

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ในจังหวัดเพชรบูรณ์

Association of Rainfall, Temperature, and Ambient Particulate Matter (PM2.5 and PM10) with Pneumonia Cases in Phetchabun Province

เพ็ญศรี หงษ์พานิช*, ภัทร์พิชชา ครุฑทางคะ*, พັນนิภา นวลอนันต์*

Pensri Hongpanich*, Phatphitcha Kruthangka*, Pannipa Nualanan*

บทคัดย่อ

โรคปอดอักเสบเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญที่ยังคงเป็นสาเหตุหลักของการเจ็บป่วยและเสียชีวิตทั่วโลกในประชากรทุกช่วงวัย โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความผันผวนของสภาพภูมิอากาศและมลพิษทางอากาศ การสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์สำหรับการเฝ้าระวังโรคจึงมีความสำคัญ

วัตถุประสงค์การวิจัย: มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา (ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ) และมลพิษทางอากาศ (PM2.5, PM10) กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์

วิธีวิจัย: เป็นการศึกษาอนุกรมเวลาเชิงสังเกตุย้อนหลัง รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568 ประกอบด้วย จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ (ICD-10: J12-J18) จากกองระบาดวิทยา, ข้อมูลอุณหภูมิ (ต่ำสุด, สูงสุด) จาก สถานีอุตุนิยมวิทยาเพชรบูรณ์, และข้อมูลคุณภาพอากาศ จากกรมควบคุมมลพิษ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมานโดยใช้แบบจำลองการถดถอยทวินามลบ เพื่อประเมินความสัมพันธ์และผลกระทบล่าช้า

ผลการศึกษา: ผู้ป่วยโรคปอดอักเสบเฉลี่ยวันละ 12.70 ราย ผลการวิเคราะห์การถดถอยพบว่า อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน มีความสัมพันธ์เชิงลบกับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = .012$) โดยทุกๆ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำสุด 1 องศาเซลเซียส จะสัมพันธ์กับการลดลงของจำนวนผู้ป่วยประมาณ 5.1% (IRR = 0.949) เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบล่าช้า พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดเมื่อ 3 วันก่อนหน้า (lag 3) เป็นตัวแบบที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วยได้ดีที่สุด สำหรับฝุ่นละออง PM2.5 ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ฝุ่นละออง PM10 พบแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงบวกแต่ยังไม่มีความสำคัญทางสถิติ ($p = .08$) สรุปว่า อุณหภูมิต่ำสุดที่ลดลงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมีผลกระทบชัดเจนที่สุดใน 3 วันถัดมา

สรุป: ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานสาธารณสุขในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยล่วงหน้าโดยใช้ข้อมูลพยากรณ์อากาศ เพื่อลดภาระโรคในพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ: ปริมาณน้ำฝน, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก, โรคปอดอักเสบ, อนุกรมเวลา, อุณหภูมิ

* อาจารย์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

* Lecturer, Faculty of Nursing, Pathumthani University

Corresponding author: Pannipa Nualanan

Email: pannipa@ptu.ac.th

Received 14/11/2025

Revised 13/12/2025

Accepted 19/12/2025

ABSTRACT

Pneumonia remains a major global public health concern and a leading cause of morbidity and mortality across all age groups, particularly in settings affected by climatic variability and air pollution. Strengthening empirical evidence to support surveillance and early warning systems is therefore essential.

Objective: To examine the association between meteorological factors (rainfall and temperature) and ambient air pollutants (PM_{2.5} and PM₁₀) with pneumonia cases in Phetchabun Province.

Methods: A retrospective observational time-series study. Secondary daily data from 1 January to 30 September 2025 were compiled, including pneumonia cases (ICD-10: J12–J18) from the Bureau of Epidemiology, Temperature data (minimum, maximum) from Phetchabun Meteorological Station, and air-quality indicators from the Pollution Control Department. Descriptive statistics and negative binomial regression were used to assess associations and lag effects.

Results: The average number of pneumonia cases was 12.70 per day. Minimum daily temperature showed a statistically significant negative association with pneumonia incidence ($p = .012$), where each 1-degree Celsius increase corresponded to a 5.1% reduction in daily cases (IRR = 0.949). Lag-structure analysis indicated that the 3-day lag of minimum temperature (Lag 3) provided the best model fit. PM_{2.5} showed no statistically significant association with pneumonia, whereas PM₁₀ exhibited a positive but non-significant relationship ($p = .08$).

Conclusions: Lower minimum temperatures were identified as a key risk factor associated with increased pneumonia incidence in Phetchabun, with the strongest effect observed three days later. These findings offer important baseline evidence for developing climate-informed surveillance and early-warning systems to reduce the disease burden in the region.

Keywords: Rainfall, Ambient particulate matter, Pneumonia, Time-Series, Temperature

ภูมิหลังและเหตุผล (Background and rationale)

โรคปอดอักเสบ (pneumonia) เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญทั่วโลกและเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการเจ็บป่วยและเสียชีวิตทั่วโลก โดยเฉพาะในกลุ่มประชากรเสี่ยงสูง ได้แก่ ผู้ใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 70 ปี และเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี¹ เกิดจากการติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลันชนิดหนึ่ง จากการรายงานของเครือข่าย Every Breath Counts² ระบุว่าในปี ค.ศ. 2023 พบสถิติการติดเชื้อทางเดินหายใจรวมถึงปอดอักเสบประมาณ 2.5 ล้านคน และในนั้นมีเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปีประมาณ 610,000 คน ซึ่งหมายความว่าผู้เสียชีวิตจากโรคปอดอักเสบจำนวน 285 คนต่อชั่วโมง สำหรับประเทศไทย ข้อมูลจากระบบรายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค พบรายงานผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในปี พ.ศ. 2564 จำนวน 114,544 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 172.47 ต่อประชากรแสนคน และมีจำนวนผู้เสียชีวิต 114 คน คิดเป็นอัตราตายร้อยละ 0.10 โดยพบอัตราป่วยสูงสุดในเด็กกลุ่มอายุ 0-4 ปี คิดเป็น 573.99 ต่อประชากรแสนคน รองลงมาคือผู้สูงอายุ 65 ปีขึ้นไป คิดเป็น 560.56 ต่อประชากรแสนคน เมื่อจำแนกตามจังหวัดที่มีอัตราป่วยสูงสุด พบว่าจังหวัดเพชรบูรณ์มีอัตราป่วยสูงสุดเป็นลำดับที่ 7 (301.76 ต่อประชากรแสนคน)³ จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง พบว่าจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี โดยค่าการพยากรณ์ชี้ให้เห็นถึงช่วงเวลาที่จำนวนผู้ป่วยสูงมีสองช่วง คือ ช่วงที่หนึ่งในช่วงต้นปี (ระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม) และช่วงที่สองในช่วงกลางถึงปลายปี (ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม)⁴ ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีงานวิจัยจำนวนมากที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกับการเพิ่มขึ้นของอุบัติการณ์โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ มีผลต่อการแพร่กระจายและความอยู่รอดของเชื้อก่อโรคในอากาศ ขณะที่ปริมาณน้ำฝนอาจส่งผลทางอ้อมโดยทำให้ผู้คนใช้เวลาอยู่ในอาคารมากขึ้น ซึ่งเพิ่มโอกาสในการรับเชื้อ⁵ การลดลงของอุณหภูมิ มีผลกระทบต่อบรรยากาศที่กักเก็บของร่างกาย ทำให้ร่างกายอ่อนแอและไวต่อการติดเชื้อมากขึ้น อีกทั้งคลื่นลมมีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยและมีความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากขึ้น⁶⁻⁷ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยานานหลายอย่างทำงานร่วมกัน (synergistic effect) เพื่อเพิ่มความเสี่ยงของโรคปอดอักเสบ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว⁸⁻⁹ สำหรับปัจจัยด้านสภาพอากาศ มลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก (particulate matter) เช่น PM2.5 (ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน) และ PM10 (ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน) เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ได้รับการยอมรับว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพทางเดินหายใจในระยะยาว ทำให้เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจ ทำลายกลไกการป้องกันของปอด และเพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียและไวรัส¹⁰ ซึ่งสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบทั้งในส่วนของจำนวนผู้ป่วยและผู้เสียชีวิต

จากการรายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค พบรายงานผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์ติดอันดับที่ 1 ของจังหวัดที่มีอัตราป่วยสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดเพชรบูรณ์ตั้งอยู่ในลุ่มแม่น้ำป่าสัก มีโครงสร้างภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ เมื่อมีการพาความร้อนมาและมีอัตราการระบายอากาศต่ำจากการมีเทือกเขาล้อมรอบทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) ในระดับพื้นดินมากขึ้น ประกอบกับจังหวัดเพชรบูรณ์ที่มีสัดส่วนพื้นที่การทำเกษตรกรรมสูง เมื่อถึงฤดูแล้งประชาชนจะมีการเตรียมแปลงเพาะปลูกโดยนิยมใช้วิธีการเผาในที่โล่ง จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่เพิ่มมลพิษทางอากาศ โดยหลักฐานเชิงประจักษ์ระดับประเทศชี้ว่าช่วงฤดูแล้งของไทย โดยเฉพาะภาคเหนือจะมีระดับ PM2.5 สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและมีแหล่งกำเนิดหลักจากการเผาชีวมวล/การเผาในที่โล่ง ทั้งใน-นอกประเทศ¹¹ ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตเชิงอุตุนิยมวิทยาว่าช่วงการระบายอากาศต่ำ การเผาเพียงเล็กน้อยก็ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอย่างมาก เมื่อเชื่อมโยงกับผลกระทบด้านสุขภาพ งานวิจัยในประเทศไทยและงานทบทวนวรรณกรรมสากลชี้ว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของการเจ็บป่วยทางเดินหายใจส่วนล่าง รวมถึงการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคปอด

อักเสบ โดยเฉพาะในเด็กเล็กและผู้สูงอายุ อันเป็นกลุ่มเปราะบาง¹² จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของทีมนักวิจัยพบว่า งานวิจัยซึ่งมุ่งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยอุตุนิยมิวิทยา มลพิษทางอากาศ และการป่วยด้วยโรคปอดอักเสบในบริบทของจังหวัดเพชรบูรณ์ยังมีอยู่จำกัด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างทางความรู้ที่สำคัญและมีนัยต่อการวางแผนนโยบายสาธารณสุขเชิงพื้นที่ สำหรับการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา (time series analysis) นั้นเป็นเครื่องมือทางสถิติในวงการระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อม (environmental epidemiology) โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินผลกระทบ ของปัจจัยแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น เช่น สภาพอากาศและมลพิษทางอากาศต่อสถานการณ์การเจ็บป่วยของประชากร สำหรับโรคปอดอักเสบซึ่งมีการเกิดโรคที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและปัจจัยแวดล้อมอย่างชัดเจน การวิเคราะห์หอนุกรมเวลาจึงกลายเป็นระเบียบวิธีวิจัยมาตรฐานที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งการใช้แบบจำลองเชิงเส้นทั่วๆไป (generalized linear model - GLM) เป็นแกนหลักของการวิเคราะห์หอนุกรมเวลาด้านสาธารณสุข เนื่องจากความสามารถในการจัดการกับข้อมูลที่เป็นข้อมูลนับ (count data) ในการศึกษาครั้งนี้คือ จำนวนผู้ป่วยรายวัน ซึ่งมักมีการแจกแจงแบบปัวซอง (poisson distribution) หรือการแจกแจงทวินามลบ (negative binomial distribution) ในกรณีที่ข้อมูลมีการกระจายตัวสูงกว่าปกติ (overdispersion)¹³ สำหรับอุณหภูมิ (temperature) ได้มีงานวิจัยในหลากหลายพื้นที่พบความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรง (non-linear) ระหว่างอุณหภูมิกับโรคปอดอักเสบ ซึ่งมักมีลักษณะเป็นรูปตัว U หรือ J (U- or J-shaped) กล่าวคือ ทั้งอุณหภูมิที่ต่ำเกินไป และ สูงเกินไป ล้วนเพิ่มความเสี่ยงในการเข้ารับการรักษาด้วยโรคปอดอักเสบ¹⁴ และสำหรับมลพิษทางอากาศ (air pollutants) นั้นมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่หนักแน่นว่าการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁰ โดยใช้การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา ที่มีการคำนึงผลกระทบล่าช้า (lagged effect) เพื่อประเมินว่าการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงในวันนี้ จะส่งผลต่อการป่วยในอีกกี่วันข้างหน้า¹⁵ การดำเนินการศึกษาดังกล่าวใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบแผนหอนุกรมเวลา (time-series analysis) หรือการใช้แบบจำลองเชิงเส้นที่สามารถรองรับความแปรปรวนเกิน (overdispersion) เช่น แบบจำลอง negative binomial จึงเป็นแนวทางการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ¹⁶ เพื่อทำความเข้าใจปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเกิดโรคปอดอักเสบในพื้นที่ และสนับสนุนการจัดการเชิงพื้นที่และการกำหนดมาตรการควบคุมป้องกันโรคอย่างมีประสิทธิภาพในจังหวัดเพชรบูรณ์ต่อไป

ทีมนักวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อสร้างความเข้าใจเชิงประจักษ์เกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมที่อาจส่งผลต่อการเกิดโรคปอดอักเสบในพื้นที่ ผลการศึกษาที่ได้จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการสนับสนุนการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์ของหน่วยงานสาธารณสุข สำหรับการป้องกัน ควบคุมโรค การเฝ้าระวังเชิงพื้นที่ และการแจ้งเตือนความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของจังหวัดเพชรบูรณ์

วัตถุประสงค์ของการศึกษา (Objective)

เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์และผลกระทบล่าช้า (lag effects) ของปัจจัยทางอุตุนิยมิวิทยา (ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5, PM10) กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์ (มกราคม - กันยายน พ.ศ. 2568)

วิธีการศึกษา (Method)

วัสดุที่ใช้ในการศึกษา การศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์หอนุกรมเวลา (time series analysis) เป็นระเบียบวิธีวิจัยมาตรฐานที่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย

ประชากรศึกษา คือ ผู้ป่วยโรคปอดอักเสบทั้งหมดในจังหวัดเพชรบูรณ์

ตัวอย่าง คือ จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายวัน (daily pneumonia cases) ที่เข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลของรัฐในจังหวัดเพชรบูรณ์ (รหัส ICD-10: J12-J18) ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูล (data recording sheet) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จาก 3 แหล่งหลัก ได้แก่ 1) จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายวัน ข้อมูลจากกองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค¹⁷ แพลตฟอร์มเฝ้าระวังโรคดิจิทัล ลำดับโรคที่พบบ่อยประจำวันจังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำวันที่ 1 มกราคม ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568 กลุ่มอายุ All 2) ข้อมูลอุตุนิยามวิทยุรายวัน เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรวมรายวัน (มิลลิเมตร) อุณหภูมิสูงสุดรายวัน อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน (องศาเซลเซียส) การใช้ข้อมูลเพื่อเป็นตัวแทนของจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยรวมสถานีตรวจอากาศจังหวัดเพชรบูรณ์ (อ.เมือง) เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุด เพราะตั้งอยู่ใจกลางจังหวัดและสะท้อนสภาพอากาศโดยรวมได้ดี ส่วนข้อมูลเฉพาะพื้นที่ เช่น หล่มสัก เหมาะสำหรับพื้นที่ภูเขาและตอนเหนือ วิเชียรบุรี เหมาะสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมและตอนใต้ แหล่งข้อมูลจากสถานีอุตุนิยามวิทยาเพชรบูรณ์ ศูนย์อุตุนิยามวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยามวิทยา¹⁸ ข้อมูลอุตุนิยามวิทยา สถานีอุตุนิยามวิทยาภาคเหนือ รายงานอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณฝนรายวัน (เรียงจากปีล่าสุด) ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณฝนรายวันล่าสุด พร้อมดาวน์โหลดในรูปแบบ Excel และ 3) ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวัน เป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) ใช้ข้อมูลของรหัสสถานี 97T ชื่อสถานี ต.ในเมือง อ.เมืองเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์ จุดติดตั้ง สวนสาธารณะเพชรบุรี มีข้อมูลเพียง วันที่ 1 มกราคม ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2568 แหล่งข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ¹⁹ ข้อมูลย้อนหลังรายวัน ทุกสถานี ฝุ่นละออง PM2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง พ.ศ. 2568 ฝุ่นละออง PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง พ.ศ. 2568

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม (Ethical considerations)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ซึ่งประกอบด้วยจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบแบบรวมรายวันของจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยข้อมูลดังกล่าวได้มาจากแพลตฟอร์มระบบเฝ้าระวังโรคดิจิทัลของ กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค¹⁷ ซึ่งเป็นข้อมูลสาธารณะที่เปิดเผยมต่อสาธารณะโดยไม่มีรายละเอียดส่วนบุคคลของผู้ป่วย ข้อมูลนี้ไม่สามารถระบุตัวตน หรือสืบย้อนกลับไปยังผู้ป่วยรายบุคคลได้ และไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากกลุ่มประชากรเป้าหมาย รวมถึงไม่มีปฏิสัมพันธ์หรือกิจกรรมใด ๆ ที่เกี่ยวข้องระหว่างผู้วิจัยกับผู้เข้าร่วมการวิจัย ตามแนวทางของ มหาวิทยาลัยมหิดล²⁰ การวิจัยที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมิในลักษณะนี้ไม่ถือเป็นโครงการวิจัยในคน เนื่องจากไม่มีการเก็บข้อมูลส่วนบุคคล ไม่มีความเสี่ยงทางจริยธรรมต่อผู้ป่วย และไม่สามารถระบุตัวตนของบุคคลได้ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เป็นไปตามหลักการวิจัยที่ดี (good research practice) และเพื่อความโปร่งใส ผู้วิจัยได้นำเสนอเอกสารโครงการต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของ มหาวิทยาลัยปทุมธานี เพื่อพิจารณา และได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน เลขที่ PTU-IRB-CERT-NHS-2025-071 ลงวันที่ 31 ตุลาคม 2568

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลรายวันตามตัวแปรที่กำหนดไว้ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2568 จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลทั้งหมดมาตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์และความถูกต้องก่อนนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) วิเคราะห์ข้อมูลภาพรวมของตัวแปรทั้งหมดโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่ามัธยฐาน (median) และค่าต่ำสุด-สูงสุด (minimum-

maximum) และ การทดสอบชาร์ปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) เป็นการทดสอบทางสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบว่าข้อมูลตัวอย่างชุดหนึ่งๆ มีการแจกแจงแบบปกติ (normally distributed) หรือไม่ เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของข้อมูล

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและมลพิษทางอากาศ (ตัวแปรต้น) กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบรายวัน (ตัวแปรตาม) โดยใช้ การวิเคราะห์การถดถอยอนุกรมเวลา (Time Series Regression Analysis) ตามขั้นตอนดังนี้

แบบจำลองหลัก: ใช้ แบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (generalized linear model) เนื่องจากข้อมูลตัวแปรตาม (จำนวนผู้ป่วย) เป็นข้อมูลนับ (count data)

การถดถอยแบบปัวซองจะโมเดลค่าคาดหวังของจำนวนผู้ป่วย (expected count) โดยใช้ log link function เพื่อให้แน่ใจว่าค่าที่ทำนายออกมาจะไม่ติดลบ

รูปแบบพื้นฐานของโมเดลจะเป็นดังนี้:

$$\log(E(Y)) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p \text{ หรือ } E(Y) = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p} = e^{\beta_0} \times e^{\beta_1} \times e^{\beta_2} \times \dots \times e^{\beta_p}$$

โดยที่: $E(Y)$ คือ ค่าคาดหวังของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ (Pneumonia) (เช่น จำนวนผู้ป่วยรายวัน)

X คือ ตัวแปรอิสระ (ปริมาณฝน, อุณหภูมิ, PM2.5, PM10)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients) ที่ต้องการประมาณค่าจากข้อมูล

ผลการวิเคราะห์จะถูกนำเสนอในรูปของอัตราส่วนอุบัติการณ์ (incidence rate ratio - IRR)

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์นี้ไม่ใช่ค่า β โดยตรง แต่เป็นการแปลงค่า β ให้อยู่ในรูปของอัตราส่วนอุบัติการณ์ (incidence rate ratio - IRR) ซึ่งเป็นความเสี่ยงสัมพัทธ์ (relative risk - RR) พร้อมช่วงเชื่อมั่น 95% (95% confidence interval) ซึ่งบ่งชี้ว่าเมื่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้ความเสี่ยงจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้นหรือลดลงกี่เท่า

$$IRR = \exp(\beta) = e^\beta$$

กรณีที่ตัวแปรต้นเป็นปัจจัยหนึ่ง ๆ

ถ้า $IRR > 1$: หมายความว่า เมื่อปัจจัยเพิ่มขึ้น 1 หน่วย (เช่น 1 มิลลิเมตร) จำนวนผู้ป่วยที่คาดการณ์ไว้จะเพิ่มขึ้นเป็น IRR เท่า หรือเพิ่มขึ้น $(IRR-1) \times 100\%$ ตัวอย่างเช่น ถ้าวิเคราะห์แล้วได้ค่า $\beta = 0.03$ ดังนั้น $IRR = e^{0.03} \approx 1.0305$ หมายความว่า เมื่อปัจจัยเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จำนวนผู้ป่วยคาดว่าจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 3.05 โดยควบคุมปัจจัยอื่นๆ ให้คงที่

ถ้า $IRR < 1$: หมายความว่า เมื่อปัจจัยเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จำนวนผู้ป่วยที่คาดการณ์ไว้จะลดลง สมมติว่า $IRR=0.95$ หมายความว่า เมื่อปัจจัยเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จำนวนผู้ป่วยคาดว่าจะลดลงประมาณร้อยละ 5

ถ้า $IRR = 1$ ปริมาณฝนรายวันไม่มีความ สัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วย

การจัดการความแปรปรวน การทดสอบการแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Distribution) หากพบปัญหาความแปรปรวนเกิน (Overdispersion) หรือสถานะที่ความแปรปรวนมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ย จะปรับไปใช้ การแจกแจงแบบทวินามลบ (Negative Binomial Distribution) เพื่อความเหมาะสมของข้อมูล นอกจากนี้มีการวิเคราะห์ผลกระทบล่าช้า (lagged effect) เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของตัวแปรต้นย้อนหลัง (Lags) เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นในระยะสั้นหลังการสัมผัสปัจจัยเสี่ยง²¹

โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ jamovi Version 2.6 และ GAMLj (General analyses for linear models)²²

ผลการศึกษา (Results)

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลรายวันจำนวน 274 วัน ยกเว้นข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5 และ PM10) ที่มีจำนวน 181 วัน พบว่า มีจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ในช่วงเวลาที่ศึกษาเฉลี่ยวันละ 12.70 ราย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 12.50) ค่ามัธยฐานอยู่ที่ 10 รายต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย สะท้อนให้เห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบเบ้ขวา โดยมีบางวันที่มีจำนวนผู้ป่วยสูงมาก (สูงสุด 69 ราย) ขณะที่บางวันไม่มีผู้ป่วยเลย จะเห็นได้ว่าค่าความแปรปรวน (156.00) นั้นสูงกว่าค่าเฉลี่ย (12.70) อย่างมาก ซึ่งบ่งชี้ถึงภาวะการกระจายตัวสูงกว่าปกติ (overdispersion) ในข้อมูล ข้อมูลอุณหภูมิมิวิทยา ในช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่า มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 34.60 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 23.30 องศาเซลเซียส สำหรับปริมาณน้ำฝน มีค่าเฉลี่ย 3.56 มิลลิเมตรต่อวัน แต่ค่ามัธยฐานเป็น 0.00 มิลลิเมตร แสดงว่าในวันส่วนใหญ่ไม่มีฝนตก แต่วันที่มีฝนตกจะมีปริมาณค่อนข้างมาก โดยมีค่าสูงสุดถึง 65.20 มิลลิเมตร สำหรับข้อมูลคุณภาพอากาศ ในช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) อยู่ที่ 27.40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) อยู่ที่ 42.10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูล ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธี Shapiro-Wilk พบว่าตัวแปรทุกตัวมีค่า p-value น้อยกว่า.05 อย่างมีนัยสำคัญ (<.001 สำหรับตัวแปรส่วนใหญ่) ซึ่งหมายความว่าข้อมูลของตัวแปรทั้งหมดมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติ (non-normal distribution) ผลลัพธ์นี้เป็นข้อมูลสำคัญที่สนับสนุนการเลือกใช้สถิติเชิงอนุมานที่ไม่ตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นเรื่องการแจกแจงปกติ เช่น แบบจำลองการถดถอยทวินามปกติ (negative binomial regression) ในการวิเคราะห์ลำดับถัดไป ดังตารางที่ 1

Table 1. Descriptive statistics of daily data in Phetchabun Province

Variable	Number of patients (cases)	Maximum temperature (°C)	Minimum temperature (°C)	Rainfall (mm)	PM2.5 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)
Number of days (n)	274	274	274	274	181	181
Mean	12.70	34.60	23.30	3.56	27.40	42.10
Median	10.00	34.20	24.50	0.00	24.90	38.00
Standard deviation (SD)	2.50	3.01	3.43	9.16	17.90	22.30
Variance	156.00	9.08	11.80	83.90	319.00	498.00
Minimum	0.00	23.20	11.60	0.00	3.20	11.00
Maximum	69.00	41.50	28.60	65.20	84.80	110.00
Shapiro-Wilk W	0.87	0.98	0.80	0.45	0.93	0.94
Shapiro-Wilk p-value	<.001	0.001	<.001	<.001	<.001	<.001

2. แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นเบื้องต้นระหว่างจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบกับตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยาและคุณภาพอากาศ ถึงแม้ว่าผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูลในตารางที่ 1 จะชี้ว่าตัวแปรส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จึงเลือกใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน ในการนำเสนอผลในตารางนี้ เพื่อให้เห็นภาพรวมของทิศทางและความแรงของความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรต่างๆ ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองที่ซับซ้อนกว่า ผลการวิเคราะห์นี้ช่วยคัดเลือกตัวแปรเบื้องต้นสำหรับแบบจำลองการถดถอยต่อไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในระดับต่ำมากกับอุณหภูมิต่ำสุด ($r = -0.184, p = .002$) ซึ่งหมายความว่า ในวันที่อุณหภูมิต่ำสุด มีแนวโน้มที่จะพบจำนวนผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้น จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในระดับต่ำมากกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ($r = 0.175, p = .018$) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ($r = 0.156, p = .035$) บ่งชี้ว่าเมื่อปริมาณฝุ่นละอองในอากาศสูงขึ้น จำนวนผู้ป่วยก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ขณะที่จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติกับอุณหภูมิสูงสุด ($p = .668$) และปริมาณน้ำฝน ($p = .501$) รายละเอียดตารางที่ 2

Table 2. Spearman's rank correlation coefficients between daily meteorological factors, air pollutants, and daily pneumonia cases in Phetchabun Province.

Meteorological and air pollution factors	Number of daily pneumonia cases	
	Spearman's correlation coefficient (r)	Strength of correlation
Fine particulate matter (PM2.5)	0.156*	Very weak
Particulate matter (PM10)	0.175*	Very weak
Minimum temperature	-0.184*	Very weak
Maximum temperature	0.026	No correlation
Rainfall	-0.041	No correlation

* $p < .05$

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแปรแบบการถดถอยทวินามลบ 2 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุด (Tmin model) และตัวแบบที่ใช้ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) (PM10 Model) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกตัวแบบที่มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อพิจารณาเกณฑ์เปรียบเทียบต่างๆ จะพบข้อสังเกตที่ขัดแย้งกัน สำหรับเกณฑ์ด้านความพอดีของตัวแบบ (Goodness of Fit) ได้แก่ ค่า AIC (Akaike Information Criterion) ค่า BIC (Bayesian Information Criterion) และค่า Deviance เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความพอดีของตัวแบบ โดยค่าที่น้อยกว่าจะหมายถึงตัวแบบที่ดีกว่า จากตารางจะเห็นว่า PM10 Model มีค่าทั้งสามนี้ต่ำกว่า Tmin Model อย่างชัดเจนซึ่งในเบื้องต้นอาจดูเหมือนว่า PM10 Model เป็นตัวแบบที่อธิบายข้อมูลได้ดีกว่า สำหรับเกณฑ์ด้านนัยสำคัญทางสถิติ การพิจารณาความน่าเชื่อถือของตัวแปรในตัวแบบ ค่า p-value ของตัวแปรต้นใน Tmin Model เท่ากับ 0.012 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ (น้อยกว่า 0.05) หมายความว่า มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือว่าอุณหภูมิต่ำสุดมีความสัมพันธ์จริงกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ป่วย ในทางกลับกัน ค่า p-value ของตัวแปรต้นใน PM10 Model เท่ากับ 0.08 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (มากกว่า 0.05) บ่งชี้ว่ายังไม่มีหลักฐานทางสถิติที่หนักแน่นพอที่จะสรุปได้ว่า PM10 มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยอย่างแท้จริงในชุดข้อมูลนี้ สำหรับการตีความผล ($\exp(B)$ หรือ Incidence Rate Ratio) Tmin Model ให้ค่า $\exp(B) = 0.949$ ซึ่งตีความได้ว่าทุกๆ

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำสุด 1 องศาเซลเซียส จะสัมพันธ์กับการลดลงของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบประมาณ 5.1% ซึ่งสมเหตุสมผลทางชีวภาพ และสำหรับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นที่เกณฑ์ AIC/BIC ซึ่งว่า PM10 Model ดีกว่า แต่นัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งว่า Tmin Model ดีกว่า มีคำอธิบายที่สำคัญคือ ตัวแบบทั้งสองถูกสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลที่มีขนาดไม่เท่ากัน (Tmin Model ใช้ข้อมูล 274 วัน แต่ PM10 Model ใช้ข้อมูลเพียง 181 วัน) การเปรียบเทียบค่า AIC และ BIC โดยตรงระหว่างตัวแบบที่สร้างจากจำนวนข้อมูลที่ไม่เท่ากันนั้นไม่สามารถทำได้และอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่ผิดพลาด ดังนั้นจึงเลือกตามเกณฑ์ด้านนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3

Table 3. Comparison of negative binomial regression models with daily minimum temperature (Tmin) and PM10 as independent variables.

Model comparison criteria	Tmin model	PM10 model	Remarks
R-squared	0.0184	0.0149	Slightly higher in the Tmin model
AIC (lower is better)	1948.345	1312.259	PM10 model shows better fit
BIC (lower is better)	1961.185	1323.854	PM10 model shows better fit
Deviance (lower is better)	323.9057	213.7124	PM10 model shows better fit
Chi-squared/DF	0.6577	0.6366	No evidence of overdispersion in either model
p-value of the predictor	0.012 (significant)	0.08 (not significant)	Tmin is statistically significant
exp(B) (incidence rate ratio, IRR)	0.949 (decreased cases with higher Tmin)	1.01 (increased cases with higher PM10)	Associations in opposite directions

4. ผลการวิเคราะห์ตัวแบบทวินามลบที่มีอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน 1 วัน 2 วัน และ 3 วันที่ผ่านมาเป็นตัวแปรต้น พบว่าตัวแบบ lag 3 (ที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุดเมื่อ 3 วันที่แล้ว) เป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการอธิบายจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ โดยมีเหตุผลสนับสนุนจากเกณฑ์ชี้วัดที่สำคัญ ได้แก่ ค่า AIC และ BIC และต่ำที่สุด ค่า AIC (1927.26) และ BIC (1940.07) ของตัวแบบ lag 3 นั้นต่ำกว่าตัวแบบ lag 1 และ lag 2 อย่างชัดเจน ซึ่งตามหลักการแล้ว ค่าเหล่านี้ยิ่งน้อยยิ่งดี เพราะหมายถึงตัวแบบที่สามารถอธิบายข้อมูลได้ดีที่สุดโดยมีความซับซ้อนน้อยที่สุด นัยสำคัญทางสถิติ ตัวแปรในทุกตัวแบบล้วนมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < .05) แต่เมื่อต้องเลือกระหว่างตัวแบบที่ใช้ได้ทั้งหมด จึงเลือกตัวแบบที่ให้ค่าสถิติความพอดี (AIC, BIC, Deviance) ที่ดีที่สุด แม้ว่าค่า R-squared ของตัวแบบ lag 1 จะสูงกว่าเล็กน้อย แต่เกณฑ์ AIC และ BIC ถือเป็นตัวชี้วัดที่น่าเชื่อถือกว่าในการเปรียบเทียบความสามารถของตัวแบบ ดังนั้น การที่ตัวแบบ lag 3 ชนะในทุกเกณฑ์ชี้วัดหลัก (AIC, BIC, deviance) จึงเป็นข้อสรุปที่ชัดเจนว่า ผลกระทบของอุณหภูมิที่ลดลงต่อการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคปอดอักเสบจะปรากฏชัดเจนที่สุดหลังจากผ่านไป 3 วัน ดังตารางที่ 4

Table 4. Negative binomial regression models with daily minimum temperature at lag 1, lag 2, and lag 3 days as independent variables.

Model comparison criteria	lag1	lag2	lag3
R-squared	0.0208	0.0179	0.0207
AIC (lower is better)	1942.58	1935.42	1927.26
BIC (lower is better)	1955.40	1948.23	1940.07
Deviance (lower is better)	323.04	321.76	320.56
Chi-squared/df	0.67	0.65	0.64
p-value of the predictor	0.01	0.02	0.02
exp(B) (incidence rate ratio, IRR)	0.948	0.954	0.951

วิจารณ์ (Discussions)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา (ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ) และมลพิษทางอากาศ (PM2.5, PM10) กับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นอย่างมีนัยสำคัญว่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ในขณะที่ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงบวกแต่ยังไม่มีความสำคัญทางสถิติ

อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเกิดโรคปอดอักเสบ จากการศึกษาในครั้งนี้ผลการศึกษาที่สำคัญที่สุด คือการค้นพบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ ($p = 0.012$) โดยค่า incidence rate ratio (IRR) หรือ exp(B) เท่ากับ 0.949 ซึ่งหมายความว่า ทุกๆ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำสุด 1 องศาเซลเซียส จะมีความสัมพันธ์กับการลดลงของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบประมาณ 5.1% ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยจำนวนมากทั่วโลกที่ชี้ว่าสภาพอากาศหนาวเย็นเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ อาทิเช่น อุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของการไปพบแพทย์ด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจ²³ และมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นกับอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจากโรคปอดอักเสบในเด็ก (childhood pneumonia hospitalizations)⁶ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Xu et al.¹⁴ ยังพบอีกว่าความสัมพันธ์ลักษณะรูปตัว U หรือ J ระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดกับการเข้ารับการรักษาด้วยโรคปอดอักเสบ คือ อากาศที่เย็นและแห้งอาจส่งผลกระทบต่อกลไกการป้องกันของระบบทางเดินหายใจ ทำให้เยื่อบุโพรงจมูกแห้ง ลดความสามารถในการกำจัดเชื้อโรค และทำให้ร่างกายอ่อนแอต่อการติดเชื้อไวรัสและแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของโรคปอดอักเสบ

จากการวิเคราะห์ผลกระทบล่าช้า (lagged effect) ของการศึกษานี้ยังให้ข้อมูลเชิงลึกที่น่าสนใจ โดยผลการวิเคราะห์ชี้ว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่เกิดขึ้นก่อนหน้า 3 วัน (lag 3) อธิบายความผันแปรของจำนวนผู้ป่วยได้ดีที่สุดเมื่อพิจารณาเกณฑ์ความเหมาะสมของแบบจำลอง ได้แก่ Akaike information criterion (AIC), Bayesian information criterion (BIC) และ deviance ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมอนุกรมเวลาทางระบาดวิทยาสุขภาพพบว่า การใช้เกณฑ์ความเหมาะสมของแบบจำลองทั้ง 3 เกณฑ์นี้ เป็นเกณฑ์มาตรฐานสำหรับเทียบความพอดีของแบบจำลอง (เช่น poisson กับ negative binomial หรือโครงสร้าง lag ต่าง ๆ) โดยมีการนำเสนอข้อมูลอย่างเป็นระบบว่าแบบจำลองที่ได้ค่าชี้วัดต่ำกว่าจะมีความเหมาะสมกว่า²⁴ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการสะท้อนว่าแบบจำลองดังกล่าวมีความเหมาะสมและเสถียรเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่น การมีอยู่ของผลกระทบล่าช้านี้สอดคล้องกับชีวกลไกของโรคระบบทางเดินหายใจ โดยช่วงเวลาหลังเผชิญอากาศเย็นจนถึงการฟักตัวของเชื้อและการดำเนินโรคจนมีอาการรุนแรงพอที่

จะต้องมารับบริการ มักกินระยะเวลาเป็นหลายวัน ทำให้สัญญาณของอุณหภูมิต่ำสุดในอดีต (เช่น 2-7 วันก่อนหน้า) เชื่อมโยงกับการเพิ่มขึ้นของความถี่การนอนโรงพยาบาลด้วยโรคปอดอักเสบหรือโรคทางเดินหายใจในวันถัดมาได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ การศึกษาด้านระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ใช้กรอบ distributed lag non-linear models (DLNM) หรือแบบจำลองอนุกรมเวลาที่คล้ายคลึงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Xu et al.¹⁴ มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของอุณหภูมิกับการเข้ารับการรักษาด้วยโรคปอดอักเสบในเด็ก โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย distributed lag non-linear Model (DLNM) และ generalized additive model (GAM) เพื่อประเมินผลกระทบที่ล่าช้า (lag effects) พบว่าความเสี่ยงสูงสุดที่ในการนอนโรงพยาบาลอยู่ในช่วง 1-3 วันหลังจากเกิดความผันผวนของอุณหภูมิ การมีอยู่ของผลกระทบล่าช้านี้สามารถอธิบายได้ด้วยกลไกทางชีวภาพและระบาดวิทยาของโรคระบบทางเดินหายใจโดยเฉพาะโรคปอดอักเสบได้ว่า เมื่อมีการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจจะมีระยะฟักตัว (incubation period) และระยะพัฒนาอาการ (progression period) ที่ใช้เวลาหลายวัน ประกอบกับการมีสภาพอากาศที่เย็นจัดก็เป็นอีกหนึ่งในปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำสามารถส่งผลให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือดบริเวณเยื่อทางเดินหายใจ ลดประสิทธิภาพการทำงานของขนกวัก (cilia) ในการกำจัดเชื้อโรคและการตอบสนองภูมิคุ้มกันเฉพาะที่ลง ส่งผลให้เชื้อไวรัสหรือแบคทีเรียมีโอกาสเพิ่มจำนวนและเข้าไปในเนื้อเยื่อปอดง่ายขึ้น²⁵ และยังพบการศึกษาของ Zhang et al.⁹ พบว่าผลกระทบของอุณหภูมิต่ำสุดต่อการนอนโรงพยาบาลของเด็กด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่างสูงที่สุดที่ lag 3-4 วัน ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาฟักตัวและการดำเนินโรคที่ระบุไว้และยังสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ด้วย

การศึกษานี้พบว่าปัจจัยด้านมลพิษทางอากาศยังไม่มีผลเด่นชัด โดยพบว่า PM₁₀ มีแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ แต่ผลลัพธ์ยังไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.08$) แม้ว่าผลนี้จะขัดแย้งกับหลักฐานเชิงประจักษ์ที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Ruchiraset & Tantrakamapa²⁵ ในประเทศไทยพบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM₁₀) ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับอัตราการเจ็บป่วยทางเดินหายใจในเด็กอย่างมีนัยสำคัญ และการศึกษาของ Tian et al.¹⁵ ยืนยันว่าการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5} และ PM₁₀) เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญกับการเพิ่มขึ้นของการนอนโรงพยาบาลจากโรคทางเดินหายใจส่วนล่างและโรคปอดอักเสบในเด็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การที่ผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนอาจมีสาเหตุมาจากข้อจำกัดของข้อมูลเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลคุณภาพอากาศที่สามารถรวบรวมได้เพียง 6 เดือน (มกราคม - มิถุนายน 2568) อาจไม่เพียงพอในการสะท้อนความแปรปรวนเชิงฤดูกาล โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนที่มักเกิดในปลายปีถึงต้นปี ซึ่งเป็นช่วงที่ความเข้มข้นของ PM₁₀ สูงสุดในหลายพื้นที่ของประเทศไทย หากการเก็บข้อมูลสามารถครอบคลุมทั้งปีหรือหลายฤดูกาล ผลลัพธ์อาจแสดงความสัมพันธ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และการใช้ข้อมูลในระยะเวลาที่สั้นอาจส่งผลต่อกำลังทางสถิติ (statistical power) ทำให้ไม่สามารถตรวจจับความสัมพันธ์ที่มีอยู่จริงได้ โดยเฉพาะเมื่อขนาดของเอฟเฟกต์มีขนาดเล็ก (small effect size) ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและโรคทางเดินหายใจในระดับประชากร (ecological studies) ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษและสุขภาพจะสูงขึ้นหากข้อมูลมีความต่อเนื่องและครอบคลุมหลายฤดูกาล และควรมีจำนวนตัวอย่างเพียงพอเพื่อเพิ่มพลังการทดสอบทางสถิติ (power)²⁶

ข้อยุติ (Conclusions)

การศึกษานี้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สำคัญในบริบทของจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ยืนยันว่า อุณหภูมิต่ำสุดที่ลดลง เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ โดยส่งผลกระทบชัดเจนที่สุดในอีก 3 วันถัดมา (Lag 3) ข้อค้นพบนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่หน่วยงานสาธารณสุขควรนำไปใช้พัฒนาระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยสุขภาพเชิงรุก

โดยเฉพาะการบูรณาการข้อมูลพยากรณ์อากาศเพื่อแจ้งเตือนประชาชนในช่วงที่อุณหภูมิลดต่ำลงซึ่งจะช่วยลดภาระโรคและการเจ็บป่วยของประชาชนในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการศึกษานี้มีนัยสำคัญต่อการวางแผนป้องกันและควบคุมโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์ การที่อุณหภูมิต่ำสุดเป็นปัจจัยพยากรณ์ที่สำคัญและมีผลกระทบล่าช้า 3 วัน ทำให้หน่วยงานสาธารณสุขสามารถนำข้อมูลพยากรณ์อากาศเป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนความเสี่ยงต่อประชาชนได้ล่วงหน้า โดยเฉพาะในกลุ่มเสี่ยงสูง เช่น เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้มีโรคประจำตัว การสื่อสารความเสี่ยงเชิงรุกในช่วงที่คาดว่าอากาศจะหนาวเย็นลง จะช่วยให้ประชาชนเตรียมตัวดูแลสุขภาพและป้องกันตนเองได้อย่างเหมาะสม

2. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศให้ครอบคลุมตลอดทั้งปี และหากเป็นไปได้ควรใช้ข้อมูลจากหลายสถานีตรวจวัดเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินการสัมผัสของประชากร

2.2 ควรมีการศึกษาปัจจัยร่วมอื่นๆ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ และการระบาดของเชื้อไวรัสที่เป็นสาเหตุหลักของโรคปอดอักเสบ เพื่อให้เข้าใจพลวัตของการเกิดโรคได้ดียิ่งขึ้น

สถานะองค์ความรู้ (Body of Knowledge)

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นองค์ความรู้สำคัญว่าอุณหภูมิต่ำสุดรายวันเป็นปัจจัยด้านภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับจำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ โดยทุก ๆ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำสุด 1 องศาเซลเซียสสัมพันธ์กับการลดลงของผู้ป่วยประมาณ 5.1 % และมีผลกระทบล่าช้าที่เด่นชัดที่สุดในช่วง 3 วันถัดมา ซึ่งสอดคล้องกับกลไกทางชีวภาพ เช่น การหดตัวของหลอดเลือดเยื่อทางเดินหายใจ การแห้งของเยื่อ การลดประสิทธิภาพของขนกวัก และการลดลงของภูมิคุ้มกันเฉพาะที่ที่ทำให้ร่างกายไวต่อการติดเชื้อมากขึ้น ขณะที่มลพิษทางอากาศอย่าง PM10 มีแนวโน้มสัมพันธ์กับการป่วยเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่ถึงระดับนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลจากข้อจำกัดของข้อมูลคุณภาพอากาศที่ไม่ครอบคลุมทั้งฤดูกาลและมีระยะเวลาดำเนินการนำไปสู่ข้อเสนอว่าการศึกษาวิจัยด้านมลพิษควรมีข้อมูลหลายฤดูกาลและขนาดตัวอย่างเพียงพอเพื่อเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลอง นอกจากนี้

ข้อจำกัดของการวิจัย (Research Limitations)

การวิจัยนี้มีข้อจำกัดบางประการ ประการแรกคือ การใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดเพียงแห่งเดียวทั้งด้านอุตุนิยมวิทยาและคุณภาพอากาศ (อำเภอเมืองเพชรบูรณ์) ซึ่งอาจไม่สามารถเป็นตัวแทนของสภาพแวดล้อมทั้งหมดในจังหวัดที่มีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ได้ ประการที่สองคือ ข้อจำกัดด้านความครบถ้วนของข้อมูลคุณภาพอากาศดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Kyu HH, Vongpradith A, Sirota SB, Novotney A, Troeger CE, Doxey MC, et al. Age–sex differences in the global burden of lower respiratory infections and risk factors, 1990–2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Infect Dis.* 2022; 22(11): 1626–47. doi: 10.1016/S1473-3099(22)00510-2

2. Every Breath Counts. **The Every Breath Counts Coalition** [Internet]. 2025 [cited 2025 Feb 5]. Available from: https://stopppneumonia.org/?utm_source=chatgpt.com
3. กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. **คาดการณ์โรค ปี 2565: 8 โรคสำคัญ** [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [อ้างเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2568]. จาก: <https://www.ddc.moph.go.th/uploads/publish/1305720220831091702.pdf>
4. โรงพยาบาลเพชรบูรณ์. **รายงานการเฝ้าระวังโรค เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2567 คปสอ.เมืองเพชรบูรณ์** [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [อ้างเมื่อ 7 กุมภาพันธ์ 2568]. จาก: https://pbh.moph.go.th/api4200/service/picture/picture_service/202412202122567.pdf
5. Morris DH, Yinda KC, Gamble A, Rossine FW, Huang Q, Bushmaker T, et al. Mechanistic theory predicts the effects of temperature and humidity on inactivation of SARS-CoV-2 and other enveloped viruses. **eLife**. 2021; 10: e65902. doi: 10.7554/eLife.65902
6. He Q, Liu Y, Yin P, Gao Y, Kan H, Zhou M, et al. Differentiating the impacts of ambient temperature on pneumonia mortality of various infectious causes: a nationwide, individual-level, case-crossover study. **eBioMedicine**. 2023; 98: 104854 doi: 10.1016/j.ebiom.2023.104854
7. Walsh JE, Ballinger TJ, Euskirchen ES, Hanna E, Mård J, Overland JE, et al. Extreme weather and climate events in northern areas: A review. **Earth Sci Rev**. 2020; 209: 103324. doi: 10.1016/j.earscirev.2020.103324
8. Brenner T, Link AC, Reudenbach C, Pott H, Rupp J, Witzernath M, Rohde G, Pletz M, Bertrams W, Schmeck B. **Effects of regional meteorological and air conditions on community-acquired pneumonia: Examining the interaction of individual, meteorological, and air characteristics**. Working Papers on Innovation and Space No. 01.22. Marburg: Philipps-University Marburg, Department of Geography; 2022. Available from: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/270416/1/1799523365.pdf>
9. Zhang W, Ruan Y, Ling J, Wang L. A study of the correlation between meteorological factors and hospitalization for acute lower respiratory infections in children. **BMC Public Health**. 2024; 24(1): 3135. doi: 10.1186/s12889-024-20619-1
10. Cheng FJ, Lee KH, Lee CW, Hsu PC. Association between particulate matter air pollution and hospital emergency room visits for pneumonia with septicemia: A retrospective analysis. **Aerosol Air Qual Res**. 2019; 19(2): 345–54. doi: 10.4209/aaqr.2018.08.0285
11. Bran SH, Macatangay R, Chotamonsak C, Chantara S, Surapipith V. Understanding the seasonal dynamics of surface PM2.5 mass distribution and source contributions over Thailand. **Atmos Environ**. 2024; 331: 120613. doi: 10.1016/j.atmosenv.2024.120613
12. Suriyawong P, Chuetor S, Samae H, Piriyaakarnsakul S, Amin M, Furuuchi M, et al. Airborne particulate matter from biomass burning in Thailand: Recent issues, challenges, and options. **Heliyon**. 2023; 9(3): e14261. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14261

13. Liboschik T, Fokianos K, Fried R. tscount: An R package for analysis of count time series following generalized linear models. *J Stat Softw.* 2017; 82:1–51. doi: 10.18637/jss.v082.i05
14. Xu Z, Hu W, Tong S. Temperature variability and childhood pneumonia: an ecological study. *Environ Health.* 2014; 13(1):51. doi: 10.1186/1476-069x-13-51
15. Tian Y, Liu H, Wu Y, Si Y, Li M, Wu Y, et al. Ambient particulate matter pollution and adult hospital admissions for pneumonia in urban China: a national time series analysis for 2014–2017. *PLoS Med.* 2019; 16(12): e1003010. doi: 10.1371/journal.pmed.1003010
16. Ruchiraset A, Tantrakarnapa K. Time series modeling of pneumonia admissions and its association with air pollution and climate variables in Chiang Mai Province, Thailand. *Environ Sci Pollut Res.* 2018; 25(33): 33277–85. doi: 10.1007/s11356-018-3284-4
17. กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานสถานการณ์โรคปอดอักเสบ ประเทศไทย พ.ศ. 2568 [อินเทอร์เน็ต]. 2568 [อ้างเมื่อ 10 ตุลาคม 2568]. จาก: <https://ddssoe.ddc.moph.go.th/ddss/>
18. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา. ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด และปริมาณฝนรายวัน. [อินเทอร์เน็ต]. 2568 [อ้างเมื่อ 10 ตุลาคม 2568]. จาก: https://cmmet.tmd.go.th/forecast/pt/Max_Min_Rainfall.html
19. กรมควบคุมมลพิษ. ข้อมูลคุณภาพอากาศย้อนหลัง PM2.5/PM10 รายวัน พ.ศ. 2554–2568 [อินเทอร์เน็ต]. 2568 [อ้างเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2568]. จาก: <http://www.air4thai.com/webV3/#/History>
20. มหาวิทยาลัยมหิดล. ประกาศแนวปฏิบัติสำหรับโครงการวิจัยที่ไม่เข้าข่ายการวิจัยในคน [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ; 2565 [อ้างเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2567]. จาก: <https://sp.mahidol.ac.th/th/LAW/policy/2565-MU-Non-Human.pdf>
21. Roback P, Legler J. Beyond multiple linear regression: applied generalized linear models and multilevel models in R. 1st ed. Boca Raton (FL): Chapman and Hall/CRC; 2021. doi: 10.1201/9780429066665
22. Gallucci M. GAMLj: general analyses for linear models [Internet]. 2019 [cited 2025 Oct 2]. Available from: <https://gamlj.github.io/>
23. Liu Y, Guo Y, Wang C, Li W, Lu J, Shen S, et al. Association between temperature change and outpatient visits for respiratory tract infections among children in Guangzhou, China. *Int J Environ Res Public Health.* 2015; 12(1): 439–54. doi: 10.3390/ijerph120100439
24. Koutsostathis E, Psaroulaki A, Chochlakis D, Malesios C, Demiris N, Kalogeropoulos K, et al. Association between Legionnaires' disease incidence and meteorological data by region and time on the Island of Crete, Greece. *Water.* 2025; 17(15) :2344. doi: 10.3390/w17152344
25. D'Amato M, Molino A, Calabrese G, Cecchi L, Annesi-Maesano I, D'Amato G. The impact of cold on the respiratory tract and its consequences to respiratory health. *Clin Transl Allergy.* 2018; 8(1): 20. doi: 10.1186/s13601-018-0208-9

26. Yazdi MD, Wei Y, Di Q, Requia WJ, Shi L, Sabath MB, et al. The effect of long-term exposure to air pollution and seasonal temperature on hospital admissions with cardiovascular and respiratory disease in the United States: A difference-in-differences analysis. **Sci Total Environ.** 2022; 843: 156855. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.156855