

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ทางการหายใจของกลุ่มผู้ใหญ่ ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

อารีย์ จอแย*, ** เสรีย์ ตูประกาย*, ปิยะรัตน์ ปิยะมานิช*, มงคล รัชชะ***✉

*คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

**คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

***คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

✉ mongkol.r@ru.ac.th

บทคัดย่อ

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 เป็นสารมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ผลจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นต่อโรคหลายชนิดจากการสัมผัสในระยะสั้นและระยะยาว การวิจัยนี้เป็นวิจัยปฐมภูมิ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จากค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ของกรมควบคุมมลพิษระหว่างปี (2564-2566) และเพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM2.5 ของกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยโดยการคำนวณค่า Hazard Quotient

ผลการศึกษา พบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยระหว่างปี (2564-2566) เท่ากับ 29 ± 23.86 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) และผลประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพทางการหายใจโดยคำนวณจากค่าสัดส่วนความเสี่ยงทางสุขภาพ มีค่าเฉลี่ย HQ ฝุ่น PM2.5 ในผู้ใหญ่ ขององค์การอนามัยโลก(WHO) ค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 3.04 ± 2.3 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.21 ± 0.95 ของกรมควบคุมมลพิษ (PCD) ค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 2.03 ± 1.59 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.80 ± 0.63 สรุปผลการศึกษา ค่า(HQ) ขององค์การอนามัยโลก ค่าเฉลี่ย 1 ปี ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และของกรมควบคุมมลพิษเฉลี่ย 1 ปี เกิน 1.0 ซึ่งแสดงว่า มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์จากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ทางการหายใจ

สรุปผลการวิจัยได้ว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 สูงขึ้นประกอบกับการได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

คำสำคัญ: ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5, การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ, ผู้ใหญ่

Article info:

Received: Jun 6, 2024

Revised: Jul 31, 2024

Accepted: Aug 6, 2024

Original article

Health risk assessment from inhalation exposure to PM_{2.5} among adults groups in the upper northern region of Thailand

Aree Choya*, **, Seree Tuprakay*, Piyarat Premanoch*, Mongkol Ratcha***✉

*Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University

**Faculty of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University

***Faculty of Public Health, Ramkhamhaeng University

✉ mongkol.r@ru.ac.th

Abstract

Fine particulate matter (PM_{2.5}) is a critical air pollutant known to adversely affect the respiratory system. Prolonged or repeated exposure to PM_{2.5} increases the risk of developing both acute and chronic health conditions. This study aimed to examine the average PM_{2.5} concentration levels using data from the Pollution Control Department (PCD) between 2021 and 2023 and to assess the associated health risks among adults in the Upper Northern region of Thailand through the calculation of the Hazard Quotient (HQ).

The findings revealed that the average PM_{2.5} concentration in the region during the study period was $29 \pm 23.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Health risk assessment based on HQ indicated that the average annual HQ value, according to the World Health Organization (WHO) guideline, was 3.04 ± 2.3 , and the 24-hour average HQ was 1.21 ± 0.95 . Based on the PCD standards, the annual and 24-hour average HQ values were 2.03 ± 1.59 and 0.80 ± 0.63 , respectively. The results demonstrated that the HQ values calculated using both WHO and PCD guidelines exceeded the safety threshold of 1.0, indicating significant health risks due to PM_{2.5} inhalation exposure.

In conclusion, the elevated PM_{2.5} concentrations observed in the Upper Northern region pose substantial health risks to the adult population, with potential adverse effects in both the short and long term.

Keywords: Quantity particulate matter (PM_{2.5}), health risks assessment, adults



บทนำ

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} เป็นสารมลพิษทางอากาศที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและอัตราการเสียชีวิต (สุกัญญา พันธุ์ และคณะ, 2565) ผลจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นต่อโรคหลายชนิดจากการสัมผัสในระยะสั้นและระยะยาว เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือดและระบบทางเดินหายใจ มะเร็งปอด โรคหลอดเลือดสมอง โรคปอดบวม อาการซึมเศร้าและโรคเบาหวาน ที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัส PM_{2.5} (ธนากร สุขุมมาน และคณะ, 2565) ทั้งนี้ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง (PM_{2.5}) ยังทำให้เกิดความไวต่อโรคทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น รวมถึงภาวะหายใจลำบากเฉียบพลัน โรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและมะเร็งปอด องค์ประกอบหลักของ PM_{2.5} มีส่วนประกอบของคาร์บอนและไอออนอนินทรีย์ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (Bixia Li S. et al. 2021) มีการตั้งสมมติฐานว่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} มีผลต่อ 1) เพิ่มความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน 2) การกระตุ้นการอักเสบของระบบภูมิคุ้มกัน และ 3) การกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งท้ายที่สุดจะส่งเสริมความผิดปกติของเยื่อผนังหลอดเลือด หลอดเลือดแข็งตัวและการอักเสบทั่วร่างกายที่นำไปสู่โรคหลอดเลือดหัวใจ (Krittawong et al. 2023)

ปริมาณค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} จากการติดตามเก็บข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 175 ประเทศ พบว่า ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีสภาพการณ์ด้านมลพิษทางอากาศเลวร้ายที่สุดในโลก มีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของฝุ่นพิษ PM_{2.5} ในแต่ละปีสูงถึง 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือภูมิภาคเอเชียใต้มีค่าเฉลี่ยของ PM_{2.5} อยู่ที่ 37.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนอันดับสามคือภูมิภาคแอฟริกาเหนือที่ 30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Yuming Guo et al. 2023) ช่วงต้นปี 2562 ประเทศไทยเกิดปรากฏการณ์ฝุ่นปกคลุมอย่างหนาแน่น เป็นเหตุให้ทุกภาคส่วนตั้งแต่หน่วยงานรัฐ สื่อมวลชนและประชาชน ต้องออกมาหาคำตอบว่ามันคืออะไร นี่คือการแรกที่เรื่องฝุ่น PM_{2.5} ปรากฏอยู่บนสื่อแทบทุกแขนง (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563) ประเทศไทยมีคุณภาพ

อากาศแย่เป็นอันดับที่ 36 ของโลก และอันดับที่ 5 ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีปริมาณฝุ่นพิษ PM_{2.5} เฉลี่ยรายปีที่ 23.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงกว่าคำแนะนำคุณภาพอากาศของ WHO ถึง 4.7 เท่า โดยกรุงเทพฯ เป็นเมืองที่มีคุณภาพอากาศแย่เป็นอันดับที่ 37 ของเมืองที่มีมลพิษทางอากาศมากที่สุดในโลก มีปริมาณฝุ่นพิษ PM_{2.5} เฉลี่ยรายปี 21.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดเชียงใหม่และอำเภอปายในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ถูกจัดอยู่ใน 5 อันดับแรกของพื้นที่ที่มีฝุ่นพิษ PM_{2.5} แย่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ชาวไทยพีบีเอส, 19 มี.ค. 2567) ปัญหาฝุ่นควันได้ปกคลุมอากาศและส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของผู้คนในเมืองอย่างชัดเจน ส่งผลให้ผู้คนเริ่มตระหนักปัญหาจากสถานการณ์ค่าฝุ่นละอองในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้น ทำให้กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงคุณภาพอากาศแย่ลง โดยมีค่าฝุ่นเกินมาตรฐาน (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-เดือนมีนาคม และเดือนธันวาคม (พัทธนันท์ วิวัฒน์ไพศาล, 2567) ผลการสำรวจปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2567) ในระหว่างปี 2564-2566 พบว่า มีค่าฝุ่น PM_{2.5} เฉลี่ยอยู่ที่ $29 \pm 23.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศขององค์การอนามัยโลก (WHO) ที่กำหนดค่าเฉลี่ยรายปีไม่ควรเกิน $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่ควรเกิน $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Amnuaylojaroen & Parasin, 2023) และกรมควบคุมมลพิษ (PCD) ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยรายปีไม่ควรเกิน $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่ควรเกิน $37.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pongpiachan & Paopure, 2019) พื้นที่ที่มีค่าฝุ่นสูงสุดคือ ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย พบค่าฝุ่น PM_{2.5} สูงถึง $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งที่มีการเผาในที่โล่ง การเกิดไฟป่า และปัญหาฝุ่นข้ามแดนจากประเทศเพื่อนบ้าน (สุกัญญา พันธุ์ และคณะ, 2565)

จากข้อมูลสำรวจปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 PM ในภาคเหนือตอนบนที่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศขององค์การอนามัยโลกและกรมควบคุมมลพิษ ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{2.5} จากค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง

ขนาดเล็ก PM2.5 ของกรมควบคุมมลพิษระหว่างปี (2564-2566) และเพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM2.5 ของกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยโดยการคำนวณค่า Hazard Quotient ที่นำไปสู่การสร้างความตระหนักด้านสุขภาพแก่ประชาชนที่อาศัยในพื้นที่เสี่ยง โดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่ต้องทำงานในพื้นที่โล่งแจ้งที่มีโอกาสสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 มากกว่าช่วงวัยอื่น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จากค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ของกรมควบคุมมลพิษระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM2.5 ของกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยโดยการคำนวณค่า Hazard Quotient

วิธีการดำเนินงานวิจัย

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยปฐมภูมิ โดยการคำนวณค่า Hazard Quotient จากค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ของกรมควบคุมมลพิษระหว่างปี (2564-2566) (กรมควบคุมมลพิษ, 2567) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ Applications Air4Thai ที่ผ่านการยืนยันจากศูนย์แก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ กรมควบคุมมลพิษ (คพ.) ว่าตั้งค่าเฉลี่ยตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 ตามมาตรฐานสากล ประมวลผลตามหลัก US-EPA ก่อนรายงานเพื่อแจ้งข้อมูลแก่ประชาชน (ข่าวไทยพีบีเอส, 14 พ.ค. 2563)

พื้นที่ศึกษา

ข้อมูลปริมาณค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากจุดตรวจวัด 8 พื้นที่ ได้แก่ 1) ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย 2) ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 3) ตำบลในเวียง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน 4) ตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 5) ตำบลนาจักร อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 6) ตำบลจองคำ

อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน 7) ตำบลแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และ 8) ตำบลเวียงยอง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน (กรมควบคุมมลพิษ, 2567)

ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากจุดตรวจวัด 8 พื้นที่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2567) พบค่าเฉลี่ยฝุ่นรวมทุกพื้นที่ของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย $29 \pm 23.86 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ หากพิจารณาตามจุดตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ระหว่างปี (2564-2566) พบพื้นที่ที่มีค่าฝุ่นสูงสุด คือ จุดตรวจวัดพื้นที่ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ช่วงเดือนมีนาคม มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 = $128 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ และค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ต่ำสุดในช่วงกรกฎาคม = $11 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ รองลงมา คือ จุดตรวจวัดพื้นที่ตำบลจองคำ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 สูงสุด $125 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ ช่วงเดือนมีนาคม ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ต่ำสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม = $5 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพเป็นเครื่องมือสำคัญในการพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์จากการสัมผัสมลพิษ เครื่องมือทำนองนี้ จะตรวจสอบการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงจากมลภาวะต่อสุขภาพของมนุษย์ อธิบายโดยการศึกษาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ (Health Risk Assessment) โดยการคำนวณค่า Hazard Quotient (HQ) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในวงการวิจัยและการประเมินความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเคมีหรือมลพิษในสิ่งแวดล้อม รวมถึงฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ค่า HQ ใช้ในการเปรียบเทียบระดับการสัมผัสกับระดับที่ถือว่าปลอดภัย ซึ่งมีการกำหนดโดยหน่วยงานด้านสุขภาพหรือสิ่งแวดล้อม เช่น องค์การอนามัยโลก (WHO) หรือกรมควบคุมมลพิษ (PCD)

การคำนวณค่าสัดส่วนความเสี่ยง หรือค่า Hazard Quotient (HQ) จากการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก

PM2.5 ทางหายใจ (ดังสมการที่ 3) และการคำนวณปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่ได้รับจากการหายใจของบุคคลในแต่ละวัน (The Average Daily Dose: ADD) ดังสมการที่ 1

$$ADD = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

เมื่อ

ADD คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้รับจากการหายใจในแต่ละวัน ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{day}$)

C คือ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

IR คือ อัตราการสัมผัสสิ่งคุกคามต่อหน่วยเวลา (m^3/hour)

EF คือ ความถี่ในการสัมผัส (day/year: 350 days/year)

ED คือ ระยะเวลาที่สัมผัส (year)

BW คือ น้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (kg)

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

สำหรับ ค่า RfD (Inhalation reference Dose)

คือ ปริมาณสารที่สามารถหายใจเข้าสู่ร่างกายได้ในแต่ละวัน โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 โดยใช้ค่าความเข้มข้นอ้างอิงค่าเฉลี่ยมาตรฐาน 24 ชั่วโมงจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ทางหายใจ (Inhalation reference Concentration: RfC) โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดค่าไว้ต้องไม่เกิน $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และค่าเฉลี่ยรายปี ต้องไม่เกิน $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department; PCD) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กำหนดค่ามาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน $37.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และค่าเฉลี่ยรายปีต้องไม่เกิน $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2566)

สมการที่ 2

$$RfD = \frac{RfC \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

เมื่อ

RfD คือ ปริมาณสารที่สามารถหายใจรับเข้าสู่ร่างกายในแต่ละวัน ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{day}$)

RfC คือ ค่าความเข้มข้นอ้างอิงมาตรฐานคุณภาพอากาศจากการได้รับสัมผัสฝุ่น PM2.5 ด้วยการหายใจ (Inhalation reference Concentration)

IR คือ Inhalation Rate หรือ อัตราการสัมผัสสิ่งคุกคามต่อหน่วยเวลา (m^3/hour)

ET คือ exposure time หรือ ระยะเวลาในการสัมผัส (hour/day) คือ 24 hour/day

EF คือ Exposure Frequency หรือความถี่ในการสัมผัส (days/year) คือ 350 days/year

ED คือ Exposure Duration หรือระยะเวลาที่สัมผัส (year) คือ year

BW คือ Body Weight หรือน้ำหนักร่างกายเฉลี่ย (kg) คือ 70 kg

AT คือ Averaging Time หรือระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (day) = $ED \times 365$ days/year

สมการที่ 3

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = \frac{\text{Average Daily Dose (ADD)}}{\text{Inhalation Reference Dose (RfD)}}$$

เมื่อ

HQ คือ ค่าสัดส่วนความเสี่ยง (Hazard Quotient)

ADD คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้จากการหายใจในแต่ละวัน ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{day}$)

RfD คือ ค่า Inhalation Reference Dose หรือ ค่ามาตรฐานกำหนด ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{day}$)

การอธิบายลักษณะความเสี่ยงพิจารณาจากค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) อ้างอิงจากการศึกษาของ Lemly (1996) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

HQ < 0.1 หมายถึง ไม่มีอันตราย

$0.1 \geq HQ \leq 1.0$ หมายถึง มีอันตรายอยู่ในระดับต่ำ

$1.1 \geq HQ \leq 10$ หมายถึง มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง

HQ > 10 หมายถึง มีอันตรายอยู่ในระดับสูง

ผลการวิจัย

ข้อมูลปริมาณค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากจุดตรวจวัด 8 พื้นที่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2567) พบค่าเฉลี่ยฝุ่นรวมทุกพื้นที่ของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย 29 ± 23.86 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) หากพิจารณาตามจุดตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ระหว่างปี (2564-2566) พบพื้นที่ที่มีค่าฝุ่นสูงสุดคือจุดตรวจวัดพื้นที่ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ช่วงเดือนมีนาคม มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 = 128 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) และค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ต่ำสุดในช่วงกรกฎาคม = 11 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) รองลงมา คือ จุดตรวจวัดพื้นที่ตำบลจองคำ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 สูงสุด 125 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ช่วงเดือนมีนาคม ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ต่ำสุดในช่วงกรกฎาคม = 5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

และสถานการณ์ความเข้มข้นของ PM2.5 ระหว่างปี 2563 ถึง 2572 ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย มีแนวโน้มสูงมากที่สุดในช่วงฤดูแล้ง ค่าเฉลี่ยรายวันสูงสุด คือ ต้นเดือนกุมภาพันธ์และสิ้นสุดในเดือนเมษายน ค่าฝุ่น PM2.5 อยู่ในช่วง $40\text{--}400$ g/m^3 ในขณะที่ค่าฝุ่น PM2.5 ลดลงในช่วงหน้าฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) และสูงอีกรอบในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-ธันวาคมและมกราคม-เมษายน) (Amnuaylojaroen & Parasin, 2023) จากผลการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ค่าฝุ่นจะสูงในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นช่วงที่ลมเปลี่ยนทิศและความชื้นในอากาศน้อย จึงส่งผลให้ค่าฝุ่นสูงขึ้น โดยพื้นที่ที่ศึกษาของการวิจัยนี้ คือเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ดังนั้น อาจสรุปได้ว่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ที่สูงขึ้นช่วงฤดูแล้งในพื้นที่ มาจากการเผาในที่โล่ง การเกิดไฟป่าขึ้นในพื้นที่ และปัญหาฝุ่นข้ามแดน ปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าสัดส่วนการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กนั้น มีสาเหตุที่แท้จริงจากอะไร แต่อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและทบทวนงานวิจัย พบว่าในช่วงฤดูแล้งค่าฝุ่นในหลายพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐาน ดังนั้นการตระหนักถึง ผลกระทบจากฝุ่น PM2.5 ต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยในช่วงที่ค่าฝุ่นเกินมาตรฐาน ส่วน

ใหญ่เกิดขึ้นจากการเผาในที่โล่ง (ชนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ, 2563)

ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM2.5 ของกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากผลการคำนวณจากค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) จากการสัมผัสกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ทางหายใจของผู้ใหญ่ ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย (ตารางที่ 2) พบค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้จากการหายใจในแต่ละวัน (ADD) ของผู้ใหญ่ ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนระหว่างปี (2564-2566) มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 เท่ากับ 8.21 ± 6.73 $\mu\text{g}/\text{kg} \cdot \text{day}$

จากภาพที่ 2 และตารางที่ 3 แสดงค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) จากการสัมผัสฝุ่นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จากการหายใจของผู้ใหญ่ พบค่าเฉลี่ย HQ ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ด้วยการหายใจตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) ค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 3.04 ± 2.3 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.21 ± 0.95 และมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (PCD) ค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 2.03 ± 1.59 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.80 ± 0.63 ซึ่งพบว่า ส่วนใหญ่ มีค่าเกิน 1.0 แสดงว่า มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์จากการสัมผัสฝุ่นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ทางหายใจ และจากการศึกษา พบค่า HQ ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จะผันแปรตามความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในบรรยากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หากความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในบรรยากาศสูง ค่า HQ ของฝุ่นละอองขนาดเล็กก็จะสูงขึ้น

บทสรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ในบรรยากาศเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดไว้ คือ ค่าเฉลี่ย 1 ปี ต้องไม่เกิน 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนมาตรฐานควบคุมมลพิษ (PCD) กำหนดไว้ คือ ค่าเฉลี่ย 1 ปี ต้องไม่เกิน 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสกับ PM2.5 ของกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากผลการคำนวณจากค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) จากการสัมผัสกับฝุ่น PM2.5 ทางการหายใจของผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบค่า HQ เกินกว่า 1.0 แสดงว่า มีความเสี่ยงด้านสุขภาพของมนุษย์ สอดคล้องกับการวิจัยของ Pongpiachan & Paopure (2019) ที่ศึกษาความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัส PM2.5-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งพบว่าค่า HQ สำหรับ PM2.5-bound PAHs มักเกินกว่า 1.0 ในช่วงฤดูฝน สื่อถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลานี้ และการศึกษาของ Amnuaylojaroen & Parasin (2023) ที่พบว่าค่า HQ สำหรับการสัมผัสฝุ่น PM2.5 ในภาคเหนือประเทศไทยมักจะเกินกว่า 1.0 โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีการสะสมของฝุ่นมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่นี้ นอกจากนี้ Sukswan, S. et al. (2022) ยังพบว่าค่า HQ สำหรับการสัมผัสฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนสูงกว่า 1.0 แสดงถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนโดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่และผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหอบหืดและโรคหัวใจและหลอดเลือด

แต่ไม่สอดคล้องกับการวิจัยของ Somchai, A. et al. (2020) ที่ศึกษาผลกระทบจากฝุ่น PM2.5 ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยพบว่าค่า HQ สำหรับ PM2.5 อยู่ในระดับที่ไม่เกิน 1.0 แสดงถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ การวิจัยนี้เน้นว่าคุณภาพอากาศในพื้นที่ดีขึ้นในช่วงฤดูฝนเมื่อมีการล้างฝุ่นออกจากบรรยากาศ และไม่สอดคล้อง

Pimchanok, N. & Chatchai, S. (2019) ที่ศึกษาในพื้นที่ชนบทในจังหวัดลำปาง พบว่าค่า HQ สำหรับฝุ่น PM2.5 ส่วนใหญ่อยู่ต่ำกว่า 1.0 ซึ่งสื่อถึงความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ต่ำ แม้ในช่วงที่มีการเผาวัสดุเกษตร งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงวิธีการจัดการเกษตรช่วยลดปริมาณฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่ และ Anuchit, R. et al. (2021) ที่ศึกษาในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบค่า HQ สำหรับการสัมผัสฝุ่น PM2.5 ไม่เกิน 1.0 โดยเฉพาะในช่วงที่มีลมพัดจากที่สูงลงสู่พื้นที่ต่ำซึ่งช่วยลดความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ในบรรยากาศ การวิจัยนี้เน้นถึงความสำคัญของสภาพอากาศและการไหลเวียนของอากาศในกระบวนการลดมลพิษ ซึ่งการวิจัยประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่น PM2.5 ในภาคเหนือของประเทศไทยที่ส่งผลแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม การจัดการมลพิษและฤดูกาล

ข้อเสนอวิจัยครั้งต่อไป

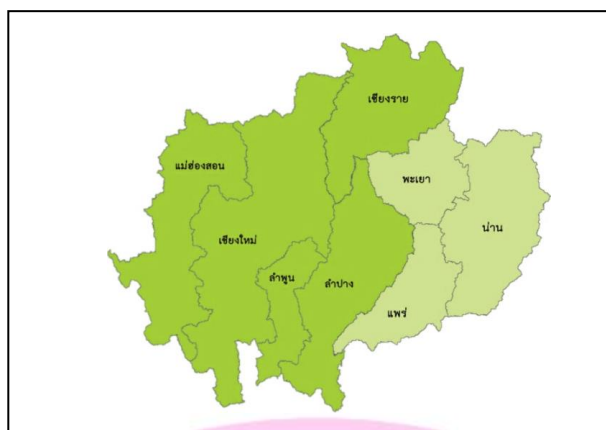
ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจุดความร้อนของแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกับปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงฤดูของแต่ละพื้นที่ในภาคเหนือตอนบน

ข้อจำกัดในการศึกษา

การศึกษานี้มีเนื้อหาบางประเด็นที่อาจไม่ครอบคลุมเนื่องเป็นการศึกษาแบบปฐมภูมิที่ได้จากการทบทวนข้อมูลจากเว็บไซต์ที่เผยแพร่ให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงได้เท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

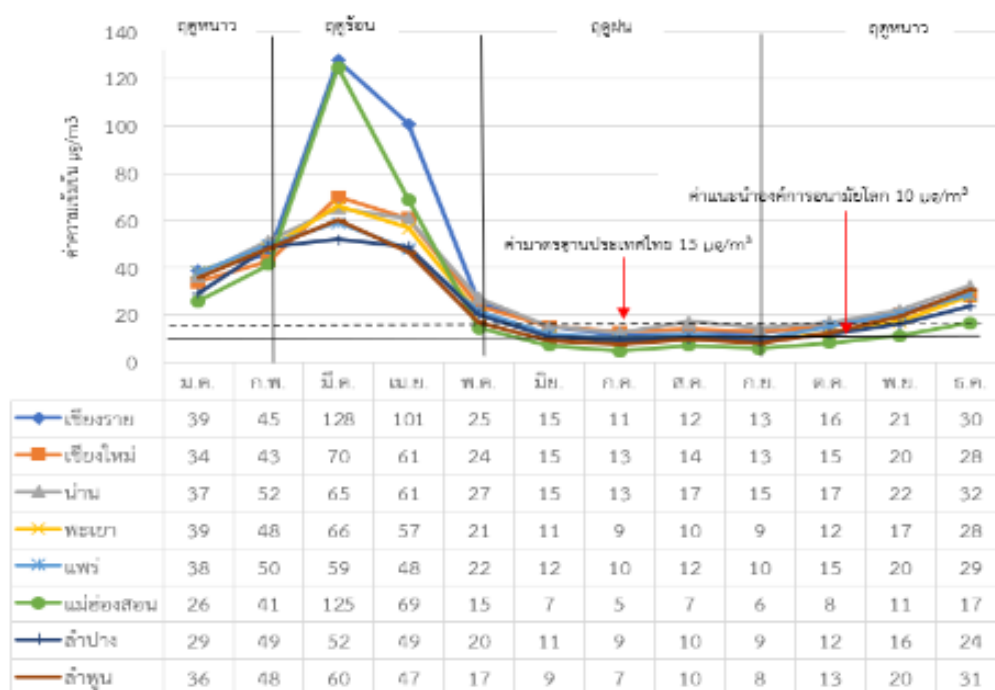
- กรมควบคุมมลพิษ. (2567). ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ระหว่างปี 2564-2566. ค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2567, จาก <http://air4thai.pcd.go.th/webV3/#/Home>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2567). มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย. ค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2567, จาก <https://www.pcd.go.th/faqs/%E0%B8%84%E0%B8%B8%E0%B8%B2>
- ชนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ, & ญัฐพศุตม ภัทธรสินสิริ. (2563). แหล่งกำเนิด ผลกระทบและแนวทางจัดการฝุ่นละออง PM2.5 บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย. *วารสารสมาคมนักวิจัย*, 25(1), 432-446.
- ข่าวไทยพีบีเอส. (2567). *Applications Air4Thai*. ค้นเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2567, จาก https://www.pcd.go.th/pcd_news/10012/
- ข่าวไทยพีบีเอส. (2567). *คุณภาพอากาศไทย*. ค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2567, จาก <https://policywatch.thaipbs.or.th/article/environment-21>
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2563). *เรียนรู้ อยู่กับฝุ่น PM2.5*. ค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2567, จาก <https://www.chula.ac.th/wp-content/uploads/2019/10/Chula-PM25.pdf>
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2566). *เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป*. ค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2567, จาก https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2565/E/163/T_0021.PDF
- พัทธนันท์ วิวัฒน์ไพศาล. (2567). ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการป้องกันฝุ่น PM2.5 ของประชาชนอายุ 18-60 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน*, 10(2), 161-174.
- สุกัญญา พันธุ และคณะ. (2565). การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการได้รับฝุ่น PM2.5 ในช่วงฤดูแล้งจากพื้นที่เทศบาลเมืองมาบตาพุด จังหวัดระยอง. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 14(19), 64-82.
- Amnuaylojaroen, T., & Parasin, N. (2023). Future health risk assessment of exposure to PM2.5 in different age groups of children in Northern Thailand. *Toxics*, 11(3), 291. <https://doi.org/10.3390/toxics11030291>
- Amnuaylojaroen, T., & Parasin, N. (2023). Seasonal variation of PM2.5 in Northern Thailand: A comprehensive study. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*.
- Anuchit, R., et al. (2021). Air quality and PM2.5 in Mae Hong Son: A study on seasonal variations and health risk assessment. *Thai Environmental Science Journal*, 29(1), 56-67.
- Guo, Y., Yu, W., Xu, R., Ye, T., Abramson, M. J., Morawska, L., Jalaludin, B., ... & Li, S. (2024). Estimates of global mortality burden associated with short-term exposure to fine particulate matter (PM2.5). *The Lancet Planetary Health*, 8(3), e146-e155. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00045-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00045-3)
- Krittanawong, C., Qadeer, Y. K., Hayes, R. B., Wang, Z., Thurston, G. D., Virani, S., & Lavie, C. J. (2023). PM2.5 and cardiovascular diseases: State-of-the-art review. *International Journal of Cardiology. Cardiovascular Risk and Prevention*, 19, 200217. <https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2023.200217>
- Lemly, A. D. (1996). Evaluation of the hazard quotient method for risk assessment of selenium. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 35(2), 156-162. <https://doi.org/10.1006/eesa.1996.0095>
- Li, B., Yang, J., Dong, H., Li, M., Cai, D., Yang, Z., Zhang, C., ... & Wang, B. (2021). PM2.5 constituents and mortality from a spectrum of causes in Guangzhou, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 222, 112498. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112498>
- Pimchanok, N., & Chatchai, S. (2019). Assessing health risks of PM2.5 in rural areas of Lampang Province: The role of agricultural practices. *Asian Journal of Environmental Science*, 32(2), 89-97.
- Pongpiachan, S., & Paopure, W. (2019). Health risk assessment of PM2.5-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during biomass burning season in Northern Thailand. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(5), 553-564.
- Somchai, A., et al. (2020). Impact of PM2.5 pollution on health in Chiang Mai, Thailand: An assessment of hazard quotient. *Journal of Environmental Studies and Health*, 45(3), 123-134.
- Suksuwan, S., et al. (2022). Analysis of PM2.5 pollution and its health impacts in Northern Thailand. *Bangkok Post*.



ภาพที่ 1 เขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ที่มา: <https://permpoon-publish.com/%>

ข้อมูลค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของขนาดเล็ก PM2.5 ปี (2564-2566)



ภาพที่ 2 ข้อมูลความเข้มข้นของ PM2.5 ปี (2564 - 2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

เดือน/พื้นที่	เชียงราย	เชียงใหม่	น่าน	พะเยา	แพร่	แม่ฮ่องสอน	ลำปาง	ลำพูน	Max	Min	Mean
มกราคม	39	34	37	39	38	26	29	36	39	26	35±4.83
กุมภาพันธ์	45	43	52	48	50	41	49	48	52	41	47±3.70
มีนาคม	128	70	65	66	59	125	52	60	128	52	78±30.34
เมษายน	101	61	61	57	48	69	49	47	101	47	62±17.67
พฤษภาคม	25	24	27	21	22	15	20	17	27	15	21±4.03
มิถุนายน	15	15	15	11	12	7	11	9	15	7	12±2.99
กรกฎาคม	11	13	13	9	10	5	9	7	13	5	10±2.77
สิงหาคม	12	14	17	10	12	7	10	10	17	7	11±3.02
กันยายน	13	13	15	9	10	6	9	8	15	6	10±2.77
ตุลาคม	16	15	17	12	15	8	12	13	17	8	14±2.87
พฤศจิกายน	21	20	22	17	20	11	16	20	22	11	18±3.58
ธันวาคม	30	28	32	28	29	17	24	31	32	17	27±4.83

ค่าเฉลี่ยฝุ่นรวมทุกพื้นที่ของภาคเหนือตอนบน 29 ± 23.86 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2567)

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณสารที่ได้รับจากการหายใจในแต่ละวัน (ADD) ระหว่างปี (2564-2566) ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

เดือนที่เก็บตัวอย่าง ระหว่างปี (2564-2566)	ค่าเฉลี่ยฝุ่น PM 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(ADD) ($\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{day}$)
		ผู้ใหญ่
มกราคม	35±4.83	10.00
กุมภาพันธ์	47±3.70	13.43
มีนาคม	78±30.34	22.29
เมษายน	62±17.67	17.71
พฤษภาคม	21±4.03	6.00
มิถุนายน	12±2.99	3.43
กรกฎาคม	10±2.77	2.85
สิงหาคม	11±3.02	3.14
กันยายน	10±2.77	2.85
ตุลาคม	14±2.87	4.00
พฤศจิกายน	18±3.58	5.14
ธันวาคม	27±4.83	7.71
ค่าเฉลี่ย (Mean)	29 ± 23.86	8.21 ± 6.73
ค่ามัธยฐาน (Median)	19.5	4.57

ตารางที่ 3 ค่า HQ ตามมาตรฐาน World Health Organization (WHO) และกรมควบคุมมลพิษ (PCD) ของกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

เดือนที่เก็บตัวอย่าง	World Health Organization (WHO) ของผู้ใหญ่		HQ – PCD ของผู้ใหญ่	
	ค่าเฉลี่ย 1 ปี	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปีไม่เกิน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง
	ไม่เกิน 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ไม่เกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ไม่เกิน 37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
มกราคม	3.71	1.48	2.47	0.99
กุมภาพันธ์	4.99	1.99	3.32	1.33
มีนาคม	8.28	3.31	5.52	2.20
เมษายน	6.56	2.63	4.39	1.75
พฤษภาคม	2.23	0.89	1.48	0.59
มิถุนายน	1.27	0.50	0.84	0.33
กรกฎาคม	1.06	0.42	0.70	0.28
สิงหาคม	1.16	0.46	0.77	0.31
กันยายน	1.06	0.42	0.70	0.28
ตุลาคม	1.48	0.59	0.99	0.39
พฤศจิกายน	1.91	0.76	1.27	0.50
ธันวาคม	2.86	1.14	1.91	0.76
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.04 $\pm$ 2.39	1.21 $\pm$ 0.95	2.03 $\pm$ 1.59	0.80 $\pm$ 0.63
ค่ามัธยฐาน (Median)	2.07	0.82	1.37	0.54