Research Article

Received: December 14, 2018; Accepted: January 1, 2019

การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

Geoinformatics Application on Air Quality Assessment: A Case Study in Bangkok

มินตรา ผาระสิทธิ์ และธัญญรัตน์ ไชยคราม*

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Mintra Pharasit and Thanyarat Chaiyakarm*

Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences,

Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ข้อมูลสถิติการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560 ซึ่งจัดเก็บโดยสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง โดยการประมาณค่าในช่วง (interpolation) พบว่าสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทั้ง 6 ชนิด มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศทุกชนิด สารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมีการแพร่กระจายที่ความเข้มข้นสะสมรวมรายปีสูงสุด คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) รองลงมา คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ตามลำดับ การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ 2 ปัจจัย คือ มลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการหาค่าความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 8,546 โรงงาน พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมมาก คือ พื้นที่ฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ ตอนกลาง และทางทิศใต้ของกรุงเทพมหานคร 30 เขต สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงสุด คือ ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ตามลำดับ มลพิษที่เกิดจากปัญหาการจราจรแออัดจากเส้นทางการจราจรหลัก 13 เส้นทาง ที่ประสบกับปัญหาการจราจร เมื่อหาความสัมพันธ์ของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากช่วงเวลาตามเกณฑ์มาตรฐานของการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่าพื้นที่ตำแหน่งจราจรที่มีความแออัดมาก มี 5 เขต ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ตอนกลาง รองลงมา คือ ฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานคร โดยพบว่าสาร

***ผู้รับผิดชอบบทความ :** cherry.mrtech@gmail.com

doi: 10.14456/tstj.2020.61

ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการจราจรแออัดที่พบมากที่สุด คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) รองลงมา คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ตามลำดับ ช่วงเวลาที่เกิดมลพิษสูงสุด คือ 04:00-08:00 น. และ 16:00-20:00 น. เนื่องจากเป็นเวลาเร่งด่วนในการเดินทางออกไปทำงาน และในช่วงเย็นเป็นเวลาเร่งด่วนในการเดินทางกลับไปยังที่พักอาศัย จึงมักทำให้เกิดปัญหาจราจรแออัดมากในช่วงเวลานี้อยู่เสมอ และผลการวิเคราะห์หาพื้นที่เฝ้าระวังปัญหามลพิษทางอากาศพื้นที่กรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2560 พบว่าพื้นที่ที่ควรจัดเป็นพื้นที่เฝ้าระวังปัญหามลพิษทางอากาศมีทั้งหมด 47 เขต โดยพบมากที่สุดในเขตดอนเมือง หลักสี่ ลาดพร้าว จตุจักร และเขตพื้นที่ที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทางทิศใต้ และตอนกลางของกรุงเทพมหานคร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อมลพิษทางอากาศมากที่สุดเกิดจากการจราจรแออัด รองลงมา คือ มลพิษทางอากาศที่พบจากโรงงานอุตสาหกรรม

คำสำคัญ : คุณภาพอากาศ; มลพิษทางอากาศ; ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์; การประมาณค่าในช่วง

Abstract

The purposes of this research were (1) to analyze the concentration of air pollutants distributed in Bangkok area. According to the statistics, gathered by interpolation method of air quality measurement in Bangkok area and conducted by Air Quality and Sound Management Office Pollution Control Department in 2017, the concentration rates of all six-air pollutant distribution were exceeded the air quality standard. The air polluted substance with the highest concentration was dust particles less than 10 microns (PM_{10}). The second highest pollutant concentration was nitrogen dioxide (NO_2), following by ozone (O_3), dust particles less than 2.5 microns ($PM_{2.5}$), sulfur dioxide (SO_2) and carbon monoxide (CO), respectively. (2) To analyze factors affecting the distribution of air pollutants. The first source of air pollutant was industrial factory emission. By researching the concentration of 8,546 industrial factories in Bangkok, it was concluded that the high concentration areas are located in southwest, middle, and south of Bangkok, with 30 areas in total. Furthermore, the significant industrial factory substances caused air pollution the most were ozone (O_3), dust particles less than 10 microns (PM_{10}), carbon monoxide (CO), dust particles less than 2.5 microns ($PM_{2.5}$), sulfur dioxide (SO_2), and nitrogen dioxide (NO_2). Another significant source of air pollutant was from traffic. 13 Heavy traffic routes in Bangkok were used to analyze the correlation of air pollutions during the specific time in Bangkok area. The result revealed that there are 5 areas with extremely heavy traffic jam, which are mostly located in the city center followed by the area in the eastern part of the city. By this, the substances from the traffic that caused air pollution the most were carbon monoxide (CO), dust particles less than 10 microns (PM_{10}), ozone (O_3), dust particles less than 2.5 microns ($PM_{2.5}$), nitrogen dioxide (NO_2), and sulfur dioxide (SO_2),

respectively. The durations with the highest pollution were 4 am to 8 am and 4 pm to 8 pm, since they were the rush hours for people to go to work and to go back to their residences that, consequently, caused heavy traffic. Specifically, the carbon dioxide (CO_2) caused by vehicles. The result of analyzing the surveillance areas of air pollution in Bangkok in 2017 claimed that there are 47 areas needed to be inspected, mostly located in Don Mueng, Lak-sii, Lao-prao, Chatuchak, and the areas in the southwest, the south, and the center of Bangkok. The most significant factor which affected air pollution was traffic pollutants and the second most was industrial factory emission.

Keywords: air quality; air pollution; geographic information system; interpolation

1. บทนำ

มลพิษทางอากาศ (air pollution) เป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในเขตเมืองใหญ่ ๆ ทั่วโลก [1,2] ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติ เป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ [3] ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันส่วนใหญ่ล้วนเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์แทบทั้งสิ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการมุ่งพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อนำประเทศไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรม จึงก่อให้เกิดการขยายตัวของการก่อสร้างที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนก่อสร้างถนนเพื่ออำนวยความสะดวกด้านการคมนาคมขนส่ง มลพิษทางอากาศส่วนใหญ่มักเกิดในบริเวณที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมต่าง ๆ และในบริเวณที่มีการจราจรแออัด [11] มลพิษเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ เช่น การหายใจขัดข้อง อักเสบ ไอ ปวดหน้าอก และยังมีผลกระทบต่อระบบหัวใจและปอด ทั้งด้านกลิ่นและความรำคาญ [9] นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอันตรายต่อพืชและสัตว์ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมและเป็นแหล่งธุรกิจของประเทศไทย ทำให้นักธุรกิจจำนวนมากเข้ามาลงทุน มีการก่อสร้างต่าง ๆ เกิดขึ้นมาก ทั้งโครงการสังหาริมทรัพย์และอสังหาริมทรัพย์ [4] ความเจริญของกรุงเทพมหานครทำให้มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดความต้องการในการเดินทางและการขนส่งมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรที่แออัดเข้าขั้นวิกฤต ทำให้กรุงเทพมหานครในปัจจุบันกำลังเผชิญกับสภาพอากาศเป็นมลพิษสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีสาเหตุสำคัญเกิดจากการเจือปนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพ [1] กรมควบคุมมลพิษได้ออกมาแจ้งเตือนประชากรเมื่อต้นปี พ.ศ. 2560 ที่ผ่านมาว่าพบพื้นที่บริเวณริมถนนพระราม 4 ริมถนนอินทรพิทักษ์ ลาดพร้าว ริมถนนพญาไท เขตบางนาและเขตวังทองหลางที่ประสบกับปัญหาปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้เกินค่ามาตรฐานในปริมาณมากและเป็นระยะเวลานานติดต่อกันหลายวัน ทำให้ประชากรที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าวเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและโรคหลอดเลือด ควรหลีกเลี่ยงการออกภายนอกอาคาร หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรสวมหน้ากากหรือใช้ผ้าปิดจมูก ประชากรทั่วไปขอให้ติดตามข่าวสารและปฏิบัติตามข้อแนะนำจากภาคราชการ และหากเกิด

อาการเจ็บป่วยควรปรึกษาแพทย์ [2] นอกจากนี้สารมลพิษทางอากาศยังทำให้วัสดุต่าง ๆ เสียหาย เกิดการสึกกร่อนหรือเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้อาคารผุกร่อน ซึ่งหากไม่รีบดำเนินการแก้อาจส่งผลให้ปัญหาดังกล่าวขยายวงกว้างและมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น [6]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษและวิเคราะห์ความสัมพันธ์การแพร่กระจายของก๊าซมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system) การประมาณค่าในช่วง (interpolation) ด้วยหลักการ IDW ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าในช่วงตามระยะทางที่ไกลออกไปจะได้รับผลกระทบตามระยะทาง โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลต่อเนื่องที่สามารถประมาณค่าจากจุดข้างเคียง วิธีนี้เหมาะสำหรับการทำนายจุดภาพในข้อมูลประเภทแรสเตอร์ (raster) จากข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด มาวิเคราะห์การแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศออกมาในรูปแบบแผนที่เฝ้าระวังสารที่ก่อให้เกิดมลพิษ โดยนำค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษแต่ละประเภทมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศและช่วงเวลาที่เกิดมลพิษและผลกระทบที่เกิดกับประชากร ซึ่งจะแสดงผลที่ได้จากการศึกษาในรูปแบบของแผนที่เพื่อนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เฝ้าระวังมลพิษทางอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้เพื่อวางแนวทางในการแก้ไขบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์ความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

2.2 ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

2.3 เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินพื้นที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง

3. อุปกรณ์วิธีการวิจัย

3.1 ขอบเขตการศึกษา

3.1.1 แผนที่ภูมิประเทศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มาตราส่วน 1 : 50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร บันทึกในรูปแบบดิจิตอล และกำหนดพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator) WGS 1984 Zone 47 เพื่อใช้เป็นแผนที่อ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทย เป็นศูนย์กลางการปกครอง เศรษฐกิจ การศึกษา วัฒนธรรม มีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรูปแบบพิเศษ ซึ่งทำหน้าที่บริหารเขตการปกครองพิเศษกรุงเทพมหานคร ตามกฎหมายปัจจุบัน โดยมีเขตการปกครองในกรุงเทพมหานครแบ่งเป็น 50 เขตการปกครอง

3.1.2 ข้อมูลสถิติการตรวจวัดสารที่ก่อให้เกิดมลพิษและมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับกรุงเทพมหานคร จากค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ (1) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) (2) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) (3) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) (4) ก๊าซโอโซน (O_3) (5) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และ (6) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) โดยวิเคราะห์จากข้อมูลสถิติเป็นรายชั่วโมง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 และคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

3.1.3 การวิจัยจะเลือกการวิเคราะห์ปัญหามลพิษทางอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครโดยใช้วิธีการประมาณค่าในช่วง (interpolation) ด้วยหลักการ IDW ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าในช่วงตามระยะทางที่ไกลออกไปจะได้รับผลกระทบตามระยะทาง ซึ่งวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษแต่ละประเภทที่ได้จากสถานีตรวจวัด 18 สถานี ที่ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล และดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์การแพร่กระจายของก๊าซมลพิษทางอากาศแต่ละชนิด โดยใช้วิธีการซ้อนทับข้อมูล (overlay) เป็นการนำข้อมูลความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษแต่ละประเภทในแต่ละเดือนมาซ้อนทับข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เฝ้าระวังมลพิษทางอากาศ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บ

(1) ข้อมูลตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 18 สถานี จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อยู่ภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 12 สถานี ได้แก่ (1) ริมถนนทางหลวงหมายเลข 3902 ตอนพระประแดง-บางแค (2) กรมอุตุนิยมวิทยาบางนา (3) เคหะชุมชนคลองจั่น (4) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ (5) การไฟฟ้าย่อยธนบุรี (6) สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย (7) กรมประชาสัมพันธ์ (8) โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) (9) มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (10) การเคหะชุมชนดินแดง (11) สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง และ (12) โรงเรียนนนทรีวิทยา และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อยู่ในพื้นที่เขตปริมณฑลรอบข้างกรุงเทพมหานคร 6 สถานี ได้แก่ (1) นนทบุรี-การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2) นนทบุรี-มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (3) สมุทรปราการ-ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและทุพพลภาพ (4) สมุทรปราการ-โรงไฟฟ้าพระนครใต้ (5) สมุทรปราการ-บ้านพักกรมอุตสาหกรรมพื้นฐาน และ (6) สมุทรสาคร-โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

(2) ข้อมูลตำแหน่งของสัญญาณไฟจราจรที่มักประสบกับปัญหาจราจรแออัดในเส้นทางหลัก 13 เส้นทาง ได้แก่ (1) ถนนพหลโยธิน (2) ถนนรัชดาภิเษก (3) ถนนสาทร (4) ถนนพระราม 4 (5) ถนนเพชรบุรี (6) ถนนรามคำแหง (7) ถนนลาดพร้าว (8) ถนนเกษตร-นวมินทร์ (9) ถนนรามอินทรา (10) ถนนวิภาวดีรังสิต (11) ถนนราชดำเนินกลาง (12) ถนนแจ้งวัฒนะ และ (13) ถนนศรีนครินทร์ จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนาม โดยใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยสมาร์ทโฟน (assisted global positioning system, A-GPS)

3.2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นการรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 8,546 โรงงาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมกับของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและความหนาแน่นของตำแหน่งจุดปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จากกรมควบคุมมลพิษ

3.2.3 รวบรวมสถิติข้อมูลการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศโดยทั่วไปทั้ง 6 ชนิด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 โดยนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเป็นรายวันและรายชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง ในพื้นที่ศึกษาที่มีค่าความเข้มข้นของการแพร่กระจายเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดจากกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 1

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Table 1 Thailand ambient air quality standard (24-hr average)

Pollutants	Standards
1. Carbon monoxide (CO)	< 0.09 ppm. (0.10 microns/m^3)
2. Nitrogen dioxide (NO_2)	< 0.10 ppm. (0.19 microns/m^3)
3. Ozone (O_3)	< 0.01 ppm. (0.02 microns/m^3)
4. Sulfur dioxide (SO_2)	< 0.12 ppm. (0.30 microns/m^3)
5. PM_{10}	<0.12 microns/m^3
6. $PM_{2.5}$	< 0.05 microns/m^3

Source: Pollution Control Department Bangkok, Thailand, 2015

3.3.1 นำเข้าข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศกรุงเทพมหานคร มาตราส่วน 1 : 50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหารบันทึกในรูปแบบดิจิตอล และกำหนดพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM WGS 1984 Zone 47 เพื่อใช้เป็นแผนที่อ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ

3.3.2 นำเข้าข้อมูลตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 18 สถานี และข้อมูลตำแหน่งของสัญญาณไฟจราจรที่มักประสบกับปัญหาจราจรแออัด 13 เส้นทาง ที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนาม มาสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และนำเข้าข้อมูลเชิงตาราง (attribute data) ให้อยู่ในรูปแบบ shapefile โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS Desktop 10.5 [10] พร้อมทั้งแปลงระบบพิกัดให้เป็นระบบเดียวกัน คือ ระบบอ้างอิง UTM WGS 1984 Zone 47

3.3.3 รวบรวมข้อมูลที่ได้รับการอนุเคราะห์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลสถิติการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 จากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงและหาค่าเฉลี่ยเป็นรายเดือนด้วยโปรแกรม Microsoft Excel จากนั้นคำนวณหาค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดในแต่สถานีในแต่ละเดือน โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในพื้นที่ศึกษาที่มีค่าความเข้มข้นของการแพร่กระจายเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดจากกรมควบคุมมลพิษ ดังแสดงในตารางที่ 1

3.3.4 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศด้วยคำสั่ง Interpolation [7] ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์จากเครื่องมือการวิเคราะห์ ArcToolbox เรียกใช้งานจาก Extension: 3D Analyst ในฟังก์ชัน Raster Interpolation ด้วยวิธีการ IDW เพื่อวิเคราะห์เส้นชั้นปริมาณข้อมูลค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ค่าความเสี่ยงระดับเฉลี่ยและเสี่ยงระดับสูงสุดจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 18 สถานี ที่คลอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยจากการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากข้อมูล ค่าความเข้มข้นของสารในระดับค่าเฉลี่ย (average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (maximum) ของสารแต่ละชนิด ดังสมการที่ 1

$$Z_j = \frac{\sum_i^n (\frac{Z_i}{d_{ij}^n})}{\sum_i^n (\frac{1}{d_{ij}^n})} \quad (1)$$

เมื่อให้ Zj คือ ค่าของจุดที่ทราบค่า; dij คือ ระยะทางจากจุดที่ทราบค่า; Zj คือ จุดที่ไม่ทราบค่า; N คือ จำนวนนับ

3.3.5 นำค่าความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดมาแบ่งเป็นพื้นที่เฝ้าระวังคุณภาพอากาศเป็น 5 ระดับ ด้วยเทคนิคการแบ่งช่วงชั้นแบบ natural breaks คือ ระดับเสี่ยงมากที่สุด ระดับเสี่ยงมาก เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงน้อย และเสี่ยงน้อยมาก ด้วยฟังก์ชัน reclassify

3.3.6 ศึกษาและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศกับปริมาณความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากการนำเข้าตำแหน่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานคร 8,546 โรงงาน จากนั้นวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของตำแหน่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นจุดกำเนิดมลพิษทางอากาศอีกช่องทางหนึ่ง แล้วทำเป็น 3 ระดับ ด้วยเทคนิคการแบ่งช่วงชั้นแบบ natural breaks ระดับความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม คือ ระดับความหนาแน่นมาก ระดับความหนาแน่นปานกลางและระดับความหนาแน่นน้อย

3.3.7 ศึกษาและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของมลพิษทางอากาศที่เกิดจากปัญหาการจราจรแออัดหรือหมอกควันจากยานพาหนะจากการนำเข้าตำแหน่งของสัญญาณไฟจราจรที่มักประสบกับปัญหาจราจรติดขัด ซึ่งถนนที่มักประสบปัญหาจราจรติดขัดในกรุงเทพมหานคร 13 เส้นทางหลักของพื้นที่กรุงเทพมหานคร แล้วหาความสัมพันธ์ของการเกิดมลพิษทางอากาศจากช่วงเวลาตามเกณฑ์ของการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานครทั้ง 6 ช่วงเวลา [5] คือ ช่วงที่ 1 เวลา 00:00-04:00 น. ช่วงที่ 2 เวลา 04:00-08:00 น. ช่วงที่ 3 เวลา 08:00-12:00 น. ช่วงที่ 4 เวลา 12:00-16:00 น. ช่วงที่ 5 เวลา 16:00-20:00 น. ช่วงที่ 6 เวลา 20:00-24:00 น.

3.3.8 วิเคราะห์และประเมินพื้นที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของข้อมูลสารที่ก่อให้เกิดมลพิษที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง ทั้ง 6 ชนิด ในแต่ละเดือน จากนั้นนำมาซ้อนทับ (overlay) กับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทั้งต้นกำเนิดของมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม และมลพิษทางอากาศที่เกิดจากปัญหาการจราจรติดขัด หรือหมอกควันจากยานพาหนะ เพื่อจัดทำแผนที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

การวิจัยพบว่าสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง โดยสารที่มีความเข้มข้นสะสมรวมรายปีที่มีความเข้มข้นสูงสุด คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นสะสมรวมในการแพร่กระจายสูงสุด (1,452.22 $\mu g/m^3$) รองลงมา คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยมีความเข้มข้นสะสมรวม 841.87 ppb, 980.35 ppb, 468.96 $\mu g/m^3$, 278.16 ppb และ 30.81 ppm ตามลำดับ สารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดเป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2560 โดยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (136.3 $\mu g/m^3$) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม (135 ppb) ก๊าซโอโซน (O_3) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจาย

สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน (169 ppb) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนธันวาคม (88.04 $\mu g/m^3$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (147 ppb) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม (7.4 ppb) ดังตารางที่ 2 และสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ล้วนแต่มีความเข้มข้นสูงที่สุดในการแพร่กระจายในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ชั้นบรรยากาศมีความชื้นน้อย อากาศแห้ง ทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กฟุ้งกระจายได้ง่าย ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ หากได้รับสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน อาจทำให้เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อปอด อาจทำให้เกิดผังผืดหรือแผลในปอดได้ ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพ เกิดโรคหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และเกิดโรคระบบทางเดินหายใจและมีการติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้ กรุงเทพมหานครมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อการแพร่กระจายของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ความเสี่ยงมากที่สุด คือ เขตดอนเมือง หลักสี่ บางเขน จตุจักร ลาดพร้าว บึงกุ่ม คันนายาว สะพานสูง วังทองหลาง ห้วยขวาง ดินแดง บางกะปิ พญาไท ราชเทวี ดุสิต บางซื่อ บางพลัด ยานนาวา สาทร พระนคร บางกอกน้อย บางกอกใหญ่ คลองเตย คลองสาน บางบอน และบางขุนเทียน เขตพื้นที่นอกจากนี้จะได้รับความเสี่ยงปานกลางและความเสี่ยงน้อย แต่ไม่พบพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศเลย ผลการหาค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ในปี พ.ศ. 2560 (ตารางที่ 2 และรูปที่ 1) และแบ่งตามชนิดของสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ (รูปที่ 2)

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ในปี พ.ศ. 2560 เพื่อประเมินพื้นที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษจากค่าเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด (รูปที่ 1)

การวิเคราะห์แผนที่พื้นที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทั้ง 6 ชนิด ในปี พ.ศ. 2560 พบว่ากรุงเทพมหานครส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ควรเฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษในระดับความเสี่ยงปานกลางจนกระทั่งระดับความเสี่ยงมากที่สุด

Table 2 The maximum monthly concentration rate of the air pollutant distribution in 2017

สารที่ก่อให้เกิดมลพิษ	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ฝุ่นละออง PM_{10}	126.6	136.3	126	86.42	88.25	98.96	88.42	106.5	103	112.9	107.7	121
NO_2	127	124	135	88	81	49	90.58	101.7	93.46	118.2	108.5	107.9
O_3	153	128	115	120	136	104	67	80	128	125	169	117
ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$	62.17	85.88	85.79	50.25	42.08	31.54	31.32	37	41.67	60.61	70.33	88.04
SO_2	90	147	73	91	34	34	29	25	23	21	105	121
CO	5.1	6.8	7.4	2.5	1.7	1.9	3.87	2.2	2.2	2.8	3.3	2.2

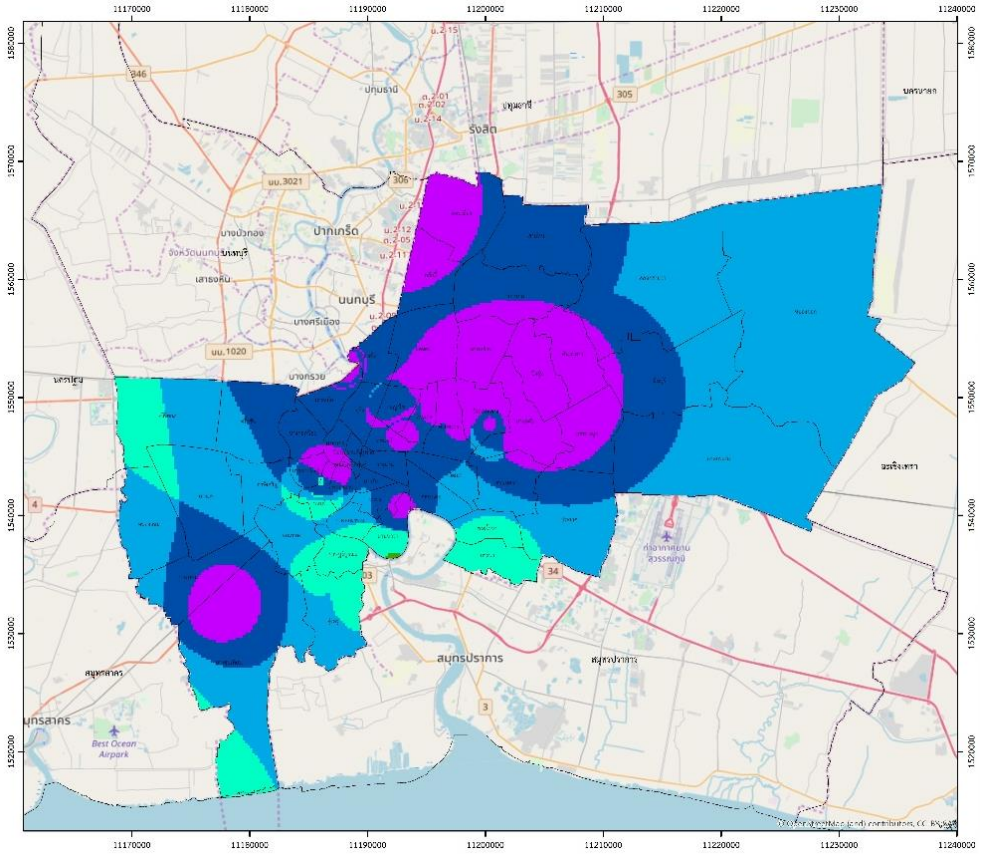

Figure 1 Map of the surveillance areas of the air pollutant distribution in 2017

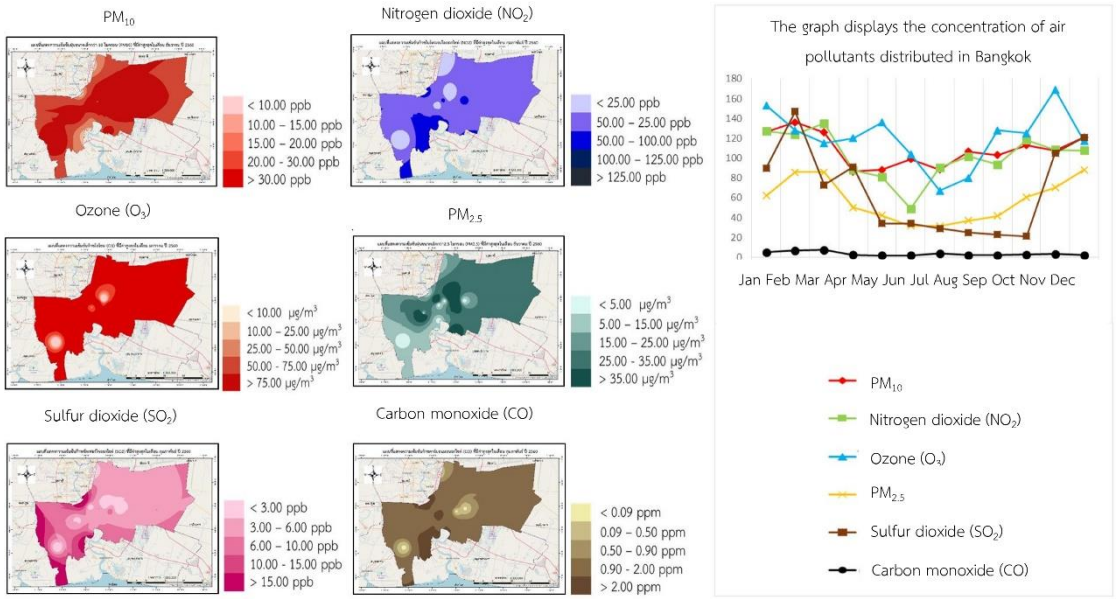

Figure 2 Maps of the air pollutant distribution in 24-hr average

4.2 การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ 2 ประการ กล่าวคือ ประการแรกมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีการกระจุกตัวของโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นและมีจำนวนมาก ประการที่สองมลพิษจากการจราจรแออัด เนื่องเป็นพื้นที่เป็นศูนย์กลางทางธุรกิจที่หนาแน่น สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศประการแรก คือ มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยหาความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม 8,546 โรงงาน แล้วแบ่งระดับความหนาแน่นของที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเป็น 3 ระดับ ด้วยเทคนิคการแบ่งช่วงชั้นแบบ natural breaks คือ (1) เขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นมาก (2) เขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นปานกลาง และ (3) เขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นน้อย และการหาค่าความหนาแน่นของพื้นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าเขตพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่อย่างหนาแน่นมากอยู่ทางฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ ตอนกลาง และทางทิศใต้ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวนมากถึง 30 เขต สำหรับเขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นปานกลางมี 13 เขต ที่ตั้งอยู่ในส่วนกลาง ฝั่งตะวันออก และส่วนเหนือในบางส่วน

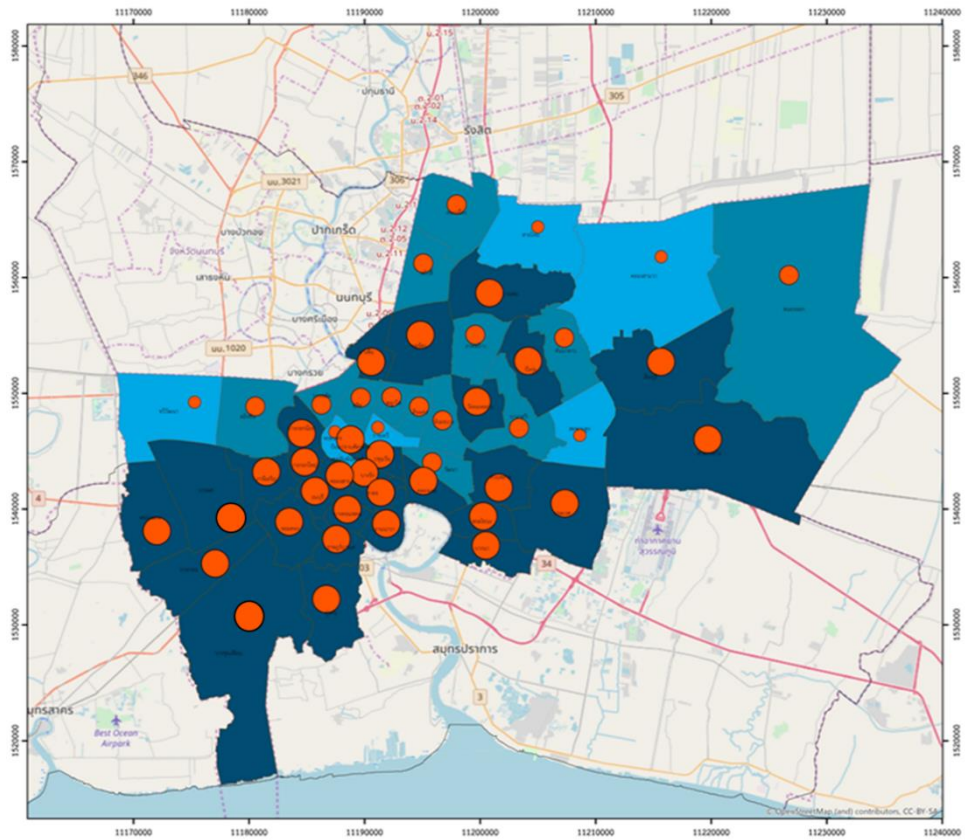

Figure 3 Map of the density of the air pollutant distribution caused by industrial factories in Bangkok

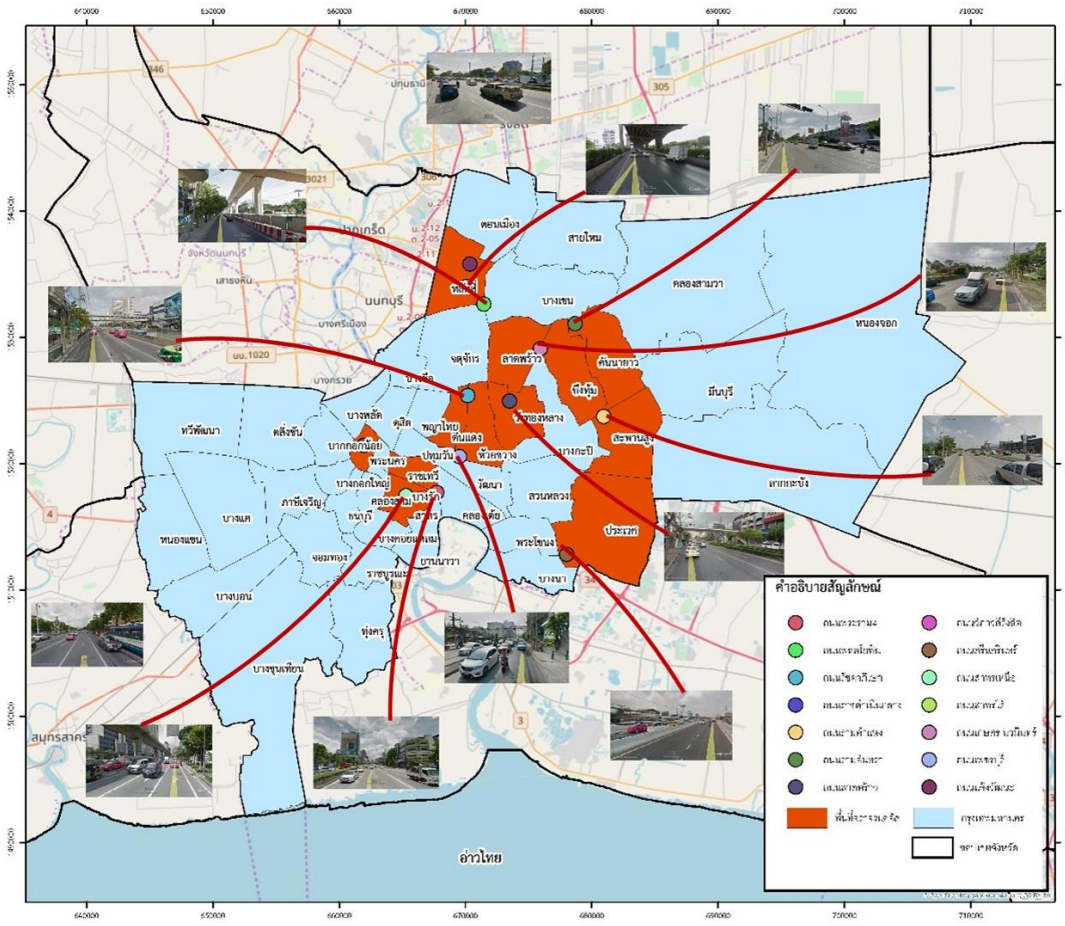

Figure 4 Maps of the extremely heavy traffic jam in Bangkok

ของกรุงเทพมหานคร และเขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นน้อยมีเพียง 7 เขต ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร ปริมาณความเข้มข้นในการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงสุดในปี พ.ศ. 2560 คือ ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ตามลำดับ ซึ่งเกิดมากที่สุดในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเดือนเมษายน สามารถแสดงแผนที่ความหนาแน่นในการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2560 ดังรูปที่ 3

4.2.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศประการที่สอง คือ มลพิษจากการจราจรแออัด เส้นทางการจราจรหลัก 13 เส้นทาง ที่เกิดปัญหาการการจราจรแออัดหนาแน่น เพื่อหาความสัมพันธ์ของการเกิดมลพิษทางอากาศจากช่วงเวลาตามเกณฑ์ของการจราจรในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่ามลพิษทางอากาศที่เกิดจากปัญหาการจราจรเกิดจากควันและการสันดาปจากยานพาหนะไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศหลักของพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยพื้นที่

ตำแหน่งจราจรแออัดที่มีความหนาแน่นขั้นวิกฤตมี 5 เขต ส่วนใหญ่อยู่ในส่วนกลางของพื้นที่กรุงเทพมหานคร รองลงมา คือ ฝั่งตะวันออกของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ถนนพหลโยธิน ถนนรัชดาภิเษก ถนนสาทร ถนนพระราม 4 ถนนเพชรบุรี ถนนรามคำแหง ถนนลาดพร้าว ถนนเกษตร-นวมินทร์ ถนนรามอินทรา ถนนสาทรเหนือ ถนนวิภาวดีรังสิต ถนนราชดำเนินกลาง ถนนแจ้งวัฒนะ และถนนศรีนครินทร์ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตพระนคร บางรัก สาทร ปทุมวัน ห้วยขวาง วังทองหลาง ดินแดง ประเวศ สะพานสูง คันนายาว ลาดพร้าวหลักสี่ และเขตบึงกุ่ม (รูปที่ 4) ตามลำดับ โดยพบว่าสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการจราจรแออัดหนาแน่นที่พบมากที่สุด คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ที่เกิดจากการสันดาป ไอเสีย หมอก และควันไม่สมบูรณ์ รองลงมา คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจน ไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุด 18.4 ppm, 588 $\mu g/m^3$, 465 ppb, 475 $\mu g/m^3$, 352 ppb และ 42 ppb ตามลำดับ ช่วงเวลาที่เกิดมลพิษสูงสุด คือ ช่วงเวลา 04:00-08:00 น. และ 16:00-20:00 น. เนื่องจากเป็นเวลาเร่งด่วนในการเดินทางออกไปทำงาน และในช่วงเย็นเป็นเวลาเร่งด่วนในการเดินทางกลับไปยังที่พักอาศัย จึงมักทำให้เกิดปัญหาจราจรแออัดหนาแน่นมากในช่วงเวลานี้อยู่เสมอ

รูปที่ 4 คือ แผนที่แสดงตำแหน่งจราจรที่มีความแออัดจากเส้นทางการจราจรหลัก พบว่าพื้นที่ที่เกิดปัญหาการการจราจรแออัดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่อยู่ในตอนกลางกรุงเทพมหานครและพื้นที่ที่มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ในเขตปริมณฑลที่เป็นทางผ่านในการสัญจรเข้าสู่ในกรุงเทพมหานครชั้นใน ซึ่งเป็นพื้นที่ย่านธุรกิจใจกลางกรุงเทพมหานคร

4.3 การประเมินพื้นที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง ร่วมกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

การวิเคราะห์หาพื้นที่เฝ้าระวังปัญหามลพิษทางอากาศพื้นที่กรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2560 พบว่าพื้นที่ที่ควรจัดเป็นพื้นที่เฝ้าระวังปัญหามลพิษทางอากาศมีทั้งหมด 47 เขต โดยมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงมากที่สุดมี 29 เขต ได้แก่ ดอนเมือง หลักสี่ ลาดพร้าว จตุจักร บางกะปิ บึงกุ่ม คันนายาว สะพานสูง บางขุนเทียน บางบอน บางแค วังทองหลาง ห้วยขวาง วัฒนา คลองเตย ยานนาวา ทุ่งครุ ดินแดง พญาไท ราชเทวี ปทุมวัน บางรัก สาทร บางกอกใหญ่ ธนบุรี คลองสาน พระนคร จอมทอง และเขตสายไหม พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงมากมี 12 เขต ได้แก่ หนองจอก บางเขน ป้อมปราบศัตรูพ่าย พระโขนง มีนบุรี ลาดกระบัง สัมพันธวงศ์ บางกอกน้อย หนองแขม ประเวศ คลองสามวา และทวีวัฒนา พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงปานกลางมี 6 เขต ได้แก่ บางซื่อ บางพลัด ดุสิต ตลิ่งชัน ภาษีเจริญ และสวนหลวง มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความน้อย 3 เขต ได้แก่ ราษฎร์บูรณะ บางคอแหลม และบางนา แต่ไม่พบพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยได้แบ่งโซนพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงมากที่สุดเป็น 4 โซน (รูปที่ 5) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 โซนที่ 1 เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่หนาแน่นมาก พบปริมาณของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) มีการแพร่กระจายมากที่สุด รองลงมา คือ ก๊าซโอโซน (O_3) ก๊าซคาร์บอน มอนอกไซด์ (CO) ได้แก่ บางขุนเทียน บางบอน บางแค และจอมทอง ช่วงเวลาที่มีการแพร่กระจายมากที่สุด คือ เวลา 04:00-08:00 น.

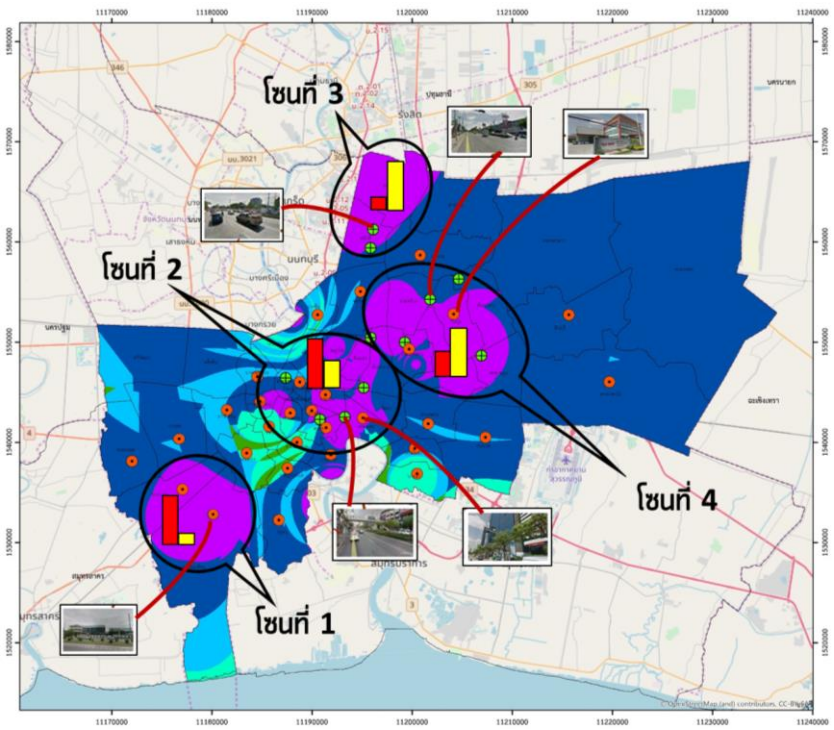

Figure 5 Map of the surveillance areas of air pollution in Bangkok in 2017

4.3.2 โซนที่ 2 เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นมากและเส้นทางการจราจรหลักจราจรติดขัด โดยพบฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซโอโซน (O_3) มีการแพร่กระจายมากที่สุด ได้แก่ พญาไท ดินแดง ราชเทวี ปทุมวัน วัฒนา คลองเตย ยานนาวาสาทร ทุ่งครุ บางกอกใหญ่ ธนบุรี พระนคร และคลองสาน ช่วงเวลาที่มีการแพร่กระจายมากที่สุด คือ เวลา 12:00-16:00 น.

4.3.3 โซนที่ 3 เป็นพื้นที่ที่พบการจราจรติดขัดมากถึงขั้นวิกฤต โดยพบก๊าซโอโซน (O_3) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีการแพร่กระจายมากที่สุด ได้แก่ ดอนเมือง หลักสี่ และสายไหม ช่วงเวลาที่มีการแพร่กระจายมากที่สุด คือ เวลา 16:00-20:00 น.

4.3.4 โซนที่ 4 เป็นพื้นที่ที่มีเส้นทางการจราจรหลักติดขัดมากถึงขั้นวิกฤตและมีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นมาก โดยพบก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีการแพร่กระจายมากที่สุด ได้แก่ ลาดพร้าว จตุจักร บางกะปิ บึงกุ่ม คันนายาว สะพานสูง วังทองหลาง ห้วยขวาง และเขตบางรัก ช่วงเวลาที่มีการแพร่กระจายมากที่สุด คือ เวลา 16:00-20:00 น.

5. อภิปรายและสรุป

การประยุกต์สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร สรุปได้ว่าการวิเคราะห์ความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 18 สถานี ที่ครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อยู่รอบข้างพื้นที่กรุงเทพมหานคร 6 สถานี และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่อยู่ในพื้นที่กรุงเทพ มหานคร 12 สถานี ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้การประมาณค่าในช่วง

(interpolation) ด้วยหลักการ IDW ตามหลักการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ โดยมีวิธีการดำเนินการที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญญรัตน์ และสุเพชร (2557) พบว่าสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศทุกชนิด สารที่มีการแพร่กระจายสะสมรวมรายปีที่มีความเข้มข้นสูงสุด คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) รองลงมา คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซโอโซน (O3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ตามลำดับ สารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดเป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2560 พบว่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม ก๊าซโอโซน (O_3) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนธันวาคม ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ สรุปได้ว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม และมลพิษจากการจราจรแออัด ปัจจัยที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศสูงสุด คือ มลพิษจากการจราจรแออัด โดยพบว่าสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่พบมากที่สุด คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) รองลงมา คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ตามลำดับ ช่วงเวลาที่เกิดมลพิษสูงสุด คือ ช่วงเวลา 04:00-08:00 น. และ 16:00-20:00 น. เนื่องจากเป็นเวลาเร่งด่วนในการเดินทางออกไปทำงาน และในช่วงเย็นเป็นเวลาเร่งด่วนในการเดินทางกลับไปยังที่พักอาศัย จึงมักทำให้เกิดปัญหาจราจรแออัดหนาแน่นมากในช่วงเวลานี้อยู่เสมอ ซึ่งพบว่าพื้นที่ตำแหน่งจราจรแออัดที่มีความหนาแน่นขั้นวิกฤตมี 5 เขต ส่วนใหญ่อยู่ในส่วนกลางของพื้นที่กรุงเทพมหานคร รองลงมา คือ ฝั่งตะวันออกของพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้แก่ ถนนพหลโยธิน ถนนรัชดาภิเษก ถนนสาทร ถนนพระราม 4 ถนนเพชรบุรี ถนนรามคำแหง ถนนลาดพร้าว ถนนเกษตร-นวมินทร์ ถนนรามอินทรา ถนนสาทรเหนือ ถนนวิภาวดีรังสิต ถนนราชดำเนินกลาง ถนนแจ้งวัฒนะ และถนนศรีนครินทร์ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตพระนคร บางรัก สาทร ปทุมวัน ห้วยขวาง วังทองหลาง ดินแดง ประเวศ สะพานสูง คันนายาว ลาดพร้าวหลักสี่ และเขตบึงกุ่ม สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่พบมากที่สุด คือ สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมสูงสุด คือ ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ตามลำดับ ซึ่งเกิดมากสุดในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นเวลาที่ในชั้นบรรยากาศจะมีความชื้นน้อยอากาศแห้ง ทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กฟุ้งกระจายได้ง่าย ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ง่าย เขตพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่อย่างหนาแน่นมากอยู่ทางฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ ตอนกลาง และทางทิศ

ใต้ของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวนมากถึง 30 เขต สำหรับเขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นปานกลางมี 13 เขต ที่ตั้งอยู่ในส่วนกลาง ฝั่งตะวันออก และส่วนเหนือในบางส่วนของกรุงเทพมหานคร และเขตพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นน้อยมีเพียง 7 เขต ส่วนใหญ่อยู่บริเวณส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธิดาภรณ และธนิตย (2553) ที่ศึกษาการประเมินคุณภาพอากาศบริเวณจังหวัดนนทบุรี ป พ.ศ. 2548-2552 [8]

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินพื้นที่เฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษที่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศค่าความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง สรุปได้ว่าพื้นที่ที่ควรจัดเป็นพื้นที่เฝ้าระวังปัญหามลพิษทางอากาศมีทั้งหมด 47 เขต และเมื่อนำพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงมากที่สุด ได้แก่ ดอนเมือง หลักสี่ ลาดพร้าว และจตุจักร ซึ่งมี 29 เขต ที่ตั้งอยู่ในส่วนตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนกลาง และส่วนตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้แบ่งโซนพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบต่อความเสี่ยงมากที่สุดออกเป็น 4 โซน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ควรเฝ้าระวังปัญหามลพิษทางอากาศ

6. ข้อเสนอแนะ

การประยุกต์สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครในครั้งนี้ เป็นเพียงการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560 จากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงเท่านั้น โดยไม่ได้วิเคราะห์ร่วมกับอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมผัส และทิศทางลม ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพิจารณาปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ

การศึกษาการประยุกต์สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายมลพิษที่เกิดจากการจราจรแออัดจากเส้นทางการจราจรหลัก 13 เส้นทาง ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์จากจุดตำแหน่งของสัญญาณไฟจราจรแออัดเท่านั้น การวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพิจารณาชั้นข้อมูลนี้ให้เป็นเส้นทางการเดินรถเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของปัจจัย นอกจากนี้การศึกษาการประยุกต์สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นต้นแบบให้กับหน่วยงานหรือผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปศึกษา ปรับปรุง แก้ไข และนำไปใช้ในการวางแผนและเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศในอนาคต

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสถิติการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2560 ขอขอบคุณภาควิชาภูมิศาสตร์ และคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดีโดยตลอด

8. References

[1] Pollution Control Department Bangkok Thailand, Air Quality Index (AQI), Available Source: http://www.pcd.go.th/info_serv/air_aqi.htm, January 28, 2018. (in Thai)

[2] Pollution Control Department Bangkok Thailand, Air Pollution and Noise Over

Standard in Bangkok, Available Source: https://www.facebook.com/PCD.go.th/posts/1601714289911952, March 2, 2018. (in Thai)

[3] Health Department Bangkok Metropolitan Administration, Air Pollution, Available Source: https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6 / envi3 / monpit- a/ monpit- a. htm, February 24, 2018. (in Thai)

[4] BMA Data Center, Bangkok Present, Available Source: http://203.155.220.230/m.info/nowbma, February 24, 2018. (in Thai)

[5] Thairath Online, 2018, Hourly Traffic, Available Source: https://www.thairath.co.th/content/871172, March 2, 2018. (in Thai)

[6] Intarat, T., 2011, Geoinformatics Application on Air Quality Assessment: A Case Study in Chonburi Province, Faculty of Geoinformatics, Burapha University, Chonburi.

[7] Chaiyakarm, T. and Jirakajohnkool, S., 2013, Geographic Information Systems Application for Volatile Organic Compounds (VOCs) Risk Zone Analysis, in Rayong Province, Thai J. Sci. Technol. 3(3): 160-172.

[8] Inthanil, T. and Intarat, T., 2011, Air quality assessment in Nonthaburi province in year 2005-2009, NU Sci. J. 7(1): 59-70.

[9] Thailand Development Research Institute, 2002, Air Quality, Available Source: http://www.thaienvimonitor.net /Concept /priority5.htm, February 20, 2018. (in Thai)

[10] Jirakajohnkool, S., 2017, Learn Geo-Informatics System with Program ArcGIS Desktop 10.5 for Desktop, A.P. Graphic Design and Printing, Co. Ltd., Bangkok. (in Thai)

[11] Pollution Control Department, Situation and Management of Air and Noise Pollution Problems in Year 2012, Available Source: http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=air_noise55, March 2, 2018. (in Thai)

[12] Seinfeld, J.H., 1986, Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution, John Wiley & Sons, New York.