



Research Article

ปริมาณสารมลพิษทางอากาศจำแนกตามฤดูกาลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

Air Pollutant Amounts Classified by Season in the Upper Northern Region of Thailand

สุจारी คำศรี* และ อนงนาฏ พรหมแก้ว

Sujaree Damsri* and Anongnat Promkaew

สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, SuratThani Rajabhat University, Mueang, Surat Thani 84100, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2023-12-11

Revised: 2024-08-04

Accepted: 2024-09-13

Keywords:

air pollutant;
the upper northern region;
season;
Thailand

This research aimed to study and compare air pollutant amounts classified by season in the upper northern region of Thailand by collecting air pollutant data from January 2014 to December 2022 from eight Air Quality Monitoring Stations of the Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. The researcher divided the data into three seasons as follows: the rainy season (May-October, 6 months), the winter season (November-February, 4 months), and the summer season (March-April, 2 months). Descriptive statistics were used to analyze the amounts of air pollutants. The amounts of air pollutants were compared across different seasons using the Kruskal-Wallis test, and the pairwise medians were compared using the multiple comparison method with the Mann-Whitney U test at a significance level of 0.05.

The results of the average monthly air pollutant amounts for 9 years between 2014-2022 have shown that the upper northern region of Thailand has the highest amounts of particulate matter with a diameter of less than 2.5 microns and 10 microns, and carbon monoxide gas in March. Ozone gas is highest in March-April. Nitrogen dioxide gas has the highest amounts in February and March. As for sulfur dioxide gas, the amount does not vary much each month. The air pollutants that exceed the standard value in every province include particulate matter with a diameter of less than 2.5 microns and 10 microns, and ozone gas. When the seasons change, the amounts of particulate matter with a diameter of less than 2.5 microns and 10 microns, and ozone gas, are significantly different at the 0.05 significance level.

* Corresponding author.

E-mail address: sujaree.dam@sru.ac.th

Cite this article as:

Damsri, S. and Promkaew, A. 2025. Air Pollutant Amounts Classified by Season in the Upper Northern Region of Thailand. *Recent Science and Technology* 17(3): 261507.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณและเปรียบเทียบสารมลพิษทางอากาศจำแนกตามฤดูกาลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลสารมลพิษทางอากาศตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จาก 8 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยแบ่งข้อมูลเป็น 3 ฤดูกาลดังนี้ ฤดูฝน คือ เดือนพฤษภาคม-เดือนตุลาคม จำนวน 6 เดือน ฤดูแล้ง คือ เดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 4 เดือน และฤดูร้อน คือ เดือนมีนาคม-เดือนเมษายน จำนวน 2 เดือน สถิติเชิงพรรณนาใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษทางอากาศ เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารมลพิษทางอากาศจำแนกตามฤดูกาลด้วย Kruskal-Wallis Test และทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วย Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษาปริมาณสารมลพิษทางอากาศเฉลี่ย 9 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2565 ได้แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากที่สุดในเดือนมีนาคม ก๊าซโอโซนมีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีปริมาณมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม สำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละเดือน ซึ่งปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่เกินค่ามาตรฐานในทุกจังหวัด ได้แก่ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และปริมาณก๊าซโอโซน ซึ่งเมื่อฤดูกาลต่างกันปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และปริมาณก๊าซโอโซนจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: สารมลพิษทางอากาศ, ภาคเหนือตอนบน, ฤดูกาล, ประเทศไทย

1. บทนำ

สารมลพิษทางอากาศถือเป็นความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพมากที่สุดประการหนึ่ง คาดการณ์ว่าสารมลพิษทางอากาศจะทำให้มีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรทั่วโลกถึง 4.2 ล้านคนต่อปี ในปี 2562 การเสียชีวิตนี้เกิดจากการสัมผัสกับอนุภาคละเอียด ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดหัวใจ ระบบทางเดินหายใจ และมะเร็ง (WHO, 2023) ปัญหาสารมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นมากในเมืองใหญ่ที่มีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมและการก่อสร้าง ยิ่งในปัจจุบัน การกลายเป็นสังคมเมือง (Urbanization) การที่ผู้คนนิยมอาศัยและประกอบอาชีพอยู่ในเมืองเนื่องจากความพร้อมของปัจจัยสาธารณะ การที่ตลาดแรงงานต่าง ๆ มีการเคลื่อนย้ายเข้ามาสู่เมือง การเกิดขึ้นของเมืองขนาดใหญ่ ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดสภาวะและผลกระทบของสารมลพิษทางอากาศในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่ความรุนแรงขึ้น ปัญหาสารมลพิษทางอากาศที่คนในเมืองต้องประสบ ไม่เพียงแต่สารมลพิษทางอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air Pollutant) เท่านั้น ปัญหาสารมลพิษทางอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Pollutant) จากการที่คนเราต้องใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในอาคาร และการเดินทางระยะเวลานานด้วยพาหนะชนิดต่าง ๆ ยังเป็นปัญหาสำคัญต่อสุขภาพมนุษย์อีกเรื่องหนึ่งที่คนส่วนใหญ่ยังขาดความตระหนักและการป้องกันที่เพียงพอ (Pochanaet, 2012) สภาพทางอุตุนิยมวิทยาเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณและการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ โดยความเร็วลมจะมีผลต่อความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ในขณะที่ทิศทางลมจะมีผลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของสารมลพิษ นอกจากนี้สภาพทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ เช่น อุณหภูมิอากาศ

ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ เป็นต้น (Eastern Economic Corridor (EEC) Office, 2020) ในฤดูฝนของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีลมมรสุมเขตร้อนและมรสุมอากาศเหนือมหาสมุทรอินเดียพัดผ่านเข้ามา ส่งผลให้ภูมิภาคได้รับผลกระทบจากสารมลพิษทางอากาศในปริมาณที่น้อยถึงปานกลาง ในฤดูแล้งเมื่อลมมรสุมฤดูหนาวพัดพาเอามลพิษที่ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดสารมลพิษในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะแพร่กระจายในระยะทางไกลและไหลเข้าสู่ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศในภูมิภาคเพิ่มมากขึ้นกว่าฤดูฝน ประกอบกับเป็นช่วงฤดูกาลเผาไหม้ชีวมวล จึงทำให้ปริมาณสารมลพิษทางอากาศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตอนบนมากขึ้น (Pochanaet, 2014) สภาพอุตุนิยมวิทยาเป็นสาเหตุให้สถานการณ์วิกฤตสารมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นเป็นประจำตามฤดูกาลในประเทศไทย โดยฤดูหนาวเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ กระแสลมอ่อนตัวประกอบกับอากาศเย็นในตอนกลางคืน ทำให้เกิดชั้นอุณหภูมิผกผันใกล้กับระดับผิวดินทำหน้าที่เป็นฝาครอบกักเก็บอากาศและสารมลพิษไว้ภายในส่งผลให้เกิดวิกฤตสารมลพิษทางอากาศ ในฤดูร้อนเดือนมีนาคม-เมษายน กระแสลมจากอ่าวไทยที่เข้าสู่พื้นที่กรุงเทพมหานคร ภาคกลาง และภาคตะวันออก เริ่มพัดแรงมากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวคุณภาพอากาศดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ในช่วงนี้ประเทศเพื่อนบ้านมีการเผาในที่โล่งเป็นบริเวณกว้าง สารมลพิษที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือทำให้เกิดสถานการณ์วิกฤตสารมลพิษทางอากาศ ส่วนฤดูฝนเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม มีกระแสลมแรงและมีฝนตกทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้นในทุกภาคของประเทศ สำหรับภาคใต้ได้รับอิทธิพลจากกระแสลมทะเลจึงมีคุณภาพอากาศดีกว่าภาคอื่น ๆ ตลอดทั้งปี (Pollution Control Department, 2020)

ประเทศไทยเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาสารมลพิษทางอากาศในหลายจังหวัด ซึ่งสารมลพิษทางอากาศไม่ได้เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) หรือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เท่านั้น แต่ยังมีสารมลพิษทางอากาศจากก๊าซชนิดอื่น อาทิ โอโซน (O_3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งระดับสารมลพิษทางอากาศจากโอโซนในกรุงเทพมหานครโดยใช้ค่าเฉลี่ย 8 ชั่วโมงจากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ช่วงปี 2552-2560 พบว่า สารมลพิษดังกล่าวเกินค่ามาตรฐานที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลกและสหภาพยุโรป และยังเกินค่ามาตรฐานของประเทศไทย ในอนาคตโอโซนจะมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้นจากภาวะโลกร้อนและแก้ปัญหาได้ยากกว่าสารมลพิษจากฝุ่นเพราะไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Attavanich, 2019) ในปี 2562 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่ามากที่สุดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำพูน พะเยา ลำปาง น่าน และแพร่ ตามลำดับ และถ้าใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน รายปีไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามที่องค์การอนามัยโลกเสนอ ทุกจังหวัดในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยรายปีในปี 2562 เกินกว่าเกณฑ์ที่องค์การอนามัยโลกกำหนด (Attavanich, 2020) สถานการณ์คุณภาพอากาศโดยรวมปี 2565 ดีขึ้นกว่าปีที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามยังพบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน รวมทั้งก๊าซโอโซนเกินค่ามาตรฐานในหลายพื้นที่ เมื่อนำปริมาณสารมลพิษหลัก ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซโอโซนมาคำนวณจำนวนวันที่มีคุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐาน จะได้ว่าจำนวนวันในรอบปี 2565 ที่คุณภาพอากาศเกินเกณฑ์มาตรฐาน 51-70 วัน ได้แก่ สระบุรี และสมุทรสงคราม คุณภาพอากาศเกินเกณฑ์มาตรฐานมากกว่า 70 วัน ได้แก่ กรุงเทพมหานคร พิษณุโลก หนองคาย นนทบุรี และสมุทรปราการ คุณภาพอากาศเกินเกณฑ์มาตรฐาน 31-50 วัน ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน และราชบุรี (Pollution Control Department, 2022)

จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาปริมาณและเปรียบเทียบสารมลพิษทางอากาศจำแนกตามฤดูกาล โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนรับมือกับสารมลพิษทางอากาศได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ข้อมูลและการเตรียมข้อมูล

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของสารมลพิษทางอากาศ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวง

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคัดเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีการตรวจวัดค่าต่อเนื่อง เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัดของประเทศไทย ดังนี้ จังหวัดเชียงใหม่ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (36T) จังหวัดเชียงรายใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลเวียง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (57T) จังหวัดลำปางใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง (37T) จังหวัดลำพูนใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน (68T) จังหวัดแม่ฮ่องสอนใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลจองคำ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน (58T) จังหวัดน่านใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลในเวียง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน (67T) จังหวัดแพร่ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลนาจักร อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ (69T) และจังหวัดพะเยาใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัด ตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา (70T) โดยข้อมูลสารมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ที่เก็บรวบรวมประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน หน่วย $\mu g/m^3$ ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน หน่วย $\mu g/m^3$ ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของปริมาณ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ หน่วย ppm ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของปริมาณก๊าซโอโซน หน่วย ppb ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ หน่วย ppb และค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หน่วย ppb ซึ่งผู้วิจัยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุด โดยพิจารณาแบ่งฤดูกาลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จากการพิจารณาข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนย้อนหลัง 30 ปี พ.ศ. 2534-2563 ซึ่งเก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังนี้ ฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-เดือนตุลาคม จำนวน 6 เดือน ฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-เดือนกุมภาพันธ์ จำนวน 4 เดือน และฤดูร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคม-เดือนเมษายน จำนวน 2 เดือน

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.1 วิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเฉลี่ย 9 ปี จำแนกตามฤดูกาล ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2565 ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่ามากที่สุด (Max) ค่าน้อยที่สุด (Min) ค่าเฉลี่ย (Mean) และร้อยละของจำนวนครั้งที่มียกเกินค่ามาตรฐาน (The Standard Value) ของสารมลพิษทางอากาศต่อจำนวนครั้งที่ตรวจวัด

2.2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 ด้วยการทดสอบ Kruskal-Wallis Test และทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) ด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย

3.1.1 ปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยรายเดือน เฉลี่ย 9 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2565

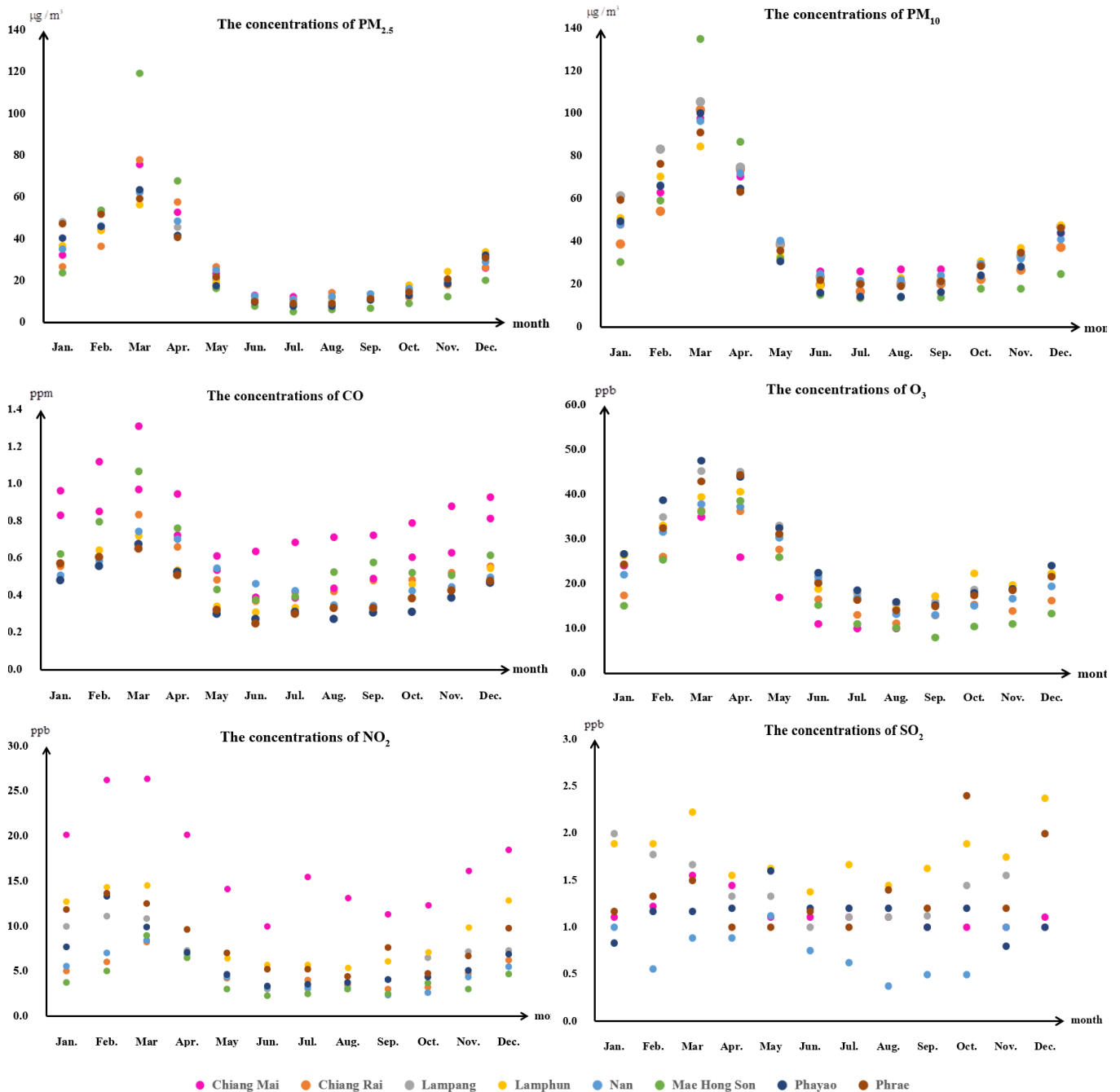


Figure 1 The average monthly air pollutant amounts for a 9-year period between 2014-2022 in the upper northern region of Thailand

จากข้อมูลปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยรายเดือน เฉลี่ย 9 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2565 ดังแสดงใน Figure 1 พบว่า สารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคมของทุกจังหวัด โดยจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 119 และ 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ และจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 1.3 ppm รองลงมาคือจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีค่าเฉลี่ย 1.1 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hansoongnem and Boonyawat (2010) ที่พบว่าภาคเหนือมีความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศมากที่สุดเดือนมีนาคม และสอดคล้องกับ

การศึกษาของ Srinarang and Ket-ord (2020) ที่กล่าวว่าค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ของภาคเหนือมากที่สุดในเดือนมีนาคม ในเดือนมีนาคมถึงเมษายน พื้นที่ภาคเหนือตอนบนจะมีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของก๊าซโอโซนมากที่สุด โดยจังหวัดพะเยามีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของก๊าซโอโซนมากที่สุดในเดือนมีนาคมและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.6 ppb เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมจะมีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากที่สุด และเมื่อพิจารณาจะเห็นได้ว่า จังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากกว่าจังหวัดอื่น ๆ ทุกเดือน โดยในเดือนมีนาคมจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เท่ากับ 26.4 ppb สำหรับค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่า จังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ

3.1.2 ปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565

3.1.2.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน

จาก Table 1 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 พบว่า ทุกจังหวัดจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการศึกษาของ Suburairat and Bunjongsiri (2020) ที่พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในฤดูแล้งจะสูงกว่าฤดูฝน จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนมากที่สุดเท่ากับ 93.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ในฤดูร้อนแต่เมื่อพิจารณาร้อยละของจำนวนครั้งที่มีความเกินค่ามาตรฐานต่อจำนวนครั้งที่ตรวจวัดจะเห็นได้ว่าจังหวัดลำปาง มีจำนวนครั้งที่มีความเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด (ร้อยละ 15.55) รองลงมาเป็นจังหวัดเชียงใหม่ (ร้อยละ 14.57)

Table 1 The concentrations of $\text{PM}_{2.5}$ classified by seasons for 9 years from 2014 to 2022

Province	Rainy Season			Winter			Summer			Percent values > std.
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	
Chiang Mai	66.00	4.00	14.45	96.00	6.00	30.17	266.00	5.00	64.11	14.57
Chiang Rai	178.00	4.00	13.50	94.00	4.00	26.33	259.00	8.00	67.63	11.82
Lampang	49.00	3.00	13.16	136.00	6.00	36.50	157.00	7.00	54.38	15.55
Lamphun	53.00	3.00	13.79	91.00	7.00	34.11	183.00	4.00	48.75	10.20
Mae Hong Son	38.00	2.00	8.21	168.00	4.00	26.17	323.00	8.00	93.50	13.98
Nan	82.00	4.00	14.75	107.00	6.00	31.56	168.00	7.00	55.25	12.44
Phrae	85.00	3.00	12.64	151.00	8.00	36.33	158.00	8.00	50.00	14.18
Phayao	38.00	3.00	10.87	99.00	5.00	33.17	246.00	9.00	54.14	12.69

The standard value (std.) for the 24-hour average concentration of $\text{PM}_{2.5}$ is 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ until May 31, 2023, and from June 1, 2023, onwards, the 24-hour average concentration of $\text{PM}_{2.5}$ is 37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Table 2 The concentrations of PM_{10} classified by seasons for 9 years from 2014 to 2022

Province	Rainy Season			Winter			Summer			Percent values > std.
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	
Chiang Mai	99.00	9.00	29.15	150.00	10.00	47.56	296.00	13.00	84.06	3.05
Chiang Rai	201.00	2.00	22.93	118.00	7.00	39.28	371.00	13.00	87.89	3.59
Lampang	100.00	5.00	25.54	204.00	8.00	56.91	229.00	11.00	90.28	4.89
Lamphun	90.00	8.00	25.21	165.00	10.00	51.64	243.00	15.00	74.11	2.07
Mae Hong Son	89.00	4.00	17.81	179.00	8.00	32.97	340.00	11.00	110.83	6.53
Nan	126.00	7.00	27.13	133.00	6.00	46.94	214.00	14.00	84.31	2.60

Table 2 (Continues)

Province	Rainy Season			Winter			Summer			Percent values > std.
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	
Phrae	104.00	1.00	24.44	179.00	11.00	54.46	209.00	13.00	77.28	2.82
Phayao	76.00	2.00	19.10	125.00	5.00	46.97	298.00	15.00	83.65	2.91

The standard value (std.) for the 24-hour average concentration of PM_{10} is $120 \mu g/m^3$.

Table 3 The concentrations of carbon monoxide gas classified by seasons for 9 years from 2014 to 2022

Province	Rainy Season			Winter			Summer			Percent values > std.
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	
Chiang Mai	2.80	0.00	0.70	5.30	0.00	0.94	4.40	0.00	1.13	0.00
Chiang Rai	3.90	0.00	0.44	8.30	0.00	0.56	3.40	0.00	0.75	0.00
Lampang	1.60	0.00	0.48	2.70	0.10	0.81	3.20	0.00	0.85	0.00
Lamphun	5.60	0.00	0.35	4.30	0.00	0.55	2.90	0.00	0.63	0.00
Mae Hong Son	5.70	0.00	0.46	7.70	0.00	0.65	5.00	0.00	0.92	0.00
Nan	2.63	0.00	0.43	2.50	0.00	0.51	2.40	0.00	0.72	0.00
Phrae	2.90	0.00	0.32	2.80	0.00	0.52	4.20	0.00	0.58	0.00
Phayao	4.90	0.00	0.30	2.60	0.00	0.47	5.10	0.00	0.60	0.00

The standard value (std.) for the 1-hour average concentrations of carbon monoxide gas is 30 ppm.

3.1.2.2 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

จาก Table 2 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 พบว่า ทุกจังหวัดจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการศึกษาของ Suburairat and Bunjongsiri (2020) ที่พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในฤดูแล้งจะสูงกว่าฤดูฝน และจากการวิเคราะห์พบว่า ในฤดูร้อนจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มากที่สุดเท่ากับ $110.83 \mu g/m^3$ และเมื่อพิจารณาร้อยละของจำนวนครั้งที่มีความเกินค่ามาตรฐานต่อจำนวนครั้งที่ตรวจวัดจะเห็นว่าจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีจำนวนครั้งที่มีความเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด (ร้อยละ 6.53) รองลงมาเป็นจังหวัดลำปาง (ร้อยละ 4.89) และจังหวัดเชียงราย (ร้อยละ 3.59) ตามลำดับ

3.1.2.3 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จาก Table 3 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 พบว่า ทุกจังหวัดจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ซึ่งฤดูร้อนจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 1.13 ppm และทุกจังหวัดภาคเหนือตอนบนมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ไม่เกินค่ามาตรฐาน

3.1.2.4 ปริมาณก๊าซโอโซน

จาก Table 4 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซโอโซนในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 พบว่า ทุกจังหวัดจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซโอโซนในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ซึ่งในฤดูร้อนจังหวัดพะเยามีค่าเฉลี่ยก๊าซโอโซนมากที่สุดเท่ากับ 45.75 ppb เมื่อพิจารณาร้อยละของจำนวนครั้งที่มีความเกินค่ามาตรฐานต่อจำนวนครั้งที่ตรวจวัดจะเห็นว่าจังหวัดลำปางและแพร่มีจำนวนครั้งที่มีความเกินค่ามาตรฐานมากที่สุด (ร้อยละ 1.94) รองลงมาเป็นจังหวัดลำพูน (ร้อยละ 1.80) และจังหวัดน่าน (ร้อยละ 1.38) ตามลำดับ

Table 4 The concentrations of ozone gas classified by seasons for 9 years from 2014 to 2022

Province	Rainy Season			Winter			Summer			Percent values > std.
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	
Chiang Mai	52.00	0.00	12.00	93.00	1.00	25.00	136.00	0.00	30.50	0.44
Chiang Rai	190.00	0.00	16.11	118.00	0.00	18.39	119.00	1.00	36.28	0.52
Lampang	98.00	0.00	20.33	110.00	1.00	25.61	140.00	1.00	45.17	1.94
Lamphun	91.00	0.00	20.20	105.00	0.00	26.20	127.00	0.00	40.00	1.80
Mae Hong Son	89.00	0.00	13.94	130.00	0.00	16.42	157.00	0.00	37.33	1.19
Nan	97.00	0.00	18.28	113.00	0.00	22.71	139.00	0.00	37.56	1.38
Phrae	98.00	0.00	19.04	176.00	0.00	24.22	139.00	0.00	43.61	1.94
Phayao	99.00	0.00	20.24	122.00	0.00	27.09	146.00	0.00	45.75	1.24

The standard value (std.) for the 1-hour average concentration of ozone gas is 100 ppb.

Table 5 The concentrations of nitrogen dioxide gas classified by seasons for 9 years from 2014 to 2022

Province	Rainy Season			Winter			Summer			Percent values > std.
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	
Chiang Mai	134.00	0.00	12.75	165.00	0.00	20.50	104.00	0.00	23.54	0.00
Chiang Rai	51.00	0.00	3.04	42.00	0.00	4.89	78.00	0.00	7.38	0.00
Lampang	34.00	0.00	3.88	69.00	0.00	9.22	64.00	0.00	9.07	0.00
Lamphun	81.00	0.00	6.11	71.00	0.00	12.53	94.00	0.00	12.11	0.00
Mae Hong Son	40.00	0.00	2.56	39.00	0.00	3.63	54.00	0.00	7.75	0.00
Nan	39.00	0.00	3.16	56.00	0.00	5.65	86.00	0.00	7.67	0.00
Phrae	95.00	0.00	5.12	70.00	0.00	10.36	63.00	0.00	11.06	0.00
Phayao	29.00	0.00	3.96	63.00	0.00	7.14	70.00	1.00	8.59	0.00

The standard value (std.) for the 1-hour average concentration of nitrogen dioxide gas is 170 ppb.

3.1.2.5 ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

จาก Table 5 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 พบว่า ทุกจังหวัดจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ยกเว้นจังหวัดลำปางและลำพูนจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในฤดูหนาวมากกว่าฤดูร้อน โดยในฤดูร้อนจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 23.54 ppb และทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ไม่เกินค่ามาตรฐาน

3.1.2.6 ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

จาก Table 6 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 พบว่า ทุกจังหวัดมีปริมาณ

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยจังหวัดเชียงใหม่และน่านมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ จังหวัดลำปางและลำพูนมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในฤดูหนาวสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูฝนตามลำดับ จังหวัดแพร่จะมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในฤดูหนาวสูงกว่าฤดูฝนและฤดูร้อนตามลำดับ และจังหวัดพะเยามีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาวตามลำดับ ซึ่งจังหวัดลำพูนมีค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากที่สุดเท่ากับ 1.89 ppb ในฤดูร้อน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยจำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - 2565 เห็นได้ว่าโดยภาพรวมมีปริมาณสารมลพิษทางอากาศในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ยกเว้นปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่เกินค่ามาตรฐาน ในทุกจังหวัด ได้แก่ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และปริมาณก๊าซโอโซน สำหรับปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ไม่เกิน

Table 7 (Continues)

The concentrations of air	Rainy Season		Winter		Summer		Statistics	df	P-value
pollutants	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR			
Lampang									
- PM _{2.5}	12.00	6.00	30.50	33.00	55.00	29.00	34.89	2	0.000*
- PM ₁₀	22.00	14.25	47.00	43.00	92.50	39.50	68.24	2	0.000*
- CO	0.44	0.16	0.81	0.30	0.83	0.28	45.07	2	0.000*
- O ₃	18.00	8.00	24.00	12.50	46.00	7.50	52.19	2	0.000*
- NO ₂	4.00	2.00	9.00	4.00	9.00	4.25	60.05	2	0.000*
- SO ₂	1.00	0.00	2.00	1.00	1.50	1.00	27.02	2	0.000*
Lamphun									
- PM _{2.5}	11.50	8.50	32.50	13.75	43.50	29.25	37.81	2	0.000*
- PM ₁₀	23.50	12.00	47.00	20.50	73.00	36.25	72.26	2	0.000*
- CO	0.34	0.13	0.51	0.20	0.61	0.29	40.89	2	0.000*
- O ₃	18.00	11.00	24.50	12.25	39.50	7.50	43.50	2	0.000*
- NO ₂	6.00	6.00	10.50	9.25	10.00	9.25	28.78	2	0.000*
- SO ₂	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.25	2.42	2	0.299
Mae Hong Son									
- PM _{2.5}	7.00	4.00	19.00	20.75	90.50	72.25	38.23	2	0.000*
- PM ₁₀	15.00	8.00	25.00	22.75	99.00	54.75	63.60	2	0.000*
- CO	0.42	0.24	0.62	0.17	0.92	0.52	34.09	2	0.000*
- O ₃	12.00	8.00	15.00	7.00	36.00	8.50	43.26	2	0.000*
- NO ₂	2.00	1.00	3.50	3.00	8.00	6.75	17.46	2	0.000*
- SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nan									
- PM _{2.5}	13.00	8.25	30.00	20.00	55.50	26.50	34.29	2	0.000*
- PM ₁₀	24.00	12.00	43.00	24.50	83.50	30.25	58.09	2	0.000*
- CO	0.44	0.25	0.50	0.24	0.75	0.20	30.49	2	0.000*
- O ₃	17.00	8.00	19.00	12.00	39.00	6.00	42.93	2	0.000*
- NO ₂	3.00	2.00	6.00	1.50	8.00	3.00	59.84	2	0.000*
- SO ₂	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.40	2	0.497
Phrae									
- PM _{2.5}	11.00	6.50	32.00	22.25	45.50	20.25	34.77	2	0.000*
- PM ₁₀	21.50	10.25	46.00	32.00	74.50	33.50	72.61	2	0.000*
- CO	0.30	0.19	0.51	0.25	0.61	0.30	40.25	2	0.000*
- O ₃	17.50	6.50	23.00	10.50	43.00	9.00	53.31	2	0.000*
- NO ₂	5.00	2.00	10.00	7.00	12.00	4.75	52.24	2	0.000*
- SO ₂	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	2	0.595

Table 7 (Continues)

The concentrations of air pollutants	Rainy Season		Winter		Summer		Statistics	df	P-value
	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR			
Phayao									
- PM _{2.5}	10.00	6.00	29.00	24.50	55.00	29.00	35.82	2	0.000*
- PM ₁₀	18.00	10.00	44.00	27.75	78.00	54.00	73.78	2	0.000*
- CO	0.27	0.13	0.44	0.20	0.61	0.24	46.71	2	0.000*
- O ₃	18.00	7.00	26.00	11.50	46.00	12.00	46.25	2	0.000*
- NO ₂	4.00	2.00	7.50	3.50	9.00	4.50	51.12	2	0.000*
- SO ₂	1.00	0.25	1.00	0.00	1.00	0.00	1.55	2	0.460

* significant difference (p < 0.05)

3.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณสารมลพิษทางอากาศ จำแนกตามฤดูกาล เฉลี่ย 9 ปี พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2565

จาก Table 7 แสดงค่ามัธยฐาน (Median) และพิสัยควอไทล์ (IQR) ของปริมาณสารมลพิษทางอากาศในแต่ละฤดูกาล และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จำแนกตามฤดูกาล ตั้งแต่ พ.ศ. 2557 - พ.ศ. 2565 ด้วยการทดสอบ Kruskal-Wallis Test พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ฤดูกาลสำหรับทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ดังนั้นจึงทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่เพื่อทดสอบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนของฤดูกาล คู่ใดที่แตกต่างกันโดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความแตกต่างกันทุกคู่ฤดูกาลในทุกจังหวัด โดยฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนจำแนกตามฤดูกาล พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ฤดูกาลสำหรับทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ดังนั้นจึงทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมีความแตกต่างกันทุกคู่ฤดูกาลในทุกจังหวัด โดยฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จำแนกตามฤดูกาล พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ฤดูกาลสำหรับทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ดังนั้น จึงทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า จังหวัดเชียงราย แม่ฮ่องสอน

น่าน และพะเยา มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์แตกต่างกันสำหรับทุกคู่ฤดูกาล ยกเว้นจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน และแพร่ ที่มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในฤดูร้อนไม่แตกต่างกับฤดูหนาว

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซโอโซนจำแนกตามฤดูกาล พบว่า ทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจะมีปริมาณก๊าซโอโซนแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ฤดูกาล ยกเว้นจังหวัดเชียงใหม่ และเมื่อทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณก๊าซโอโซนมีความแตกต่างกันทุกคู่ฤดูกาลโดยฤดูร้อนมีปริมาณสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์จำแนกตามฤดูกาล พบว่า ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ฤดูกาลสำหรับทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ดังนั้นจึงทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า จังหวัดน่านมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แตกต่างกันทุกคู่ฤดูกาล ยกเว้นจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน แพร่ และพะเยา ที่มีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในฤดูร้อนไม่แตกต่างกับฤดูหนาว ส่วนจังหวัดเชียงราย และแม่ฮ่องสอนมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในฤดูฝนไม่แตกต่างกับฤดูหนาว

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำแนกตามฤดูกาล พบว่า ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลของจังหวัดลำพูน น่าน แพร่ และพะเยา สำหรับจังหวัดอื่นในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจะมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ฤดูกาล และเมื่อทดสอบค่ามัธยฐานรายคู่โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยการทดสอบ Mann-Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

พบว่า จังหวัดลำปางมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในฤดูร้อนไม่แตกต่างกับฤดูหนาว ส่วนจังหวัดเชียงใหม่มีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในฤดูฝนไม่แตกต่างกับฤดูหนาว

4. สรุป

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณและเปรียบเทียบสารมลพิษทางอากาศโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของค่าเฉลี่ย สารมลพิษทางอากาศรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 จากกรมควบคุมมลพิษ ผู้วิจัยคัดเลือกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีการตรวจวัดค่าต่อเนื่อง เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัดของประเทศไทย ผลจากการศึกษาปริมาณสารมลพิษทางอากาศจำแนกตามฤดูกาลในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคม ก๊าซโอโซนมีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคมถึงเมษายน ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีปริมาณมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคมโดยจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงทุกเดือนเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ สำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในแต่ละเดือนโดยจังหวัดลำปางมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ สารมลพิษทางอากาศที่ก่อให้เกิดปัญหาขึ้นทุกจังหวัดในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ประกอบด้วย ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซโอโซน เนื่องจากพบว่าค่าที่เกินมาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสารมลพิษดังกล่าวพบว่า เมื่อฤดูกาลต่างกันปริมาณสารมลพิษจะแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาในภาพรวมพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยปริมาณสารมลพิษทางอากาศในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูหนาว และฤดูฝนตามลำดับ ยกเว้นปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

5. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และก๊าซโอโซนเป็นมลสารสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาสารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยปริมาณสารมลพิษดังกล่าวในฤดูร้อนจะสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ซึ่งฤดูร้อนจังหวัดที่ควรเฝ้าระวังการเกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงรายและเชียงใหม่ จังหวัดที่ควรเฝ้าระวังการเกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ลำปางและเชียงราย สำหรับจังหวัดที่ควรเฝ้าระวังการเกิดปัญหาก๊าซโอโซนมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดพะเยา ลำปางและแพร่ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดมลพิษ

ดังกล่าว และนำมากำหนดมาตรการในการป้องกันให้ตรงกับสภาพปัญหาสารมลพิษทางอากาศของแต่ละจังหวัด วิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมถึงรับมือกับปัญหาต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการอนุเคราะห์ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ และขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Attavanich, W. 2019. **Cost of Thai society from air pollution and countermeasures.** Available Source: <https://www.pier.or.th/abridged/2019/07/>, December 10, 2023. (in Thai)
- Attavanich, W. 2020. **Social Cost of air pollution from particulate matter 2.5 micrometers (PM2.5) in Thailand.** Working paper No.12/2020., Department of Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University. (in Thai)
- Eastern Economic Corridor (EEC) Office. 2020. **Simple knowledge dissemination documents About the public AERMOD weather model.** Available Source: <http://eec-mtp.onep.go.th/report/aermod-2020.pdf>, December 8, 2023. (in Thai)
- Hansongnem, S. and Boonyawat, S. 2010. The relationship between atmospheric aerosol and meteorological factors in Thailand : net radiation, air temperature, annual rainfall, relative humidity and wind speed, pp. 26-33. In 48th **Kasetsart University Annual Conference: Natural Resources and Environment.** Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Pochanaet, P. 2012. Air pollution and long-range transport in Asia: (1) East Asia. **NIDA Journal of Environmental Management** 8(1): 57-77. (in Thai)
- Pochanaet, P. 2014. Air pollution and long-range transport in Asia: (2) Southeast Asia. **Journal of Environmental Management** 10(2): 109-126. (in Thai)
- Pochanaet, P. 2016. The present state of urban air pollution problems in Thailand's large cities: cases of Bangkok, Chiang Mai and Rayong. **Journal of Environmental Management** 12(1): 113-132. (in Thai)

- Pollution Control Department. 2020. **Situation and management of air and noise pollution problems in Thailand.** Available Source: <https://www.pcd.go.th/publication/25841>, December 5, 2023. (in Thai)
- Pollution Control Department. 2022. **Situation and management of air and noise pollution problems in Thailand.** Available Source: <https://www.pcd.go.th/publication/30447>, December 11, 2023. (in Thai)
- Srinarang, T. and Ket-ord, R. 2020. Estimating the particulate matters (PM₁₀) with spatial interpolation methods in the northern of Thailand. **The Journal of Spatial Innovation Development** 1(2): 35-47. (in Thai)
- Suburairat, K. and Bunjongsiri, K. 2020. The quantitative relationships of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) in each region and season. **Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal** 6(1): 94-103. (in Thai)
- WHO. 2023. **Ambient (outdoor) air pollution.** Available Source: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), December 10, 2023.