภา ปุณณศิริ และคณะ, 2564ข) งานวิจัยที่ได้แนะนำการพยากรณ์ปริมาณ PM2.5 รายเดือนในจังหวัดนครราชสีมา (พิยดา นาฎวงศ์ และคณะ, 2568) ก็สามารถนำไปใช้ในการประมาณปริมาณ PM2.5 ล่วงหน้า เพื่อการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยในอนาคต

สำหรับจังหวัดนครราชสีมา มีเพียงการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศกับจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศเท่านั้น (มุสตี ซูชีฟ และคณะ, 2567) หากมีการพัฒนาแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PM2.5 กับจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศก็จะสามารถใช้จำนวนผู้ป่วยจากแบบจำลองในการวางแผนงานด้านสาธารณสุขในการควบคุมแหล่งมลภาวะ การรณรงค์เพื่อการป้องกันตนเองของกลุ่มเสี่ยงตลอดจนผู้อยู่อาศัย และการวางแผนทรัพยากรสาธารณสุขให้พร้อมกับจำนวนผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างเหมาะสม

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างแบบจำลองความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนกับจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศรายเดือนของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

วิธีการดำเนินวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) โดยใช้รูปแบบการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาแบบอนุกรมเวลา (Ecological Time-Series Study) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของระดับมลพิษทางอากาศ PM2.5 รายเดือนกับจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศรายเดือนเชิงพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศโดยรวมรายเดือนของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา และข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เฉลี่ยรายเดือน ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่าง คือ ข้อมูลราย

เดือนย้อนหลัง (Retrospective Data) ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 รวม 44 เดือน

การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เฉลี่ยรายเดือน ในหน่วยไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ จำนวนผู้ป่วยรายเดือนด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary disease : COPD) โรคหืด (Asthma) ปอดบวม (Pneumonia) ไข้หวัดใหญ่ (Influenza) คออักเสบเฉียบพลัน (Acute pharyngitis) โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง (Chronic rhinitis) หลอดลมอักเสบ (Bronchitis) โรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular disease (stroke)) กลุ่มโรคตาอักเสบ กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ กลุ่มโรคอื่น ๆ และผลกระทบระยะยาว ที่ได้รับการรักษาในสถานพยาบาลในพื้นที่

การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (ละติจูด 14.85 - 15.15 องศาเหนือ และลองจิจูด 101.90 - 102.25 องศาตะวันออก) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 ถึง 2568 ได้มาจากการสืบค้นผ่านระบบ Atmosphere Data Store (ADS) ของโครงการ Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) โดยใช้ชุดข้อมูล CAMS Global Reanalysis (EAC4) ซึ่งเป็นข้อมูลการวิเคราะห์ซ้ำ (Reanalysis) รุ่นที่ 4 ของศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป (ECMWF) (Copernicus Atmosphere Monitoring Service, 2020; Inness et al., 2019) มีข้อมูลตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 รวม 44 เดือนเท่านั้น (Copernicus Atmosphere Monitoring Service, 2020; Inness et al., 2019)

จำนวนผู้ป่วยรวมรายเดือนของ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 รวม 44 เดือน รวบรวมจากระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (HDC) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2569) ช่วงเวลาเดียวกับข้อมูล PM2.5

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพรรณนา การทดสอบชาปีโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) และสหสัมพันธ์ตามรูปแบบการกระจายของข้อมูล

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย แบบจำลองเชิงเส้นทั่วๆไป (Generalized Linear Model: GLM) โดยกำหนดฟังก์ชันเชื่อมโยงแบบ Log-link function

$$\ln(E[Y]) = \beta_0 + \beta_1 X$$

เมื่อ $E[Y]$ คือ ค่าคาดหวังจำนวนผู้ป่วย

X ในที่นี้ คือ ปริมาณ PM2.5

$$E[Y] = e^{\beta_0 + \beta_1 X}$$

ค่า e^{β_0} แทนค่าอุบัติการณ์พื้นฐานของผู้ป่วย ณ ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่น PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ศึกษา ในขณะที่ e^{β_1} หรือค่า IRR แทนอัตราส่วนความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเป็น

จำนวนเท่าต่อการเพิ่มขึ้นของฝุ่น PM2.5 ทุก ๆ 1 หน่วย จากระดับค่าเฉลี่ยนั้น (Rothman et al., 2008)

GLM ใช้กับตัวแปรตามเป็น "จำนวนนับจำนวนผู้ป่วยรายเดือน" (Count data) ที่มีความแปรปรวนสูงเมื่อความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย (Overdispersion) ด้วยการกระจายแบบ Quasi-Poisson หรือ Negative Binomial (Hilbe, 2011; McCullagh & Nelder, 1989)

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมสถิติวิเคราะห์ jamovi (The jamovi project, 2024; R Core Team, 2024) และ Module GAMLj: General analyses for linear models (Version 3.6.5) (Gallucci, 2019) นัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

จริยธรรมในการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโดยรวมรายเดือนระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ (HDC) (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2569) ซึ่งเป็นข้อมูลเปิดเผยสาธารณะซึ่งไม่มีข้อมูลส่วนบุคคลแต่อย่างใด ผู้วิจัยไม่สามารถติดต่อกับผู้ป่วยได้ จากการใช้แบบตรวจสอบกิจกรรม/งานวิจัยเข้าข่ายการวิจัยในมนุษย์ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) (2569) ไม่มีข้อใดที่ตอบว่าใช่ การวิจัยนี้จึงไม่เข้าข่ายโครงการวิจัยในคนแต่อย่างใด

ผลการวิจัย

การประมวลผลข้อมูลในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2568 รวม 44 เดือน อำเภอเมืองนครราชสีมาปริมาณ PM2.5 มีค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ที่ 30.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (มัธยฐาน 27.80) มีค่าต่ำสุดที่ 18.10 และ สูงสุดที่ 48.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าในบางเดือน ปริมาณฝุ่นสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีตามเกณฑ์ใหม่ของไทยอย่างมากประเทศไทย กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม. ค่ามาตรฐาน (ต้องไม่เกิน) 37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ปี ค่ามาตรฐาน (ต้องไม่เกิน) 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป พ.ศ. 2569, 2569) การทดสอบชาปีโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) พบว่า ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนและจำนวนผู้ป่วยรายเดือนในทุกกลุ่มโรคมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติ ($p < .05$) โดยกลุ่มโรคตาอักเสบและทางเดินหายใจส่วนบนมีจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ยสูงสุด ข้อมูลดังกล่าวมีความแปรปรวนสูงซึ่งสนับสนุนการเลือกใช้แบบจำลองเชิงเส้นนี้ทั่วไป (GLM) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในขั้นตอนถัดไป รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติพรรณนา ค่าสถิติชาปีโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) ของข้อมูลรายเดือนค่าเฉลี่ยปริมาณ PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) และจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ (ราย) ของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

ค่าสถิติข้อมูลรายเดือน	ปริมาณ PM25 เฉลี่ยราย เดือน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ (ราย)				
		ภาวะ หัวใจขาด เลือด เฉียบพลัน	คออักเสบ เฉียบพลัน	โรคหืด	หลอดลม อักเสบ	โรคหลอด เลือด สมอง
ค่าเฉลี่ย	30.40	21.20	2654.00	164.00	781.00	1842.00
มัธยฐาน	27.80	15.50	2221.00	169.00	633.00	1649.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.80	16.40	2138.00	97.40	613.00	1037.00
ค่าต่ำสุด	18.10	0.00	50.00	0.00	27.00	0.00
ค่าสูงสุด	48.40	76.00	10595.00	464.00	2776.00	4702.00
ค่า Shapiro-Wilk	0.91	0.88	0.86	0.93	0.88	0.93
p	0.002**	<.001**	<.001**	0.013*	<.001**	0.010*

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

ตารางที่ 1 สถิติพรรณนา ค่าสถิติชาปีโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) ของข้อมูลรายเดือนค่าเฉลี่ยปริมาณ PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) และจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ (ราย) ของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา (ต่อ 1)

ค่าสถิติข้อมูลรายเดือน	จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ (ราย)				
	โรคปอดอุด ตันเรื้อรัง	ไข้หวัด ใหญ่	ผลกระทบ ระยะยาว	ปอดบวม	โรคจมูก อักเสบเรื้อรัง
ค่าเฉลี่ย	695.00	391.00	700.00	589.00	413.00
มัธยฐาน	633.00	378.00	317.00	520.00	344.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	385.00	308.00	1041.00	374.00	279.00
ค่าต่ำสุด	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าสูงสุด	1572.00	1416.00	4376.00	1440.00	1120.00
ค่า Shapiro-Wilk	0.91	0.90	0.67	0.90	0.91
p	0.003**	0.001**	<.001**	0.001**	0.002**

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

ตารางที่ 1 สถิติพรรณนา ค่าสถิติชาปีโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) ของข้อมูลรายเดือนค่าเฉลี่ยปริมาณ PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) และจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ (ราย) ของอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา (ต่อ 2)

ค่าสถิติข้อมูลรายเดือน	จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ (ราย)		
	กลุ่มโรค ตาอักเสบ	กลุ่มโรคผิวหนัง อักเสบ	รวม
ค่าเฉลี่ย	2770.00	2605.00	13627.00
มัธยฐาน	2403.00	2295.00	13090.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1604.00	1378.00	7678.00
ค่าต่ำสุด	46.00	64.00	206.00
ค่าสูงสุด	6692.00	6228.00	35072.00
ค่า Shapiro-Wilk	0.93	0.92	0.94
p	0.007**	0.006**	0.034*

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ด้วย Spearman's rho พบว่า เมื่อ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือน เพิ่มขึ้น จำนวนผู้ป่วยรายเดือนก็เพิ่มขึ้นตาม (Monotonic increasing) จำแนกออกเป็นกลุ่มโรคที่มีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 2

กลุ่มที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ประกอบด้วย ภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน ($\rho = 0.367$) และ โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง ($\rho = 0.360$): มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางทางบวก หมายความว่าเมื่อ PM2.5 เพิ่มขึ้น จำนวนผู้ป่วยสองกลุ่มนี้จะเพิ่มขึ้นตามอย่างชัดเจนที่สุด ส่วนไข้หวัดใหญ่ โรคหลอดเลือดสมอง หลอดลมอักเสบ และคออักเสบเฉียบพลันก็มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน รวมทุกโรคมีความสัมพันธ์ทางบวก ($\rho = 0.333, p = 0.028$) สรุปได้ว่าในภาพรวมฝุ่น PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยรายเดือนในอำเภอเมืองนครราชสีมา

กลุ่มที่ไม่มีนัยสำคัญ เช่น โรคหืด ($p = 0.058$) และกลุ่มโรคตาอักเสบ ($p = 0.052$) ซึ่งมีค่า p ใกล้เคียงจุดตัดมาก อาจเป็นเพราะขนาดตัวอย่าง 44 เดือน ยังไม่มากพอที่จะแสดงนัยสำคัญ หรือมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือน และจำนวนผู้ป่วยรายเดือนของอำเภอเมืองนครราชสีมา

ปริมาณ PM25 เฉลี่ยรายเดือน กับ จำนวนผู้ป่วยรายเดือน	Spearman's rho	p
ภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน	0.367	0.014*
คออักเสบเฉียบพลัน	0.306	0.044*
โรคหืด	0.288	0.058
หลอดลมอักเสบ	0.309	0.042*
โรคหลอดเลือดสมอง	0.312	0.039*
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	0.236	0.124
ไข้หวัดใหญ่	0.335	0.027*
ผลกระทบระยะยาว	0.193	0.208
ปอดบวม	0.254	0.096
โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง	0.360	0.016*
กลุ่มโรคตาอักเสบ	0.295	0.052
กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ	0.241	0.115
รวม	0.333	0.028*

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองเชิงเส้นนำไปสู่ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง Quasi-Poisson กับ Negative Binomial Model Fit $df=1$ ที่มีค่า R^2 สูงสุด นำมาแสดงในตารางที่ 3 พบว่าปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ป่วยรายเดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ใน 3 กลุ่มโรคหลัก ได้แก่ โรคปอดบวม โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง และโรคหลอดลมอักเสบ โดยแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของโรค (Adj. R^2) ได้อยู่ในช่วงร้อยละ 6 ถึง 9 สำหรับกลุ่มโรคอื่น ๆ ที่ไม่พบนัยสำคัญของ Model Fit (เช่น ภาวะหัวใจขาดเลือด หรือโรคหลอดเลือดสมอง) อาจเนื่องมาจากจำนวนอุบัติการณ์ของโรคดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากปัจจัยร่วมอื่น ๆ ที่ซับซ้อนมากกว่าระดับมลพิษทางอากาศเพียงอย่างเดียว หรือมีลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูง (Overdispersion) จนส่งผลต่ออำนาจการพยากรณ์ของตัวแบบพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลกระทบของ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือน ต่อจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศรายเดือน การวิเคราะห์ด้วย Generalized Linear Model (GLM) กรณีศึกษาอำเภอเมืองนครราชสีมา

ตัวแปรต้น ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือน	Model Fit, df=1			
	R ²	Adj. R ²	X ²	p
ตัวแปรตาม - จำนวนผู้ป่วยรายเดือน				
ภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน	0.031	0.012	1.620	0.204
คออักเสบเฉียบพลัน	0.062	0.062	1700.000	0.090
โรคหืด	0.017	0.017	47.200	0.375
หลอดลมอักเสบ	0.094	0.094	1788.000	0.047*
โรคหลอดเลือดสมอง	0.062	0.062	1700.000	0.090
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	0.056	0.056	586.000	0.100
ไข้หวัดใหญ่	0.031	0.031	327.000	0.256
ผลกระทบระยะยาว	0.007	0.000	0.371	0.543
ปอดบวม	0.019	0.000	11063.000	<.001*
โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง	0.094	0.094	794.000	0.039*
กลุ่มโรคตาอักเสบ	0.052	0.052	2186.000	0.130
กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ	0.025	0.025	825.000	0.295
รวม	0.052	0.052	10195.000	0.129

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

ผลการวิเคราะห์ GLM ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า **แบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนต่อจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคหลอดลมอักเสบ** ($p = 0.047$) **ปอดบวม** ($p < .001$) และ**โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง** ($p = 0.039$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เท่านั้น สำหรับโรคปอดบวม แม้ผลการวิเคราะห์จะแสดงค่าอัตราส่วนอุบัติการณ์ (IRR) ที่ 1.02 แต่พบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.315$, 95%CI: 0.98–1.05) ซึ่งค่าช่วงความเชื่อมั่นมีค่าครอบคลุม 1.00 (95% Lower = 0.98) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนยังไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงหลักที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยรายเดือนโรคปอดบวมในอำเภอเมืองนครราชสีมาได้อย่างชัดเจน แม้แบบจำลองสำหรับโรคปอดบวมจะมีนัยสำคัญในภาพรวม (Model Fit, $p < .001$) ซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมของโครงสร้างตัวแบบ แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลรายตัวแปรกลับพบว่า ปริมาณ PM2.5 ไม่ส่งผลกระทบต่ออุบัติการณ์ของโรคปอดบวมอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.315$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโรคปอดบวมมีความแปรปรวนของข้อมูลสูงและมีปัจจัยทางชีวภาพอื่น เช่น การติดเชื้อตามฤดูกาล เป็นปัจจัยกำหนดหลักที่สำคัญกว่ามลพิษทางอากาศในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 4 ผลกระทบของ PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนต่อจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศรายเดือน กรณีศึกษาอำเภอเมืองนครราชสีมา

Model	จำนวนผู้ป่วยรายเดือน (ราย)		
	หอดดลอมักเสบ	ปอดบวม	โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง
	Quasi-Poisson	Negative Binomial	Quasi-Poisson
Intercept			
Estimate	6.64	6.37	6.00
SE	0.12	0.15	0.10
Exp(B0)	762.20	582.69	404.19
95% Lower	601.36	432.50	328.10
95% Upper	966.05	785.05	497.94
z	56.51	41.87	58.07
p	<.001*	<.001*	<.001*
PM25 เฉลี่ยรายเดือน			
Estimate	0.03	0.02	0.02
SE	0.01	0.02	0.01
Exp(B)	1.03	1.02	1.02
95% Lower	1.00	0.98	1.00
95% Upper	1.05	1.05	1.05
z	2.02	1.00	2.10
p	0.043*	0.315	0.036*

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

อภิปรายผล

จากการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เฉลี่ยรายเดือนและจำนวนผู้ป่วยรายเดือนในพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา พบว่าผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับหลักฐานทางระบาดวิทยาในหลายมิติ โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ (2563) ที่ศึกษาในจังหวัดราชบุรี ซึ่งพบว่าการเพิ่มขึ้นของ PM2.5 ทุก $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่งผลให้อัตราส่วนอุบัติการณ์ (IRR) ของโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ที่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจเช่นกัน แต่การศึกษานี้ให้ข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้นในระดับพื้นที่ โดยพบผลกระทบที่เด่นชัดต่อโรคหอดดลอมักเสบ (IRR=1.03) และโรคจมูกอักเสบเรื้อรัง (IRR=1.02)

ในประเด็นด้านโรคระบบหลอดเลือด ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Spearman) ของการศึกษานี้พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง PM2.5 กับโรคหลอดเลือดสมอง ($\rho=0.312, p=0.039$) ซึ่งสนับสนุนข้อค้นพบของ กรรณิการ์ คงบุญเกียรติ และสมศักดิ์ เทียมเก่า (2562) ที่ระบุว่า การเพิ่มขึ้นของ PM2.5 สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของโรคหลอดเลือดสมองในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าในงานวิจัยฉบับนี้เมื่อวิเคราะห์ด้วยตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป (GLM) จะยังไม่พบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Fit) ที่สมบูรณ์สำหรับโรคดังกล่าวก็ตาม

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังช่วยยืนยันและขยายความข้อค้นพบของ กรวิภา และคณะ (2564ข) ที่ได้รายงานว่ามีมลพิษทางอากาศในจังหวัดนครราชสีมาส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั้งในเขตเมืองและชนบท โดยงานวิจัยฉบับนี้ได้แสดงภาพรวมในเขตอำเภอเมืองที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น ผ่านการใช้ตัวเลขสถิติผู้ป่วยจริงจากฐานข้อมูลสุขภาพ (HDC) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพื้นฐานในระดับสากลของ Sangkham et al. (2024) ที่ยืนยันว่า PM2.5 เป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยด้วยโรคหัวใจและทางเดินหายใจทั่วโลก โดยเห็นได้จากความสัมพันธ์ที่พบระหว่าง PM2.5 กับภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันในระดับสหสัมพันธ์ ($\rho=0.367$) จากการศึกษาครั้งนี้

โดยสรุป การวิจัยครั้งนี้ไม่เพียงแต่ยืนยันผลกระทบของ PM2.5 ตามแนวทางของงานวิจัยที่ผ่านมา แต่ยังช่วยเติมเต็มช่องว่างทางวิชาการด้วยการสร้างแบบจำลองที่ระบุค่าอัตราส่วนความเสี่ยง (IRR) ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงต่อกลุ่มโรคและพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เพื่อประโยชน์ในการวางแผนสาธารณสุขเชิงรุกต่อไป

บทสรุป

การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time-series) จากแหล่งข้อมูลมาตรฐาน CAMS Reanalysis และฐานข้อมูล HDC รวมระยะเวลา 44 เดือน พบว่าตัวแบบที่ใช้การกระจายตัวแบบ Quasi-Poisson และ Negative Binomial สามารถแสดงค่าอัตราส่วนอุบัติการณ์ (IRR) ได้อย่างชัดเจนในกลุ่มโรคที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณ PM2.5

โรคหลอดเลือดสมอง: แบบจำลองมีนัยสำคัญ ($p=0.043$) โดยพบว่าทุก ๆ การเพิ่มขึ้นของ PM2.5 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่งผลให้อัตราการป่วยเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ($\text{IRR}=1.03$)

โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง: แบบจำลองมีนัยสำคัญ ($p=0.036$) โดยการเพิ่มขึ้นของ PM2.5 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่งผลให้อัตราการป่วยเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ($\text{IRR}=1.02$)

โรคปอดบวม แม้ตัวแบบภาพรวม (Model Fit) จะมีความเหมาะสม ($p<.001$) แต่ในแง่ของ PM2.5 เป็นตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวยังไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มประชากรนี้ ($p=0.315$)

ปริมาณ PM2.5 เฉลี่ยในอำเภอเมืองนครราชสีมาตลอดช่วงที่ศึกษาอยู่ที่ 30.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานค่าเฉลี่ยรายปีที่ประเทศไทยกำหนดไว้ (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) อย่างมีนัยสำคัญ สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้เพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชน

โดยสรุป แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้ได้พิสูจน์ให้เห็นถึงผลกระทบของ PM2.5 ต่ออุบัติการณ์การเจ็บป่วยในพื้นที่ศึกษา ซึ่งข้อมูล IRR จากแบบจำลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนทรัพยากรสาธารณสุขและการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับจำนวนผู้ป่วยในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) หน่วยงานสาธารณสุขในอำเภอเมืองนครราชสีมา ควรใช้แบบจำลอง IRR ที่พบว่า PM2.5 ส่งผลต่อโรคหลอดเลือดสมองและจมูกอักเสบเรื้อรัง มาเป็นเกณฑ์ในการเตรียมความพร้อม

ด้านเวชภัณฑ์และบุคลากรในช่วงเดือนที่มีค่าฝุ่นสูง (เช่น ช่วงมกราคม-มีนาคม) เพื่อรองรับจำนวนผู้ป่วยที่จะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนที่คำนวณได้

2) เนื่องจากผลการวิจัยระบุว่า PM2.5 สัมพันธ์กับโรคจมูกอักเสบเรื้อรังและหลอดลมอักเสบอย่างมีนัยสำคัญ ควรมีการจัดทำชุดข้อมูลหรือแนวทางป้องกันตัวที่เน้นย้ำไปยังกลุ่มผู้ป่วยโรคภูมิแพ้และทางเดินหายใจในพื้นที่เขตเมืองเป็นพิเศษ

3) ผู้บริหารท้องถิ่นสามารถใช้ค่า Baseline (e^{f_0}) จากงานวิจัยนี้ เป็นฐานในการประเมินขีดความสามารถของสถานพยาบาลในพื้นที่เมื่อเกิดวิกฤตฝุ่นละออง เพื่อกำหนดมาตรการลดผลกระทบในเชิงป้องกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1) การศึกษาผลกระทบย้อนหลัง (Time-Lag Analysis) สำหรับโรคที่ไม่พบความสัมพันธ์ในเดือนเดียวกัน เช่น โรคปอดบวม การศึกษาในอนาคตควรมีการวิเคราะห์ Lag Effect ย้อนหลัง 1-4 สัปดาห์ หรือ 1-2 เดือน เพื่อดูว่าการสะสมของฝุ่นในร่างกายต้องใช้เวลาานเท่าใดจึงจะแสดงอาการจนต้องเข้ารับการรักษา

2) การเพิ่มตัวแปรควบคุมด้านอุตุนิยมวิทยาในแบบจำลองถัดไป ควรมีการนำตัวแปรอุณหภูมิ (Temperature) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) เข้ามาเป็นตัวแปรควบคุม (Confounding factors) เพื่อแยกอิทธิพลของสภาพอากาศออกจากการได้รับมลพิษทางอากาศ ซึ่งจะช่วยให้ค่า IRR มีความแม่นยำสูงขึ้น

3) การวิเคราะห์ในระดับพื้นที่ย่อย (Spatial Analysis) หากเป็นไปได้ ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง "พื้นที่เขตเมือง" (อำเภอเมือง) กับ "พื้นที่เกษตรกรรม" ในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อดูความแตกต่างขององค์ประกอบฝุ่น (เช่น ฝุ่นจากการจราจร vs ฝุ่นจากการเผาชีวมวล) ว่าส่งผลต่อโรคที่แตกต่างกันอย่างไร

4) การศึกษาผลกระทบระยะยาว เนื่องจาก PM2.5 มีผลสะสม การวิจัยในอนาคตอาจเปลี่ยนจากการศึกษาจำนวนผู้ป่วยรายเดือน (Ecological study) ไปเป็นการศึกษาติดตามรายบุคคล (Cohort study) เพื่อยืนยันผลกระทบต่อความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังในระยะยาวของประชากรในจังหวัดนครราชสีมา

ผลการวิจัยนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นในการชี้ให้เห็นถึงขนาดของปัญหาผ่านค่า IRR แต่การแก้ไขที่ยั่งยืนจำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการข้อมูลร่วมกับปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ด้วย

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ คงบุญเกียรติ, และสมศักดิ์ เทียมเก่า. 2562. PM 2.5 มลภาวะทางอากาศกับโรคหลอดเลือดสมอง. *วารสารประสาทวิทยาศาสตร์ ภาคตะวันออกเฉิยเหนือ*, 14(1), 1-7.

กรวิภา ปุณณศิริ, อำพร บุตรังษี, เบญจวรรณ ธวัชสุภา, ทิพย์กมล ภูมิพันธ์, ญัฐกานต์ ฉัตรวิไล, และ ญัฐภา ฐานิพานิชกุล. (2564ก). ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศในครัวเรือนในพื้นที่เขตเมืองและเขตชนบท กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา. *วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 44(4), 20-31.

กรวิภา ปุณณศิริ, เบญจวรรณ ธวัชสุภา, ญัฐกานต์ ฉัตรวิไล, และทิพย์กมล ภูมิพันธ์. (2564ข). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพจากคุณภาพอากาศในครัวเรือนในพื้นที่เขตเมือง

- และเขตชนบท กรณีศึกษา จังหวัดนครราชสีมา. นนทบุรี: กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยทั่วไป พ.ศ. 2569. (21 มกราคม พ.ศ. 2569). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 143 ตอนพิเศษ 20 ง หน้า 20-24.
- มุสดี ชูชีพ, วัฒนา ชยวัช, และพิลาส สว่างสุนทรเวชย์. (2567). ความเชื่อมโยงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศกับคุณภาพอากาศ อำเภอเมืองนครราชสีมา. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9*, 18 (2), 473-484.
- พียดา นาฏวงศ์, ชนัญญาญจน์ แสงประสาน, สมบูรณ์ ชาวชายโง, และธนวรรณ วงศ์จิรัฐติ. (2568). การพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ในจังหวัดนครราชสีมาด้วยตัวแบบอนุกรมเวลาและการเรียนรู้ของเครื่องจักร. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 27(2), 52-63.
- ภัควัฒน์ ทองแสง. (2560). การจำแนกแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในพื้นที่เขตเมืองนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลอง PMF [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (16 กุมภาพันธ์ 2569). รายงานมาตรฐาน สถานะสุขภาพการป่วยด้วยโรคจากมลพิษทางอากาศ อำเภอเมือง นครราชสีมา 2565 - 2569. <https://hdcdev.moph.go.th/center/public/standard-report-detail/5968980caf87d4518aa9f0263a9299c6?subcatalogId=9c647c1f31ac73f4396c2cf987e7448a>
- สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ. (2563). ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 รายวันในอากาศกับการมารับการรักษาด้วยโรคกลุ่มระบบทางเดินหายใจและระบบหลอดเลือด ณ โรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักข่าว กรมประชาสัมพันธ์. (2565). ข่าวสิ่งแวดล้อม: โคราช เดินเครื่องปฏิบัติการทั้งจังหวัดกำจัดฝุ่น PM2.5 หลังค่าฝุ่นพิษเกินมาตรฐานในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา. <https://en.mahidol.ac.th/envinews/933-pm2-5-3>
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2569). แบบตรวจสอบกิจกรรม/งานวิจัยเข้าช่วยการวิจัยในมนุษย์. <https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/ori/docs/20200402-the-scientific-purposes-of-research-and-testing-in-human-inspection-form.pdf>
- Copernicus Atmosphere Monitoring Service. (2020). *CAMS global reanalysis (EAC4) monthly averaged fields* [Data set]. Atmosphere Data Store (ADS). <https://doi.org/10.24381/d58bbf47>
- Gallucci, M. (2019). *GAMLj: General analyses for linear models (Version 3.6.5)*. [jamovi module]. <https://gamlj.github.io/>.
- Hilbe, J. M. (2011). *Negative binomial regression* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Inness, A., Ades, M., Agusti-Panareda, A., Barré, J., Benedictow, A., Blechschmidt, A.-M., Dominguez, J.J., Engelen, R., Eskes, H., Flemming, J., Huijnen, V., Jones, L., Kipling, Z., Massart, S., Parrington, M., Peuch, V.-H., Razinger, M., Remy, S., Schulz, M., & Suttie, M. (2019). The CAMS reanalysis of atmospheric composition. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 19(6), 3515–3556.
<https://doi.org/10.5194/acp-19-3515-2019>
- Karuchit, S., Watcharenwong, A., Boonfruang, S., & Kongritti, N. (2025). PM2.5 Emission Inventory of Urban Areas in Nakhonchaiburin Provincial Cluster. *Science and Engineering Connect*, 48(4), 325–345.
<https://ph04.tci-thaijo.org/index.php/SEC/article/view/10821>
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized linear models* (2nd ed.). Chapman and Hall/CRC.
- R Core Team. (2024). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.4) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-08-07).
- Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2008). *Modern epidemiology* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Sangkham, S., Phairuang, W., Sherchan, S.P., Pansakun, N., Munkong, N., Sarndhong, S., Islam, A., & Sakunkoo, P. (2024). An update on adverse health effects from exposure to PM2.5. *Environ. Adv.* 18, 100603.
<https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100603>.
- The jamovi project (2024). *jamovi*. (Version 2.6) [Computer Software].
<https://www.jamovi.org>.
- TomTom Traffic Index. (2025). *Nakhon Ratchasima traffic report for 2025*.
<https://www.tomtom.com/traffic-index/city/nakhon-ratchasima>