



O-HS 011

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5})
ช่วงวิกฤตในจังหวัดอุทัยธานี

Environmental Health Risk Assessment Associated with Ambient Fine Particulate Matter (PM_{2.5})
Atmospheric Exposure Throughout Critical Episodes in Uthai Thani Province, Thailand

สมนึก หงษ์ยิม (Somnuk Hongyim) ¹ ฐิติมา รุ่งรัตนอุบล (Thitima Rungrattanaubol) ²

อลงกรณ์ อินทรักษา (Alongkorn Intaraksa) ³

บทคัดย่อ

การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} ที่เกินมาตรฐานก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพที่สำคัญ โดยเฉพาะในจังหวัดอุทัยธานี ที่เผชิญปัญหาค่าฝุ่น PM_{2.5} สูงขึ้นจากการเผาในที่โล่งช่วงฤดูแล้ง การวิจัยเชิงวิเคราะห์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความเข้มข้นของ PM_{2.5} ในช่วงวิกฤตในจังหวัดอุทัยธานี และ 2) ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัส PM_{2.5} ของประชากรในพื้นที่ ข้อมูลค่า PM_{2.5} เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากกรมควบคุมมลพิษและภาพถ่ายดาวเทียม (GISTDA) เพื่อประเมินความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} ในจังหวัดอุทัยธานีช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 ซึ่งเป็นช่วงที่ค่าฝุ่น PM_{2.5} สูงสุดในพื้นที่ โดยทำการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นรายวันและรายเดือน เพื่อตรวจสอบแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของ PM_{2.5} ในแต่ละเดือน และนำข้อมูลมาประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ (Hazard Quotient: HQ) และความเสี่ยงในการก่อมะเร็งตลอดช่วงชีวิต (The Individual Lifetime Cancer Risk, Ric) ในการสัมผัส PM_{2.5} ในประชากรตามช่วงกลุ่มอายุ ผลการศึกษาพบว่า 1) ในช่วงวิกฤต จังหวัดอุทัยธานีมีความเข้มข้น PM_{2.5} เกินค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเผาเศษวัสดุการเกษตร เช่น ตอซังข้าวและอ้อย ค่าเฉลี่ย PM_{2.5} ในช่วงวิกฤตสูงถึง 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนอย่างมีนัยสำคัญ และ 2) การประเมิน HQ แสดงว่ากลุ่มประชากรอายุ 21 ปีขึ้นไปมีความเสี่ยงด้านสุขภาพสูงสุด ขณะที่ Ric พบว่ากลุ่มเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปีมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งสูงสุด แม้ว่าค่าความเสี่ยงโดยรวมจะอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ตามมาตรฐาน US EPA แต่ควรมีมาตรการลดการสัมผัส PM_{2.5} โดยเฉพาะในกลุ่มเสี่ยง เช่น เด็กเล็กและผู้สูงอายุ เพื่อลดผลกระทบในระยะยาว

คำสำคัญ PM_{2.5} การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ มลพิษทางอากาศ กลุ่มเสี่ยง

¹ นักศึกษาหลักสูตร ป.ด. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ e-mail: Somnuk_hongyim@hotmail.com

² รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ e-mail: thitima.r@ku.ac.th

³ อาจารย์ ดร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ e-mail: alongkorn.in@ku.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

Abstract

Exposure to fine particulate matter (PM_{2.5}) above standard levels presents significant health risks, especially in Uthai Thani province, where PM_{2.5} concentrations increase due to open burning activities during the dry season. This analytical study aimed to: 1) investigate the concentration of PM_{2.5} during critical periods in Uthai Thani province and 2) assess the health risks associated with PM_{2.5} exposure among the local population. The PM_{2.5} data were obtained as secondary data from the Pollution Control Department and satellite imagery from GISTDA, covering January to May 2024, when PM_{2.5} levels in the area were at their peak. The data were analyzed on both a daily and monthly basis to examine the trends in PM_{2.5} fluctuations each month. Health risks were then assessed using the Hazard Quotient (HQ) and the Individual Lifetime Cancer Risk (RIC) to evaluate cancer risk due to PM_{2.5} exposure across different age groups in the population. The findings indicated that: 1) PM_{2.5} levels during critical periods exceeded ambient air quality standards, particularly in January and February, when agricultural residues, such as rice stubble and sugarcane, were burned. The average PM_{2.5} concentration during these periods reached 80 µg/m³, significantly posing substantial health impacts. 2) The HQ assessment revealed that adults aged 21 and older faced the highest health risks. Meanwhile, Ric assessments showed that children under 1 year old faced the highest lifetime cancer risks. Although overall risk levels remained within the acceptable limits set by the US EPA standards, it is recommended to implement measures to reduce PM_{2.5} exposure, particularly among vulnerable groups like young children and the elderly, to mitigate long-term health impacts.

Keywords: PM_{2.5}, Health risk assessment, Air pollution, Vulnerable groups



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ที่แนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ อย่างต่อเนื่องเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสุขภาพในหลายระบบของร่างกาย เช่น ระบบทางเดินหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด (World Health Organization, 2021; Brook et al., 2010) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยในต่างประเทศที่ชี้ว่าการสัมผัส $PM_{2.5}$ ในระยะยาวสามารถเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดและโรคเบาหวาน (Pope & Dockery, 2006; Bowe et al., 2018) จากรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทยพบว่า ในช่วง พ.ศ. 2561-2565 ค่าเฉลี่ยรายปีของ $PM_{2.5}$ ในหลายพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด (WHO, 2021) โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีการเผาในที่โล่งและสภาพอากาศปิด ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยตรง การศึกษาของ Johnson et al. (2023) พบว่าการสัมผัส $PM_{2.5}$ ในระยะยาวมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด สอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของ สมศักดิ์ และคณะ (2564) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ กับจำนวนผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในกรุงเทพมหานคร

จังหวัดอุทัยธานีเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ประสบปัญหามลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมของทุกปี ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งที่มีการเผาเศษวัสดุการเกษตร เช่น ตอซังข้าวและอ้อย เพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกสำหรับรอบต่อไป จากข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศย้อนหลัง 3 ปี (พ.ศ. 2563-2565) พบว่ามีจำนวนวันที่ค่า $PM_{2.5}$ ของจังหวัดอุทัยธานี ในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม เกินค่ามาตรฐานเพิ่มขึ้นทุกปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2565) สาเหตุหลักมาจากการเผาในที่โล่ง การเผาเศษวัสดุการเกษตร และไฟฟ้า ข้อมูลการเจ็บป่วยจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในจังหวัดอุทัยธานีพบว่าในช่วง มกราคม ถึงพฤษภาคม 2567 พบการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน หอบหืด และปอดอักเสบ นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น โรคหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันและโรคหลอดเลือดสมอง โดยเฉพาะในกลุ่มประชากรที่อ่อนไหว เช่น เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัว (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุทัยธานี, 2566)

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ (Health Risk Assessment) เป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ โดยพิจารณาจากปริมาณสารมลพิษที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย ระยะเวลาการสัมผัส และความเป็นพิษของสารมลพิษ (USEPA, 2022) การศึกษาของ Anderson et al. (2024) แสดงให้เห็นว่าการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพในประเทศไทย มีการศึกษาการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจาก $PM_{2.5}$ ในหลายพื้นที่ เช่น การศึกษาของ ประภาศรี และคณะ (2563) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และการศึกษาของ วรณา และคณะ (2564) ในจังหวัดเชียงใหม่ การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ลึกถึงปอดและกระแสเลือด ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือด และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอด (Brook et al., 2010; WHO, 2021) การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์ขอบเขตและระดับความเสี่ยงที่ฝุ่น $PM_{2.5}$ อาจก่อให้เกิดขึ้นกับประชากรในพื้นที่ นอกจากนี้การประเมินความเสี่ยงยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจใน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

เชิงนโยบายและพื้นที่ ซึ่งจะช่วยในการออกแบบมาตรการป้องกันและลดผลกระทบของมลพิษ $PM_{2.5}$ ที่มีต่อสุขภาพของประชาชนในระดับพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ เช่น การพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ การกำหนดช่วงเวลาในการจำกัดกิจกรรมที่อาจก่อให้เกิดมลพิษ และการกำหนดมาตรการควบคุมมลพิษในพื้นที่ที่มีระดับ $PM_{2.5}$ สูง การประเมินความเสี่ยงจึงช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถจัดการมลพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน (Greene & Morris, 2006; U.S. EPA, 2019)

ดังนั้น การศึกษาการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับสัมผัส $PM_{2.5}$ ในช่วงวิกฤตของจังหวัดอุทัยธานี จึงมีความสำคัญและจำเป็น เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาที่ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจาก $PM_{2.5}$ ในพื้นที่นี้อย่างเป็นระบบ ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการวางแผนและกำหนดมาตรการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Wilson et al. (2023) ที่ระบุว่า การประเมินความเสี่ยงในระดับพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศในระดับท้องถิ่น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ในช่วงวิกฤตในจังหวัดอุทัยธานี
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในประชากรจังหวัดอุทัยธานี

ระเบียบวิธีวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลจากระบบติดตาม $PM_{2.5}$ จากเทคโนโลยีดาวเทียมและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) รวมถึงข้อมูลประชากรในจังหวัดอุทัยธานี และข้อมูลการเจ็บป่วยด้วย $PM_{2.5}$ โดยมีระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึง พฤษภาคม พ.ศ.2567 รายละเอียดดังนี้

พื้นที่การวิจัย

ศึกษาในจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหามลพิษฝุ่น $PM_{2.5}$ อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีการเผาเศษวัสดุการเกษตร เช่น ตอซังข้าวและอ้อย ส่งผลให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในปริมาณที่สูงนอกจากนี้จังหวัดอุทัยธานียังมีลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อต่อการสะสมของฝุ่นละอองในบรรยากาศ อันเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ

สุขภาพของประชากรในพื้นที่อย่างชัดเจน

ระยะเวลาการวิจัย

การศึกษานี้จะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ สูงสุดของปี โดยในช่วงนี้ มักพบการเพิ่มขึ้นของระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศและสุขภาพของประชาชนในจังหวัดอุทัยธานี



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

เครื่องมือวิจัย/ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1. ข้อมูลคุณภาพอากาศ PM_{2.5}

ใช้ข้อมูลคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมีการติดตั้งสถานีตรวจวัด PM_{2.5}ในพื้นที่ โดยข้อมูลที่รวบรวมจะประกอบด้วยค่าเฉลี่ยรายวัน (ไม่โครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ของความเข้มข้น PM_{2.5} ในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ ข้อมูล PM_{2.5} จากภาพถ่ายดาวเทียมและภูมิสารสนเทศจาก GISTDA จะถูกนำมาใช้เพื่อประเมินการกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่ที่ไม่มีสถานีตรวจวัดโดยตรง โดยใช้เทคโนโลยีที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 1x1 กิโลเมตร ทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของ PM_{2.5} ในแต่ละพื้นที่ได้อย่างละเอียด

2. ข้อมูลประชากร

ข้อมูลประชากรที่แยกตามกลุ่มอายุ เพศ และสถานะสุขภาพ เพื่อการประเมินความเสี่ยงเฉพาะกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัว ข้อมูลนี้จะใช้ร่วมในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจาก PM_{2.5} ต่อสุขภาพ โดยงานวิจัยนี้แยกเป็นกลุ่มอายุ คือ อายุน้อยกว่า 1 ปี, 1-2 ปี, 2-3 ปี, 3-6 ปี, 6-11 ปี, 11-16 ปี, 16-21 ปี และอายุมากกว่า 21 ปี ขึ้นไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์

1.1 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่น PM_{2.5} ผ่านระบบทางเดินหายใจ การคำนวณค่าสัดส่วนความเสี่ยงหรือ Hazard Quotient (HQ) ใช้เพื่อระบุระดับความเสี่ยงที่ประชากรในพื้นที่อาจประสบปัญหาสัมผัสฝุ่น PM_{2.5} สมการการคำนวณ Hazard Quotient (HQ) ดังนี้ (USEPA, 1989; USEPA, 2011)

$$\text{สมการคำนวณ HQ} = \text{ADD} / \text{RfD}$$

โดยที่:

HQ = Hazard Quotient หรือค่าสัดส่วนความเสี่ยง ถ้า HQ > 1 หมายความว่ามีความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

ADD = Average Daily Dose หรือปริมาณสารที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายในแต่ละวัน (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมต่อวัน, mg/kg-day)

RfD = Reference Dose หรือค่าปริมาณสารที่มนุษย์สามารถรับได้ในแต่ละวันโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพ (mg/kg-day)

ซึ่งอิงตามเกณฑ์มาตรฐานของ USEPA

การคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้รับจากการหายใจในแต่ละวัน (Average Daily Dose; ADD)

สมการคำนวณ ดังนี้ (USEPA, 1989; USEPA, 2011)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

$$\text{สมการคำนวณ ADD} = (C_i \times \text{InhR} \times \text{EF} \times \text{ED}) / (\text{BW} \times \text{AT})$$

โดยที่: ADD = ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้รับจากการหายใจในแต่ละวัน ($\mu\text{g} / \text{kg-day}$)

C_i = ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่น $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

InhR = อัตราการสัมผัสสิ่งแวดล้อมต่อหน่วยเวลา (m^3/day)

EF = ความถี่ในการสัมผัส (350 วัน/ปี)

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี)

BW = น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (kg)

AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (วัน) = ED $\times$ 365 วัน/ปี

การคำนวณค่าปริมาณสารที่สามารถรับได้ในแต่ละวันโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพ หรือ *Reference Dose* (RfD) สมการคำนวณ ดังนี้ (USEPA, 1989; USEPA, 2011)

$$\text{สมการคำนวณ RfD} = (\text{RfC} \times \text{IR} \times \text{ET} \times \text{EF} \times \text{ED}) / (\text{BW} \times \text{AT})$$

โดยที่: RfD = ปริมาณสารที่สามารถหายใจรับเข้าสู่ร่างกายในแต่ละวัน ($\mu\text{g} / \text{kg-day}$)

RfC = ค่าความเข้มข้นอ้างอิงมาตรฐานคุณภาพอากาศจากการได้รับสัมผัสฝุ่น $\text{PM}_{2.5}$ ด้วยการหายใจ

IR = อัตราการสัมผัสสิ่งแวดล้อมต่อหน่วยเวลา ($0.83 \text{ m}^3/\text{hour}$)

ET = ระยะเวลาในการสัมผัส (24 hour/day)

EF = ความถี่ในการสัมผัส (350 days/year)

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส (30 year)

BW = น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (70 kg)

AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (ED $\times$ 365 days/year)

2. การประเมินความเสี่ยงการก่อมะเร็ง

การคำนวณค่าความเสี่ยงในการก่อมะเร็งตลอดช่วงชีวิต (The Individual Lifetime Cancer Risk, หรือ Ric) สามารถทำได้โดยใช้สมการการประเมินค่าความเสี่ยงจากการสัมผัสสารก่อมะเร็งผ่านการหายใจ และอาศัยค่าความชันการก่อมะเร็ง (Slope Factor, SF) ซึ่งเป็นการวัดความเป็นพิษในระยะยาวของสารในระดับที่จะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง สมการคำนวณ ดังนี้ (USEPA, 2005)

$$\text{สมการคำนวณ Ric} = \text{LADD} \times \text{SF}$$

โดยที่: Ric = The individual lifetime cancer risk (ความเสี่ยงในการก่อมะเร็งตลอดช่วงชีวิตของบุคคล)

LADD = The potential Lifetime Average Daily Dose (ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้รับจากการหายใจในแต่ละวันตลอดช่วงชีวิต)

SF = The Slope Factor for Inhalation (ค่าสัมประสิทธิ์ความชันในการก่อมะเร็งสำหรับการหายใจ)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

การคำนวณ Lifetime Average Daily Dose (LADD)

ค่า LADD จะคำนวณจากปริมาณสารที่ได้รับเฉลี่ยต่อวันตลอดช่วงชีวิต สมการคำนวณ ดังนี้ (USEPA, 2005)

$$\text{สมการคำนวณ LADD} = (C_i \times \text{InhR} \times \text{ED}) / (\text{BW} \times \text{AT})$$

โดยที่: C_i = ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่น $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 InhR = อัตราการสัมผัสสิ่งคุกคามต่อหน่วยเวลา (m^3/day)
 ED = ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี)
 BW = น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (kg)
 AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (วัน) = 70 ปี $\times$ 365 วัน/ปี

การคำนวณค่าความชันการก่อมะเร็ง (Slope Factor, SF)

SF เป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสารก่อมะเร็ง เช่น ฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ ค่าความชันนี้แสดงถึงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่เพิ่มขึ้นสำหรับการสัมผัสสารในปริมาณหนึ่ง โดยทั่วไป ค่า SF จะได้รับการกำหนดจากการวิจัยและทดลองในสัตว์หรือมนุษย์ และถูกคำนวณโดยหน่วยงาน ได้แก่ U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยง สมการคำนวณ ดังนี้ (USEPA, 2005)

$$\text{สมการคำนวณ SF} = \text{UR} \times \text{BW} / \text{InhR}$$

โดยที่: SF = ค่าสัมประสิทธิ์ความชันในการก่อมะเร็ง (per μg /kg-day)
UR = Unit Risk (per $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
BW = น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (kg)
InhR = อัตราการสัมผัสสิ่งคุกคามต่อหน่วยเวลา หรือ Inhalation Rate (m^3/day) สำหรับฝุ่น $\text{PM}_{2.5}$ ค่า Unit Risk (UR) เท่ากับ 0.008 per $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Greene & Morris, 2006)

ค่าพารามิเตอร์มาตรฐาน เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ และประเมินความเสี่ยงในการก่อมะเร็งจากการสัมผัสฝุ่น $\text{PM}_{2.5}$ ในสมการดังกล่าวข้างต้น ดังตารางที่ 1



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ตารางที่ 1 แสดงค่าพารามิเตอร์จากการสัมผัสฝุ่น PM_{2.5} เพื่อประเมินความเสี่ยงของสุขภาพมนุษย์

กลุ่มอายุ	InhR (m ³ /day)	ED (ปี)	BW (kg)	อ้างอิง
< 1 ปี	4.5	1	7.8	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
1-2 ปี	7.0	1	11.4	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
2-3 ปี	8.3	1	13.8	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
3-6 ปี	10.1	3	18.6	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
6-11 ปี	12.0	5	31.8	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
11-16 ปี	15.2	5	51.8	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
16-21 ปี	16.3	5	65.3	U.S. EPA, 2011; OEHHA, 2015
> 21 ปี	15.7	54	70.0	U.S. EPA, 2011; WHO, 2016; OEHHA, 2015

การวิเคราะห์และการแปลผล

1. การวิเคราะห์ความเข้มข้นเฉลี่ยรายวันและรายเดือน: ข้อมูลความเข้มข้นของ PM_{2.5} จะถูกวิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ยรายวันและรายเดือน เพื่อให้เข้าใจแนวโน้มและช่วงเวลาที่ระดับ PM_{2.5} สูงสุดในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งข้อมูลนี้จะช่วยในการระบุช่วงเวลาที่เป็นวิกฤตต่อสุขภาพของประชากร

2. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ (Health Risk Assessment)

- การคำนวณค่า Hazard Quotient (HQ): HQ ถูกคำนวณจากค่า LADD โดยการเปรียบเทียบกับค่า Reference Dose (RfD) ของ USEPA สำหรับสารที่ไม่ก่อมะเร็ง HQ ที่มากกว่า 1 บ่งชี้ว่ามีความเสี่ยงที่ PM_{2.5} อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว

3. การประเมินความเสี่ยงการก่อมะเร็ง

- การคำนวณค่าความเสี่ยงในการก่อมะเร็งตลอดช่วงชีวิต (The Individual Lifetime Cancer Risk, หรือ Ric)
การแปลผลความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง การแปลผล Ric

Ric < 1×10^{-6} : ความเสี่ยงต่ำมาก ถือว่ายอมรับได้

Ric = $1 \times 10^{-6} \leq Ric < 1 \times 10^{-4}$: ความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่ควรมีการเฝ้าระวัง

Ric $\geq 1 \times 10^{-4}$: ความเสี่ยงสูง ควรมีมาตรการลดความเสี่ยงโดยเร็ว

ผลการวิจัย

1. ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} ในเดือน มกราคมถึง พฤษภาคม 2567 จังหวัดอุทัยธานี

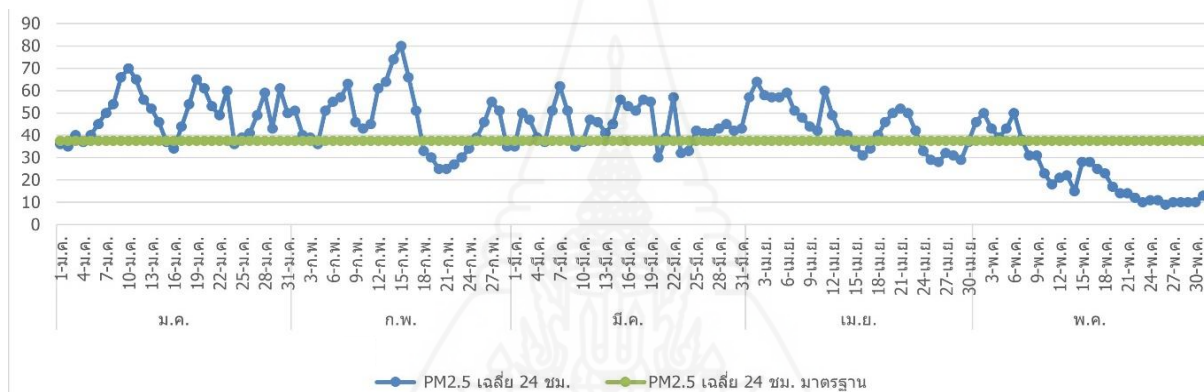
จากข้อมูลปริมาณค่าเฉลี่ยของ PM_{2.5} รายวันของจังหวัดอุทัยธานี ในช่วงเดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม 2567 มีข้อมูลครบถ้วนไม่มีข้อมูลที่ขาดหายไป จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ผลการศึกษพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} เดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2567 การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในคุณภาพอากาศ ในช่วงต้นปี เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์เป็น



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

ช่วงที่คุณภาพอากาศอยู่ในภาวะวิกฤต ค่า $PM_{2.5}$ สูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง สะท้อนถึงสภาวะมลพิษทางอากาศที่รุนแรง โดยเฉพาะในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ที่ค่า $PM_{2.5}$ พุ่งสูงถึงประมาณ 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นระดับที่น่าวิตกต่อสุขภาพของประชาชน เมื่อเข้าสู่เดือนมีนาคม เราเริ่มเห็นสัญญาณที่ดีขึ้น ค่า $PM_{2.5}$ เริ่มมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง การลดลงนี้ดำเนินต่อเนื่องผ่านเดือน เมษายนและ พฤษภาคม โดยในช่วงปลายเดือนพฤษภาคม ค่า $PM_{2.5}$ ต่ำกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กราฟเส้นแสดง ค่า $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมงจำแนกรายเดือน จังหวัดอุทัยธานี

เมื่อวิเคราะห์รายเดือน พบว่า เดือนมกราคมพบ-สถานการณ์วิกฤตสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$ 49.26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และมีวันที่เกินมาตรฐาน (37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 25 วัน (80.65%) ค่าสูงสุดถึง 70.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ เดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม แสดงแนวโน้มการปรับตัวดีขึ้นเล็กน้อย ค่าเฉลี่ยลดลงเหลือ 46.62 และ 44.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ วันที่เกินมาตรฐานอยู่ที่ 20 วัน (68.97%) และ 24 วัน (77.42%) ตามลำดับ เดือนเมษายน: สถานการณ์ดีขึ้นต่อเนื่อง มีวันที่เกินมาตรฐาน 20 วัน (66.67%) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 44.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และในเดือนพฤษภาคม: เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ วันที่เกินมาตรฐานลดลงเหลือ 7 วัน (22.58%) ค่าเฉลี่ยลดลงเหลือ 23.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังตารางที่ 2

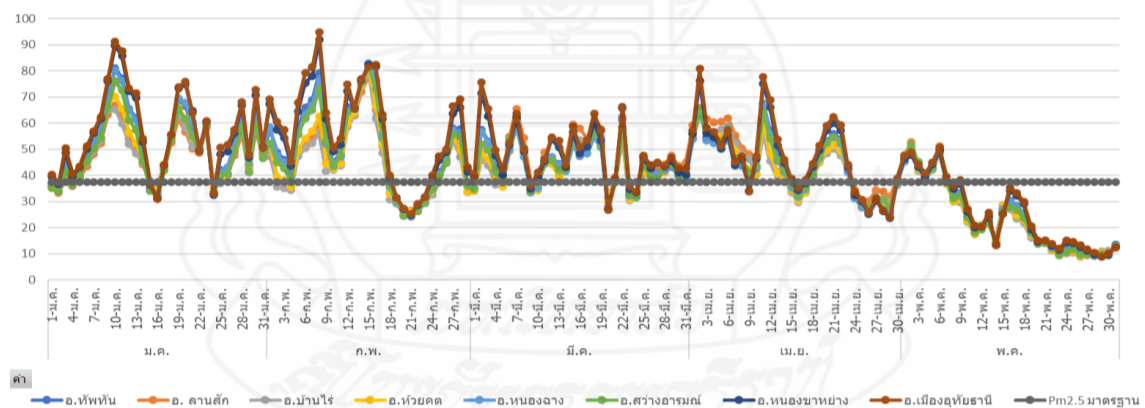


การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนวันที่มีค่า PM_{2.5} เกินมาตรฐานจำแนกรายเดือน จังหวัดอุทัยธานี

ข้อมูล	เดือน พ.ศ.2567				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
จำนวนวันที่มีค่า PM _{2.5} เกิน 37.5 µg/m ³	25	20	24	20	7
ร้อยละวันที่มีค่า PM _{2.5} เกิน 37.5 µg/m ³	80.65	68.97	77.42	66.67	22.58
ค่าต่ำสุด PM _{2.5}	34.0	25.0	30.0	28.0	9.0
ค่าสูงสุด PM _{2.5}	70.0	80.0	62.0	64.0	50.0
ค่าเฉลี่ย PM _{2.5}	49.26	46.62	44.58	44.20	23.39
SD.	10.54	14.62	8.14	10.83	13.28

เมื่อวิเคราะห์ จำแนกรายอำเภอ พบว่า อำเภอเมืองอุทัยธานี มีจำนวนวันที่ค่า PM_{2.5} เกินมาตรฐานสูงสุด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 21.6 วัน ต่อเดือน ในขณะที่อำเภอบ้านไร่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ 18.2 วันต่อเดือน อย่างไรก็ตาม ในเดือนพฤษภาคม จำนวนวันที่ค่า PM_{2.5} เกินมาตรฐานลดลงอย่างเห็นได้ชัดในทุกอำเภอ ดังภาพที่ 2 และตารางที่ 3



ภาพที่ 2 กราฟเส้นแสดง ค่า PM_{2.5} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงจำแนกรายเดือน รายอำเภอ จังหวัดอุทัยธานี



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนวันที่มีค่า $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานจำแนกรายเดือน รายอำเภอ จังหวัดอุทัยธานี

อำเภอ	เดือน พ.ศ 2567					จำนวนวันเฉลี่ยที่มีค่า $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐาน
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	
ทัพทัน	25	21	25	20	7	19.6
บ้านไร่	25	17	23	20	6	18.2
ลานสัก	25	18	26	21	7	19.4
สว่างอารมณ์	25	21	24	21	7	19.6
หนองขาหย่าง	27	24	27	21	7	21.2
หนองฉาง	26	21	24	19	6	19.2
ห้วยคต	25	20	24	20	6	19.0
เมืองอุทัยธานี	27	24	27	22	8	21.6

2. ผลประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของมนุษย์จากการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศในเดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม พ.ศ.2567 จังหวัดอุทัยธานี

2.1 ผลการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ

ผลการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพของมนุษย์จากการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศของจังหวัดอุทัยธานี ในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 โดยแบ่งตามกลุ่มอายุต่างๆ ค่าที่แสดงในตารางคือค่า HQ (Hazard Quotient) ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ค่า HQ ที่น้อยกว่า 1 บ่งบอกถึงความเสี่ยงต่ำที่ไม่น่าจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ในขณะที่ค่า HQ ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้

จากข้อมูลในตาราง พบว่าค่า HQ มีแนวโน้มลดลงจากเดือนมกราคมถึงพฤษภาคมในทุกกลุ่มอายุ โดยเดือนมกราคมมีค่า HQ สูงที่สุด และเดือนพฤษภาคมมีค่า HQ ต่ำที่สุด กลุ่มอายุมากกว่า 21 ปี มีค่า HQ สูงที่สุดในทุกเดือน ในขณะที่กลุ่มอายุน้อยกว่า 1 ปี มีค่า HQ ต่ำที่สุดในทุกเดือน ค่า HQ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุที่มากขึ้น ในแง่ของความเสี่ยงต่อสุขภาพ กลุ่มอายุมากกว่า 21 ปี มีความเสี่ยงสูงสุด โดยมีค่า HQ เกิน 1 ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน กลุ่มอายุ 16-21 ปี มีค่า HQ เกิน 1 เฉพาะในเดือนมกราคม ส่วนกลุ่มอายุอื่นๆ มีค่า HQ ต่ำกว่า 1 ในทุกเดือน แสดงถึงความเสี่ยงต่ำ ค่า HQ สูงในช่วงต้นปี (มกราคม-กุมภาพันธ์) และลดลงเรื่อยๆ จนถึงเดือนพฤษภาคม อาจสะท้อนถึงปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่มีมากในช่วงหน้าแล้งและลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน แม้ว่ากลุ่มอายุน้อยจะมีค่า HQ ต่ำกว่า แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าปลอดภัยทั้งหมด เนื่องจากเด็กอาจมีความอ่อนไหวต่อมลพิษทางอากาศมากกว่าผู้ใหญ่ ดังตารางที่ 4



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

ตารางที่ 4 แสดง ค่า HQ ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ (Health risk assessment) ตามกลุ่มอายุ

เดือน	ค่า HQ ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ (Health risk assessment) ตามกลุ่มอายุ							
	<1 ปี	1-2ปี	2-3ปี	3-6ปี	6-11ปี	11-16ปี	16-21ปี	> 21ปี
มกราคม 67	0.53	0.66	0.66	0.79	0.92	0.99	1.06	1.32
กุมภาพันธ์ 67	0.50	0.62	0.62	0.75	0.87	0.94	1.00	1.25
มีนาคม 67	0.48	0.60	0.60	0.72	0.84	0.90	0.95	1.19
เมษายน 67	0.42	0.52	0.52	0.63	0.73	0.78	0.84	1.04
พฤษภาคม 67	0.25	0.31	0.31	0.38	0.44	0.47	0.50	0.63

2.2 ผลการประเมินความเสี่ยงการก่อมะเร็งจากการสัมผัสหายใจรับฝุ่น PM_{2.5}

ผลการวิเคราะห์การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการหายใจสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} ในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม พ.ศ.2567 โดยจำแนกตามกลุ่มอายุที่ต่างกันออกไป ในตารางนี้มีการแบ่งข้อมูลออกเป็น 8 กลุ่มอายุ ได้แก่ เด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี, 1-2 ปี, 2-3 ปี, 3-6 ปี, 6-11 ปี, 11-16 ปี, 16-21 ปี, และมากกว่า 21 ปี ค่าในตารางแสดงถึงค่า Ric หรือ Risk of Cancer ซึ่งหมายถึงความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง โดยเป็นการประเมินจากการสัมผัส PM_{2.5} ค่านี้แสดงในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น 9.5×10^{-5} ซึ่งหมายถึงค่าความเสี่ยงเทียบเท่ากับ 0.000095 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ากลุ่มอายุที่ต่ำกว่า 1 ปีมีค่าความเสี่ยงสูงที่สุดในทุกเดือน ในทางกลับกัน กลุ่มอายุ 16-21 ปี มีค่าความเสี่ยงต่ำที่สุด ส่วนในเดือน กุมภาพันธ์ ค่าความเสี่ยงมีค่าสูงที่สุดในเกือบทุกกลุ่มอายุ โดยจะเห็นว่าแนวโน้มค่าความเสี่ยงมีการลดลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม ตัวอย่างเช่น ในเดือนมกราคม 2567 พบว่าเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 1 ปี มีค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งอยู่ที่ 0.000095 หรือประมาณ 95 ต่อประชากรหนึ่งล้านคน ดังตารางที่ 5 โดยทั่วไป ค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้สำหรับสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งจะอยู่ในช่วงระหว่าง 1×10^{-6} ถึง 1×10^{-4} ในกรณีนี้พบว่าค่าความเสี่ยงส่วนใหญ่ตกอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ แต่ในบางกลุ่มอายุและบางเดือน อาจพบว่าค่าความเสี่ยงจะสูงกว่าช่วงดังกล่าวเล็กน้อย ข้อมูลนี้จึงสามารถนำไปใช้ในวางแผนการดำเนินมาตรการป้องกันและลดความเสี่ยงจากมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กเล็กและในช่วงเวลาที่ค่าความเสี่ยงสูงเป็นพิเศษ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14
The 14th STOU National Research Conference

ตารางที่ 5 แสดง ค่า Ric ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ตามกลุ่มอายุ

เดือน	ค่า Ric ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ตามกลุ่มอายุ							
	<1 ปี	1-2ปี	2-3ปี	3-6ปี	6-11ปี	11-16ปี	16-21ปี	> 21ปี
มกราคม 67	9.5×10^{-5}	4.3×10^{-5}	2.9×10^{-5}	4.8×10^{-5}	2.8×10^{-5}	8.7×10^{-6}	5.4×10^{-6}	2.8×10^{-5}
กุมภาพันธ์ 67	1.0×10^{-4}	4.1×10^{-5}	2.8×10^{-5}	4.6×10^{-5}	2.6×10^{-5}	8.2×10^{-6}	5.2×10^{-6}	2.7×10^{-5}
มีนาคม 67	9.1×10^{-5}	3.9×10^{-5}	2.6×10^{-5}	4.4×10^{-5}	2.5×10^{-5}	7.9×10^{-6}	4.9×10^{-6}	2.6×10^{-5}
เมษายน 67	7.9×10^{-5}	3.4×10^{-5}	2.3×10^{-5}	3.8×10^{-5}	2.2×10^{-5}	6.9×10^{-6}	4.3×10^{-6}	2.2×10^{-5}
พฤษภาคม 67	4.7×10^{-5}	2.0×10^{-5}	1.4×10^{-5}	2.3×10^{-5}	1.3×10^{-5}	4.1×10^{-6}	2.6×10^{-6}	1.3×10^{-5}

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่าจังหวัดอุทัยธานีมีปัญหาความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง สอดคล้องกับรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศของประเทศไทยระหว่าง พ.ศ. 2561-2565 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่หลายแห่ง โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเผาในที่โล่งและการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร มีค่า $PM_{2.5}$ เกินมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด (กรมควบคุมมลพิษ, 2565) นอกจากนี้ การศึกษาของ Anderson และคณะ (2024) ยังระบุว่าการเผาเศษวัสดุการเกษตร ส่งผลให้ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมที่ยังคงใช้การเผาเป็นวิธีจัดการเศษวัสดุ ทำให้พื้นที่เหล่านี้มีความเสี่ยงด้านคุณภาพอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในบริเวณใกล้เคียง (Pope & Dockery, 2006; Brook et al., 2010) ทั้งนี้ ปัญหาฝุ่นละอองในพื้นที่เกษตรกรรมยังได้รับการยืนยันจากงานวิจัยในต่างประเทศที่แสดงให้เห็นว่าฤดูแล้งเป็นช่วงเวลาที่มีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ มักมีความเข้มข้นสูงขึ้น เนื่องจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร เป็นปัจจัยหลักในการเพิ่มระดับฝุ่นในอากาศ โดยการศึกษาของ Johnson และคณะ (2023) พบว่าพื้นที่ที่มีการเผาในที่โล่งเพื่อลดวัสดุเกษตรเหลือทิ้งจะมีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเกินระดับปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน (USEPA, 2011; WHO, 2021)

ผลการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในจังหวัดอุทัยธานี พบประเด็นที่น่าสนใจหลายประการ โดยในด้านการแปรผันตามฤดูกาล ผลการศึกษาพบว่าค่า HQ มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจากเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พรพิมล และคณะ (2565) ที่ศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ที่พบรูปแบบความเสี่ยงที่สูงในช่วงฤดูแล้งและลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Liu et al. (2023) ในประเทศจีนที่พบว่าค่า HQ มีความสัมพันธ์กับฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูหนาวและต่ำสุดในฤดูฝน ในประเด็นความแตกต่างระหว่างกลุ่มอายุ การศึกษานี้พบว่ากลุ่มอายุมากกว่า 21 ปี มีค่า HQ สูงที่สุด ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Chen and Wang (2024) ที่พบว่าเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปีมีความเสี่ยงสูงสุด ความแตกต่างนี้อาจเกิดจากปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้ชีวิตและระยะเวลาการสัมผัสที่แตกต่างกันในบริบทของสังคมไทย โดยวัยทำงานมักใช้เวลาอยู่นอกบ้านมากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ สมชาย และคณะ (2566) ที่พบว่าผู้ใหญ่วัยทำงานในพื้นที่เกษตรกรรมมีโอกาสสัมผัสฝุ่นละอองมากกว่ากลุ่มอื่น สำหรับด้านระดับความเสี่ยง การที่พบค่า HQ เกิน 1 ในบางกลุ่มอายุและบางช่วงเวลานั้น มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

Rodriguez et al. (2023) ที่พบว่าพื้นที่ที่มีการเผาชีวมวลในการเกษตรมีค่า HQ เกิน 1 ในช่วงฤดูแล้ง และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Kim et al. (2024) ที่พบว่าประชากรในพื้นที่ที่มีค่า $PM_{2.5}$ สูงมีความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีการสัมผัสเป็นเวลานาน ประเด็นสุดท้ายเกี่ยวกับความอ่อนไหวของกลุ่มเสี่ยง แม้ว่าผลการศึกษาจะพบว่ากลุ่มอายุน้อยมีค่า HQ ต่ำกว่า แต่ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับข้อสังเกตของ WHO (2023) และการศึกษาของ Thompson et al. (2023) ที่ระบุว่าเด็กมีความอ่อนไหวต่อมลพิษทางอากาศมากกว่าผู้ใหญ่ แม้จะได้รับสัมผัสในปริมาณที่น้อยกว่า เนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันและระบบหายใจที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ดังนั้น แม้ค่า HQ จะต่ำกว่า 1 ในกลุ่มเด็ก ก็ยังคงจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มอายุนี้

จากผลการศึกษาพบว่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการหายใจสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของประชากรในจังหวัดอุทัยธานีด้านความแตกต่างระหว่างกลุ่มอายุ พบว่าเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี มีค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง (Ric) สูงที่สุดในทุกเดือนที่ทำการศึกษา โดยมีค่าสูงถึง 1.0×10^{-4} ในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zhang et al. (2023) ที่พบว่าทารกและเด็กเล็กมีความเสี่ยงสูงกว่ากลุ่มอื่นเนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่และอัตราการหายใจต่อน้ำหนักตัวที่สูงกว่า ในขณะที่กลุ่มอายุ 16-21 ปี มีค่าความเสี่ยงต่ำที่สุด ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ Wang and Li (2024) ที่พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่ำที่สุด ด้านการแปรผันตามเวลา การศึกษาพบแนวโน้มที่ชัดเจนของการลดลงของค่าความเสี่ยงจากเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม สอดคล้องกับการศึกษาของ สมศักดิ์ และคณะ (2566) ที่พบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในลักษณะเดียวกัน โดยค่าความเสี่ยงมีแนวโน้มสูงในช่วงฤดูแล้งและลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen et al. (2023) ที่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ และความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ตามฤดูกาล เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (1×10^{-6} ถึง 1×10^{-4}) ตามแนวทางของ US EPA (2023) พบว่าค่าความเสี่ยงส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ แต่มีบางกรณีที่เกินเกณฑ์เล็กน้อย โดยเฉพาะในกลุ่มอายุต่ำกว่า 1 ปี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Thompson and Brown (2024) ที่พบว่าพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูงมักมีค่าความเสี่ยงเกินเกณฑ์มาตรฐานในบางช่วงเวลา ผลการศึกษานี้มีนัยสำคัญต่อการสาธารณสุข โดยสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ WHO (2023) ที่เน้นย้ำความสำคัญของการปกป้องกลุ่มเปราะบาง โดยเฉพาะทารกและเด็กเล็ก จากมลพิษทางอากาศ การศึกษาของ Kim et al. (2024) ยังระบุว่าแม้ค่าความเสี่ยงจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่การลดการสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ให้น้อยที่สุดยังคงเป็นเป้าหมายสำคัญในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว

ข้อเสนอแนะ

1. จังหวัดอุทัยธานีควรกำหนดมาตรการจำกัดการเผาในที่โล่ง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่ฝุ่น $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้น เช่น การจำกัดช่วงเวลาการเผาและการส่งเสริมการจัดการเศษวัสดุทางเลือกที่ไม่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง
2. กรมควบคุมมลพิษและหน่วยงานระดับจังหวัด ควรพัฒนาระบบเฝ้าระวังและแจ้งเตือนคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ที่ครอบคลุมทั่วจังหวัดอุทัยธานี โดยเฉพาะในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ที่พบค่าความเสี่ยงสูงสุดและให้มีการจัดทำระบบการแจ้งเตือนเฉพาะสำหรับพื้นที่เสี่ยงและกลุ่มเปราะบาง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเผาในที่โล่งและพื้นที่เกษตรกรรม
3. สถานพยาบาลควรจัดระบบดูแลพิเศษสำหรับเด็กอายุต่ำกว่า 1 ปี ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งสูงที่สุด



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

4. องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจัดตั้งพื้นที่ปลอดภัย (Safety Zone) ในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กและโรงเรียน
5. หน่วยงานสาธารณสุขควรจัดกิจกรรมให้ความรู้และแจกจ่ายหน้ากากป้องกันฝุ่นแก่ประชาชน โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง พร้อมให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการสวมใส่หน้ากากในช่วงวิกฤต
6. ควรมีการวิจัยด้านผลกระทบของ PM_{2.5} ต่อสุขภาพของประชาชนในอุทัยธานี โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและผู้สูงอายุ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนจัดการมลพิษในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2565). รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศประเทศไทย ปี 2565. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2565). รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศประเทศไทย. <http://www.pcd.go.th>
- พรพิมล สุทธิวงศ์, วิภา รัชชัยพิชิตกุล, และสมชาย นาคะผดุง. (2565). การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจาก PM_{2.5} ในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม, 24(1), 1-15.
- ประกาศศรี สุวรรณ, วิภาวี คงอินทร์, และสมชาย เทียนสว่าง. (2563). การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วารสารสิ่งแวดล้อมไทย, 4(2), 45-58.
- วรรณภา สมบูรณ์, สุนทร ตรีนันทวัน, และพิมพ์ชนก วอนกระโทก. (2564). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัส PM_{2.5} ในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ, 16(2), 78-91.
- สมชาย ทองเจริญ, วินัย พิพัฒน์, และธนภรณ์ ศรีสุข. (2566). ผลกระทบจากการสัมผัสฝุ่น PM_{2.5} ในกลุ่มผู้ใหญ่ที่ทำงานในพื้นที่เกษตรกรรม. วารสารสุขภาพสิ่งแวดล้อม, 22(2), 102-113.
- สมชาย วงศ์สวัสดิ์, วิชัย เอกพลากร, และนงลักษณ์ พะโกยะ. (2566). การประเมินการสัมผัสฝุ่นละอองของประชากรในพื้นที่เกษตรกรรม. วารสารควบคุมโรค, 49(2), 145-158.
- สมศักดิ์ พิทักษ์นันท์กุล, สุภาพร ใจการุณ, และธีระ เกรอต. (2566). การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของความเสี่ยงด้านสุขภาพจาก PM_{2.5}. วารสารวิชาการสาธารณสุข, 32(1), 78-92.
- สมศักดิ์ ยั่งยืน, พรพิมล ทองประเสริฐ, และกฤตติกา วัฒนานนท์. (2566). ความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัส PM_{2.5} ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ, 17(3), 135-148.
- สมศักดิ์ วงศ์สวัสดิ์, พรทิพย์ ศิริภาพ, และวรรณวิมล สุรกิจ. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง PM_{2.5} กับจำนวนผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในกรุงเทพมหานคร. วารสารควบคุมโรค, 47(2), 238-248.
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุทัยธานี. (2566). รายงานสถานการณ์โรคจากมลพิษทางอากาศ จังหวัดอุทัยธานี ปี 2566. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุทัยธานี.
- Anderson, D., Smith, J., & Williams, P. (2024). Health impacts of agricultural residue burning on PM_{2.5} levels. Environmental Health Research, 45(2), 245-258.
- Anderson, D., Smith, J., & Williams, P. (2024). Health risk assessment for air pollution: A case study of PM_{2.5} impacts. Environmental Health Perspectives, 132(5), 345-356.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

-
- Bowe, B., Xie, Y., Yan, Y., & Al-Aly, Z. (2018). Burden of cause-specific mortality associated with PM_{2.5} air pollution in the United States. *JAMA Network Open*, 1(4), e182341.
- Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., III, Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., & Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331-2378.
- Chen, L., & Wang, H. (2024). Age-related health risk assessment of PM_{2.5} exposure. *Journal of Environmental Health*, 89(1), 87-99.
- Chen, Z., Liu, W., & Wang, Y. (2023). Seasonal variations in PM_{2.5} cancer risk in urban and rural populations. *Environmental Pollution*, 274, 116625.
- Greene, N. A., & Morris, V. R. (2006). Assessment of public health risks associated with urban air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 114(6), 809-816.
- Johnson, D., Martin, K., & Roberts, S. (2023). Impact of seasonal open burning on PM_{2.5} levels in agricultural regions. *Environmental Science & Technology*, 57(4), 2256-2264.
- Kim, Y., Park, S., & Lee, H. (2024). Long-term exposure to PM_{2.5} and associated health risks. *Journal of Public Health Research*, 21(1), 85-93.
- Liu, X., Zhang, L., & Huang, J. (2023). PM_{2.5} health risk and seasonal exposure variation in China. *Science of the Total Environment*, 823, 153927.
- Office of Environmental Health Hazard Assessment. (2015). Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines: Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. California Environmental Protection Agency.
- Pope, C. A., III, & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709-742.
- Rodriguez, M., Garcia, R., & Torres, L. (2023). Impact of agricultural biomass burning on air quality and public health risk in rural regions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195, 625.
- Thompson, J., & Brown, R. (2024). Air pollution exposure and acceptable risk standards for vulnerable groups. *Environmental Risk Review*, 12(1), 45-59.
- Thompson, R., Lee, A., & Green, M. (2023). Children's vulnerability to air pollution: Health impacts and recommendations. *Global Health Perspectives*, 18(3), 345-355.
- U.S. Environmental Protection Agency. (1989). Risk assessment guidance for Superfund: Human health evaluation manual (Part A). EPA/540/1-89/002.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2011). Exposure Factors Handbook (2011 edition). EPA/600/R-09/052F.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 14

The 14th STOU National Research Conference

-
- U.S. Environmental Protection Agency. (2019). Integrated Science Assessment (ISA) for Particulate Matter (Final Report).
- U.S. Environmental Protection Agency. (2023). Risk assessment guidelines for carcinogens.
- Wang, X., & Li, Y. (2024). Comparative analysis of cancer risk from PM_{2.5} exposure among age groups. *Journal of Environmental Safety*, 36(1), 56-67.
- WHO. (2016). WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016).
- WHO. (2021). Air quality guidelines: Global update 2021.
- WHO. (2023). Recommendations for the protection of vulnerable groups from air pollution.
- Wilson, M., Taylor, L., & Smith, J. (2023). Importance of localized health risk assessments in managing air pollution. *Environmental Health Review*, 27(2), 102-111.
- Zhang, Y., He, Q., & Liu, M. (2023). Comparative risk assessment of PM_{2.5} among infants and adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2954.

