

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษามลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น

เสาวลักษณ์ ขจรพบ¹ธัญญรัตน์ ไชยคราม²

บทคัดย่อ

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษามลพิษทางอากาศ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และวิเคราะห์การแพร่กระจายมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ด้วยหลักการ IDW แบ่งคุณภาพอากาศออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่ คุณภาพอากาศดีมาก อากาศดี ปานกลาง ซึ่งเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ และคุณภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อร่างกาย พบว่า มีสาร 3 ชนิดที่มีค่าความเข้มข้นที่ส่งผลกระทบต่อร่างกาย ใน พ.ศ. 2562 ได้แก่ 1) PM_{10} ซึ่งมีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ $163.67 \mu g/m^3$ อยู่ในเกณฑ์เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ 2) $PM_{2.5}$ มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ $109.29 \mu g/m^3$ อยู่ในเกณฑ์ที่เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ และ 3) O_3 มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ 71.92 ppb อยู่ในเกณฑ์เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยปัจจัยที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมี 3 ประการ คือ 1) เกิดจากการเผาไหม้ในที่โล่งของเกษตรกร โดยเฉพาะในพื้นที่การเกษตรปลูกอ้อยและข้าว 2) เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของรถยนต์ และ 3) เกิดจากการก่อสร้างโดยเฉพาะโครงการรถไฟฟ้าทางคู่ ช่วงชุมทาง จิระ – ขอนแก่นที่มีฝุ่นละอองเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในพื้นที่ และผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ที่พบมากที่สุด คือ ผลกระทบที่เกิดต่อระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนะแนวทางในการลดมลพิษทางอากาศในพื้นที่ศึกษา คือ การรณรงค์ให้ลดการเผาไหม้ในที่โล่งของเกษตรกร และนำซากผลผลิตดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ และเมื่อการสร้างโครงข่ายในระบบการขนส่งแล้วเสร็จ จะเป็นการลดปริมาณการจราจรและในขณะเดียวกันก็เป็นการลดมลพิษทางอากาศด้วย ซึ่งคาดว่าจะทำให้คุณภาพอากาศของจังหวัดขอนแก่นน่าจะดีขึ้นตามลำดับ

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ/ ผลกระทบ/ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ / จังหวัดขอนแก่น



GIS Application in Air Pollution Study in Khon Kaen Province Area

Saowalak Khanchonphob¹

Thanyarat Chaiyakarm²

Abstract

This research, GIS Application in Air Pollution Study in Khon Kaen Province Area, aimed to; study the categories, the amount of air pollutant concentration and the factors effecting to disseminate substances causing air pollution, and analyze dissemination of air pollution which effects to human body by applying GIS (Geographic Information System) to forecast the range of Interpolation with IDW method. The air quality has been divided into 5 ranges such as Very good air quality, Good, Moderate, Begin to Effect to Health Condition and Effect to Health Condition. As the result of relation analysis from air pollutant substances effecting to human body, it was found out that there are 3 substances with high concentration value which effect to health condition in 2019, consists of 1) PM10 with the highest concentration in dissemination of February as 163.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ which is in the range of Effect to Health Condition, 2) PM2.5 with the highest concentration in dissemination of March as 109.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ which is in the range of Begin to Effect to Health Condition and Effect to Health Condition, 3) O3 with the highest concentration in dissemination of March as 71.92 ppb which is in the range of Begin to Effect to Health Condition. There are 3 factors provoked air pollution: 1) Burning off the field by farmers, especially sugarcane and rice field. 2) Incomplete Combustion from automobiles and 3) Construction from SRT Double Track Railway specifically in the area of Thanon Chira Junction – Khon Kaen which effected from the large amount of Air-Borne and the most severe health effect found in respiratory system. Thus, as the researcher's suggestion, to reduce air pollution in the area the campaign of impediment burning off the field should be encouraged, and utilize the yield in other activities instead. When the construction completed, the traffic density will be lower and flexible. In the same time, air pollution will be decreased, and better quality of air in Khon Kaen Province could be anticipated respectively.

Keywords: Air pollution/ effect / Geographic Information System / Khon Kaen Province

1,4 Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษามลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น

เสาวลักษณ์ ขจรพบ¹ธัญญรัตน์ ไชยคราม²

หลักการและเหตุผล

ปัญหามลพิษทางอากาศกำลังเป็นภัยคุกคามผู้คนทั่วโลก โดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ตามเมืองใหญ่หรือใกล้เขตอุตสาหกรรม ซึ่งมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษเป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นจำนวนมาก (สำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของสภราชอาณาจักร, 2562) ปัญหามลพิษทางอากาศเกิดจากภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานาน ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2562) จากการมุ่งพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อนำประเทศไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว การขยายตัวของการก่อสร้างเพื่อสร้างที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนการสร้างถนนเพื่ออำนวยความสะดวกทางด้านการคมนาคมขนส่ง ซึ่งผลจากการพัฒนาประเทศที่มุ่งเป้าจะเป็นประเทศอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศขึ้นมากมาย โดยเฉพาะในบริเวณที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมต่าง ๆ และในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น (Pollution Control Department, 2013) จะเห็นได้ว่ามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ และยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพในหลายด้านอีกด้วย

ปัจจุบันการขยายตัวทางเศรษฐกิจและเมืองขนาดใหญ่ มีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหาภาวะทางอากาศและจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหามลพิษทางอากาศในเขตเมืองที่มีปริมาณสารปนเปื้อนในบรรยากาศสูง (คิวพันธ์ ชูอินทร์, 2553) ซึ่งสาเหตุหลักในการเกิดมลพิษทางอากาศในประเทศไทยเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชากรในชุมชน อีกหนึ่งสาเหตุสำคัญคือปัญหามลพิษทางอากาศในบริเวณที่ใกล้ถนนที่มีการจราจรติดขัดหรือที่รุนแรงกว่าในบริเวณที่มีการจราจรคล่องตัว ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมและทำให้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของประชากร ที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2562) จากการรายงานการจัดลำดับเมืองที่มีปัญหามลพิษทางอากาศ พ.ศ. 2561 พบว่า ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นอยู่ในอันดับที่ 9 ที่ประสบกับปัญหามลพิษ PM_{2.5} ที่มีปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้เกินค่ามาตรฐานในปริมาณมาก และเป็นระยะเวลานาน

1,6 ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ติดต่อกันหลายวัน ซึ่งในการประสบปัญหาด้านมลพิษทางอากาศที่มีความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เกินมาตรฐานของประเทศไทย (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ทำให้ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เมืองต้องเสี่ยงกับผลที่จะเกิดขึ้นทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจากการสัมผัสมลพิษ $PM_{2.5}$ ที่เกินมาตรฐานเป็นระยะเวลานาน (องค์การสาธารณสุขประโยชน์ นานาชาติ, 2562)

ขอนแก่นเป็นจังหวัดขนาดใหญ่ เป็นศูนย์กลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ระบบสาธารณูปโภค และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ (วิทยาลัยเทคโนโลยีพิมพ์ไทย, 2561) ความเจริญของพื้นที่ทำให้มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมถึงความต้องการในการคมนาคมและการขนส่งมากยิ่งขึ้น ทำให้มีการก่อสร้างสะพานยกระดับข้ามทางรถไฟและการก่อสร้างรถไฟรางคู่ที่อาจเป็นปัจจัยให้การก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และพื้นที่ที่เกษตรกรรมมีการเผาพืชผลการเกษตรในไร่นา เพื่อเตรียมปรับหน้าดินสำหรับการเพาะปลูกในฤดูกาลถัดไป ประกอบกับเป็นช่วงที่ประเทศไทยมีปัญหามลพิษที่พัดผ่านจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาปกคลุมในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้หลายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งจังหวัดขอนแก่น มีค่ามลพิษในอากาศสูงกว่าปกติ รายงานโดยศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักข่าวทีนิวส์ , 2562)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและวิเคราะห์ความสัมพันธ์การแพร่กระจายของก๊าซมลพิษทางอากาศ ที่เกิดจากการปนเปื้อนของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในปริมาณสูงของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในเขตพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ด้วยหลักการ (Inverse Distance Weighting: IDW) (สุเพชร จิระจรรกุล, 2560) ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าช่วงตามระยะทางที่ไกลออกไป ผลที่ได้รับจะแปรผันตามระยะทาง ซึ่งจะแสดงผลที่ได้จากการศึกษาในรูปแบบของแผนที่ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เฝ้าระวังมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายแต่ละระบบ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น และนำผลที่ได้จากการศึกษารั้งนี้ไปเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อร่างกาย และแก้ปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ
3. เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์

ขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มีขอบเขตเนื้อหาในการศึกษามุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับชนิดของสารและปริมาณความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และส่งผลกระทบต่อด้านร่างกาย ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น

ข้อมูลเชิงพื้นที่ จังหวัดขอนแก่น เป็นข้อมูลในการกำหนดขอบเขตพื้นที่การศึกษาพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator) WGS 1984 Zone 48 เพื่อใช้เป็นแผนที่อ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ จังหวัดขอนแก่น

ข้อมูลสภาพอากาศและคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ ในปี พ.ศ. 2561 – 2562 ซึ่งประกอบด้วย จากระายงานข้อมูลคุณภาพอากาศ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2562 (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) ประกอบด้วย

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂)

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂)

ก๊าซโอโซน (O₃)

ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀)

ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5})

วิเคราะห์ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย กำหนดให้มีมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ สำหรับสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป 6 ชนิด เพื่อดำเนินการคำนวณหาระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) จากค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศโดยใช้ทฤษฎีการประมาณค่าช่วง (Interpolation) ด้วยหลักการ (Inverse Distance Weighting: IDW) วิเคราะห์การแพร่กระจาย และความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จากระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) ของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษแต่ละประเภทที่ได้จากสถานีตรวจวัด เพื่อหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านร่างกายในแต่ละพื้นที่ที่มีค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเกินค่ามาตรฐานกำหนด

หลักการและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับประเทศไทย กำหนดให้มีมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศโดยทั่วไป 6 ชนิด ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซโอโซน (O₃) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) คำนวณหาระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) จากความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดขอนแก่นและพื้นที่ข้างเคียง เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในแต่ละระดับ เพื่อนำมาเทียบกับค่าคุณภาพอากาศที่ระดับต่าง ๆ ที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้

ใช้ทฤษฎีการประมาณค่าช่วง (Interpolation) ด้วยหลักการ (Inverse Distance Weighting: IDW) ในการวิเคราะห์การแพร่กระจายความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จากระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) ของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษแต่ละประเภทที่ได้จากสถานีตรวจวัด

วิเคราะห์ผลกระทบทางด้านร่างกายในแต่ละพื้นที่ที่มีค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเกินค่ามาตรฐานกำหนด โดยอ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ ใน พ.ศ. 2562

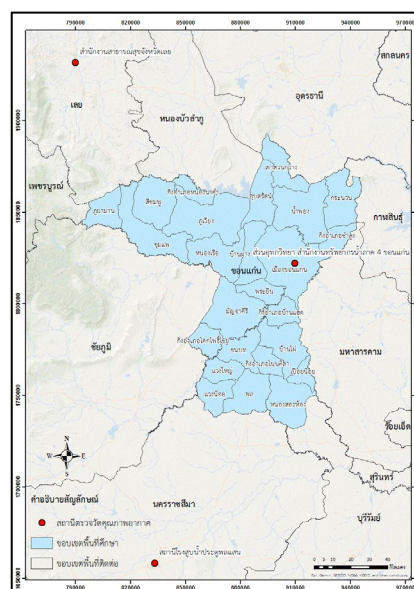
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลในส่วนข้อมูลเชิงพื้นที่ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เอกสารข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

- 1) พิกัดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดขอนแก่น และพื้นที่จังหวัดโดยรอบ จากกรมควบคุมมลพิษ ใน พ.ศ. 2561 – 2562 ใช้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงพิกัดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

สถานีตรวจวัด	ค่าพิกัด	
	ละติจูด	ลองจิจูด
สถานีโรงสูบน้ำประตูลแสน	14.979494	102.0982
ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 4 ขอนแก่น	16.445496	102.8353
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเลย	17.452595	101.7294



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพิกัดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

- 2) ข้อมูลคุณภาพอากาศรายชั่วโมง พ.ศ. 2561 - 2562 ที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ประกอบด้วยข้อมูลก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซโอโซน (O₃) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง โดยเลือกใช้ระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) ที่ตรวจวัดได้ในแต่ละสถานีภายในปีทำการการศึกษา
- 3) ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษา มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมการปกครอง ใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยการค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ และทำการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากการหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศรายชั่วโมง ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จากกรมควบคุมมลพิษ ในพื้นที่เขตจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดข้างเคียงใน พ.ศ. 2561 – 2562

การนำเข้าตำแหน่งค่าพิกัดของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจำนวน 3 สถานี ด้วยโปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำเป็นแผนที่ตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น

คำนวณหาระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศแต่ละชนิด ประกอบด้วยข้อมูลก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซโอโซน (O₃) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) และ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) จากการตรวจวัดมาตรฐานที่ถูกันที่จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบตารางในโปรแกรม Microsoft Excel

การนำเข้าข้อมูลคุณภาพอากาศที่ได้จากการคำนวณหาระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) มาวิเคราะห์ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยกำหนดระบบพิกัดอ้างอิงในระบบ UTM (Universal Transverse Mercator) WGS 1984 Zone 48

การวิเคราะห์สารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ด้วยคำสั่ง Interpolation จากวิธีการ IDW วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยจากการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศจากข้อมูลค่าความเข้มข้นของสารมลพิษในระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) ของสารแต่ละชนิด จากนั้นจำแนกระดับความเสี่ยงภัยของพื้นที่เป็น 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์จากค่าเกินมาตรฐานจากกรมควบคุมมลพิษ โดยอาศัยสถิติพื้นฐานด้วยฟังก์ชัน Reclassify

วิเคราะห์การแพร่กระจายค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศร่วมกับความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ โดยการลงพื้นที่ตรวจสอบข้อมูลในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

วิเคราะห์การแพร่กระจายค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ร่วมกับปัจจัยที่มีอิทธิพล ซึ่งได้แก่ ฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาไหม้ซากพืชผลทางการเกษตร ฝุ่นละอองที่เกิดจากยานพาหนะ และฝุ่นละอองที่เกิดจากพื้นที่เขตก่อสร้าง ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดจากมลพิษจากแหล่งมลพิษทั้ง 3 แหล่ง ที่ส่งผลกระทบต่อร่างกายของประชากรในพื้นที่ เช่น ผลกระทบต่อระบบการมองเห็น โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ เนื่องจากในจังหวัดขอนแก่นเป็นพื้นที่ที่กำลังมีกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศทั้ง 3 แหล่ง เช่น เป็นพื้นที่ที่มีการเผาากอ้อยที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม และกำลังอยู่ในระหว่างการก่อสร้างรางรถไฟ และเป็นพื้นที่ที่มีการจราจรที่หนาแน่น โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 จุด ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจงตามขนาดของพื้นที่ศึกษาที่ได้รับผลกระทบ 5 อำเภอ แบ่งออกเป็นอำเภอ ละ 6 จุด เพื่อให้ครอบคลุมในพื้นที่ศึกษา

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ความเข้มข้นการแพร่กระจายสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

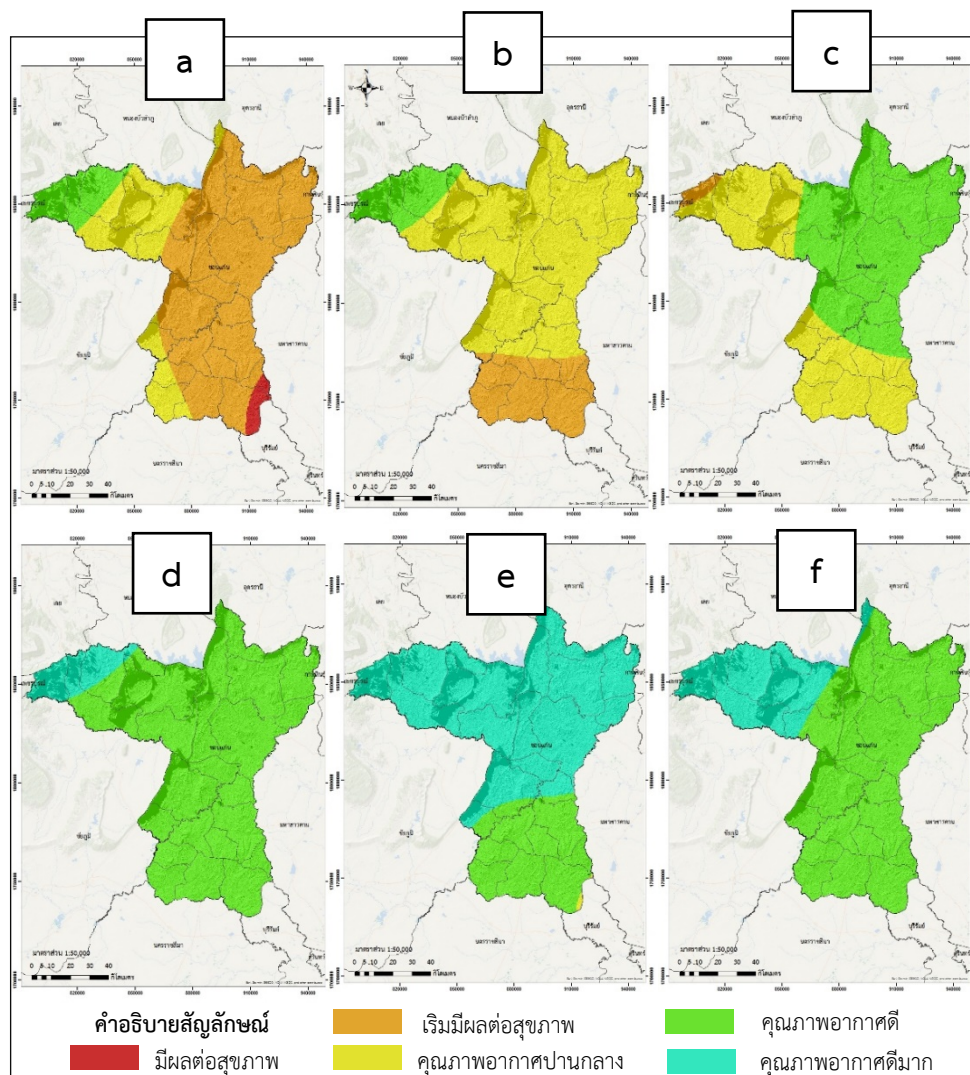
ผลจากการใช้ระดับค่าเฉลี่ย (Average) และค่าความเข้มข้นสูงสุด (Maximum) ในการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) สารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด พบว่า สารที่มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดรายเดือน ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เท่ากับ $163.67 \mu g/m^3$ รองลงมา คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 เท่ากับ $109.29 \mu g/m^3$ สาร O_3 มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 เท่ากับ 71.92 ppb สาร NO_2 มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เท่ากับ 35.13 ppb สาร SO_2 มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 เท่ากับ 8.08 ppb และ CO มีค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 เท่ากับ 1.15 ppm ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 สารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้ง 6 ชนิด ผลจากการวิเคราะห์จะสังเกตได้ว่า สารในแต่ละชนิดล้วนแต่มีความเข้มข้นสูงที่สุดในการแพร่กระจายในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ชั้นบรรยากาศจะมีความชื้นน้อย อากาศแห้ง ทำให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กฟุ้งกระจายและลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานขึ้น ซึ่งจะเกิดการสะสมปริมาณสารที่ส่งผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศได้ค่อนข้างมาก และหากได้รับสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทั้ง 6 ชนิด ในปริมาณมากเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อปอด อาจทำให้เกิดผังผืดหรือแผลในปอดได้ ส่งผลต่อการทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพ เกิดโรคหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และเกิดโรคระบบทางเดินหายใจมีการติดเชื้อเพิ่มขึ้น



ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดรายเดือนของสารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทั้ง 6 ชนิด ในปี 2561-2562

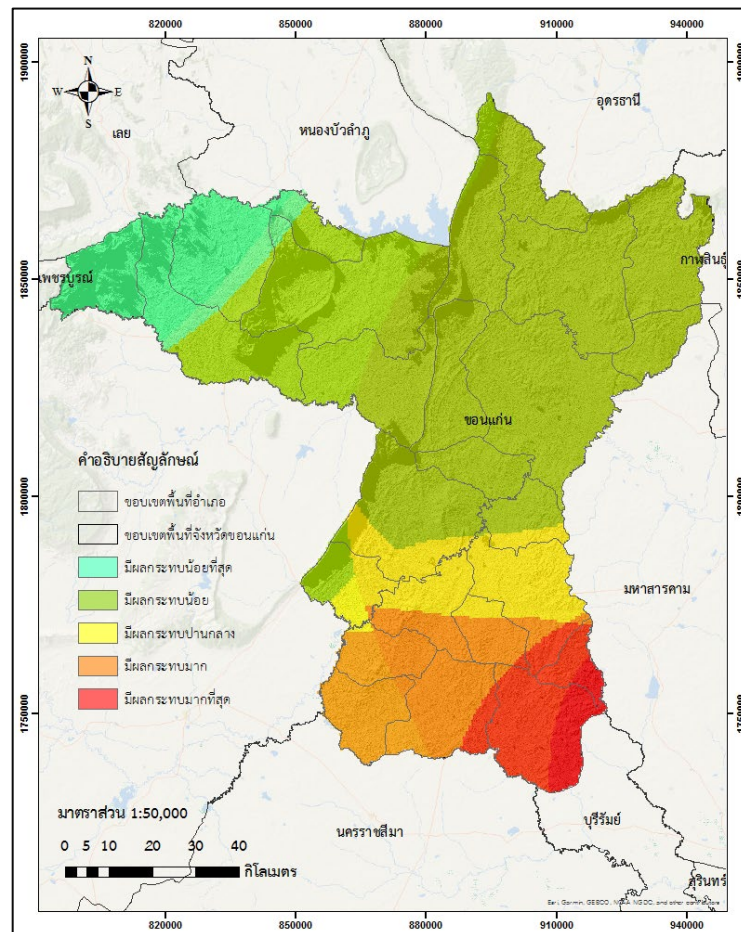
เดือน	สารที่ก่อให้เกิดมลพิษ											
	ปี 2561						ปี 2562					
	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}
ม.ค.	1.05	21.4 6	5.8 8	27.8 8	93.88	50.3 8	1.0 8	20.7 1	1.3 3	47.5 8	91.71	53.50
ก.พ.	1.15	28.1 7	8.0 8	38.1 3	152.9 6	91.5 0	1.1 0	35.1 3	2.5 8	59.9 6	163.6 7	99.58
มี.ค.	0.92	20.4 2	5.6 3	25.3 8	122.0 4	72.1 7	1.0 8	22.9 6	8.0 4	71.9 2	157.7 9	109.2 9
เม.ย.	0.80	16.8 3	4.1 3	57.2 1	107.1 3	71.6 7	0.6 7	14.6 3	1.2 9	69.2 5	78.83	55.83
พ.ค.	0.60	15.5 8	4.5 0	35.8 8	63.17	36.8 3	0.7 0	10.5 4	1.3 8	63.0 4	81.38	41.21
มิ.ย.	0.33	5.88	0.9 6	10.7 5	54.04	25.0 0	0.7 1	10.5 0	1.2 1	43.1 3	50.29	23.46
ก.ค.	0.36	5.96	1.0 4	6.67	46.79	25.0 8	0.4 5	10.0 0	1.2 9	43.4 6	43.42	20.71
ส.ค.	0.45	5.38	0.1 3	8.92	46.75	26.5 0	0.6 1	9.58	1.9 6	31.0 4	46.13	22.21
ก.ย.	0.48	9.13	0.3 3	8.38	51.50	34.3 8	1.0 3	13.9 2	1.4 2	31.2 9	99.46	60.71
ต.ค.	0.76	10.7 5	0.8 8	18.7 9	75.79	60.5 8	-	-	-	-	-	-
พ.ย.	0.86	15.6 3	0.5 8	19.2 9	84.46	49.1 3	-	-	-	-	-	-
ธ.ค.	1.00	20.9 2	1.0 0	33.7 1	98.00	59.3 3	-	-	-	-	-	-

ใน พ.ศ. 2561 - 2562 พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศในเวลา 24 ชั่วโมง สารที่มีความเข้มข้นสะสมรวมรายปีที่มีความเข้มข้นสูงสุด คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นสะสมรวมในการแพร่กระจายสูงสุด เท่ากับ $1809.17 \mu g/m^3$ รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซโอโซน (O_3) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยมีความเข้มข้นสะสมรวม เท่ากับ $1089.04 \mu g/m^3$ 751.63 ppb 324.04 ppb 53.63 ppb และ 16.20 ppm ตามลำดับ ซึ่งแสดงค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารแต่ละชนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศดังภาพที่ 2 และจากการวิเคราะห์สารที่มีความเข้มข้นในการแพร่กระจายที่ส่งผลกระทบต่อร่างกาย 3 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และก๊าซโอโซน (O_3) สามารถแสดงแผนที่แสดงค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารแต่ละชนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 แสดงค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารแต่ละชนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

- a: ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$), b: ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}), c: ก๊าซโอโซน (O_3),
d: ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), e: ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และ f: ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)



ภาพที่ 3 แสดงค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ใน พ.ศ. 2561 - 2562

จากภาพที่ 3 แสดงค่าความเข้มข้นการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ใน พ.ศ.2561 - 2562 พบว่า เมื่อนำค่าความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทั้ง 6 มาวิเคราะห์ร่วมกัน พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดมี 5 อำเภอ คือ อำเภอโนนศิลา อำเภอบ้านไผ่ อำเภอพล อำเภอหนองสองห้อง และอำเภอเปือยน้อย ซึ่งเป็นพื้นที่ทางตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา จากการลงสำรวจภาคสนาม พบว่า ทั้ง 5 อำเภอเป็นพื้นที่ที่มีการทำการเกษตรเป็นอาชีพหลัก มีการเผาในที่โล่งของเกษตรกร และในบางพื้นที่เป็นพื้นที่อุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งหมด

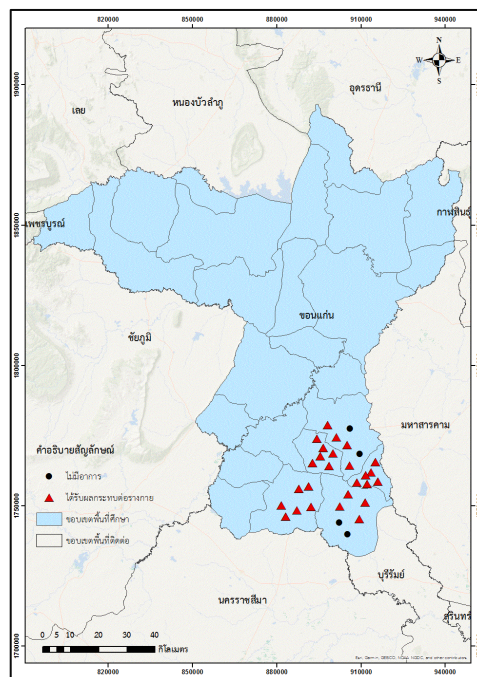
ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาและส่งผลกระทบต่อร่างกาย จากการลงสำรวจภาคสนาม และรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งตรวจสอบข้อมูล พบว่า ปัจจัยที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศมีสาเหตุหลักอยู่ 3 ประการ ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ

การเผาในที่โล่งเป็นสาเหตุหลักในการก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการทำการเกษตร โดยเฉพาะไร่อ้อย ซึ่งในช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวเกษตรกรจะทำการเผาอ้อยเพื่อความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต และในพื้นที่นาข้าวอยู่ในช่วงเตรียมหน้าดินโดยจะมีการเผาตอซังก่อนที่จะไถกลบเพื่อความสะดวก หรือ ต้องการกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช รองลงมา คือ การก่อสร้างรางรถไฟส่งผลมีฝุ่นละอองลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศในบริเวณกว้าง และส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตลอดระยะเวลา โดยเริ่มกิจกรรมตั้งแต่การเตรียมการก่อสร้างจนถึงขั้นตอนการก่อสร้างและขั้นตอนในการรื้อถอนรางรถไฟเดิม และปัจจัยสุดท้าย คือ เกิดจากฝุ่นควันจากยานพาหนะต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะพบในพื้นที่ที่มีความเป็นเมืองมีการจราจรที่หนาแน่น

ผลการศึกษาการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์

ผลจากการลงสำรวจภาคสนามร่วมกับการทำแบบสอบถามเชิงสุขภาพของกลุ่มประชากรตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา จำนวน 30 จุด โดยดำเนินการสอบถามอำเภอละ 6 จุด พบว่า การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์มีทั้งหมด 26 จุด คิดเป็นร้อยละ 87 ซึ่งในแต่ละจุดจะมีการแตกต่างกันออกไป และมีจำนวน 4 จุดที่ไม่ได้รับผลกระทบต่อร่างกาย คิดเป็นร้อยละ 13 ดังภาพ 4

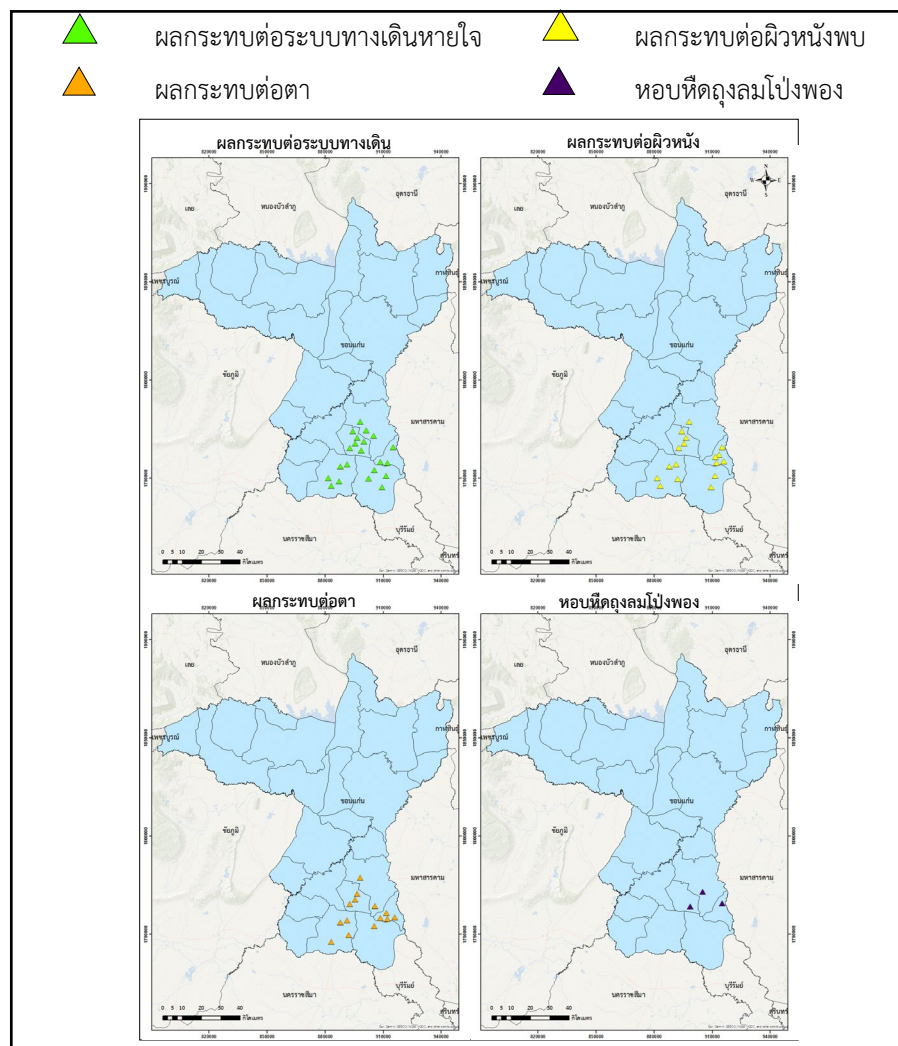


ภาพที่ 4 แผนที่แสดงพิกัดตำแหน่งผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ

ตารางที่ 4.3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์

ผลกระทบต่อร่างกาย	จำนวนจุดที่ได้รับผลกระทบ จากทั้งหมด 30 จุด	คิดเป็นร้อยละ
ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ	21	70
ผลกระทบต่อผิวหนัง	17	56
ผลกระทบต่อตา	14	46
หอบหืดถุงลมโป่งพอง	3	10
ไม่มีอาการ	4	13

จากตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหามลพิษทางอากาศจำนวน 30 จุด พบว่า ในการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์มากที่สุด คือ ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งพบ จำนวน 21 จุด คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมา คือ ผลกระทบต่อผิวหนัง จำนวน 17 จุด คิดเป็นร้อยละ 56 ผลกระทบต่อตา จำนวน 14 จุด คิดเป็นร้อยละ 46 และหอบหืดถุงลมโป่งพอง จำนวน 3 จุด คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ และพบว่ามี 4 จุดที่ประชาชนในพื้นที่ไม่มีอาการใด ๆ คิดเป็นร้อยละ 13 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงการกระจายตัวผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษามลพิษทางอากาศ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น สามารถสรุปผลได้จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มาวิเคราะห์โดยใช้ประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ด้วยหลักการ IDW ตามหลักการการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ มีวิธีการดำเนินการที่สอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องกับ มินตรา ธาระสิทธิ์ และธัญญรัตน์ ไชยคราม ซึ่งพบว่า สารก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ทั้ง 6 ชนิด มีความเข้มข้นในการแพร่กระจายเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ 3 ชนิด สารที่มีการแพร่กระจายสะสมรวมรายปีที่มีความเข้มข้นสูงสุด คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) มีความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 เท่ากับ $163.67 \mu g/m^3$ ซึ่งมีความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่องสูงสุดอยู่ที่ $126.33 - 157.79 \mu g/m^3$ รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 เท่ากับ $109.29 \mu g/m^3$ มีความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่องสูงสุดอยู่ที่ $90.38 - 109.29 \mu g/m^3$ และก๊าซโอโซน (O_3) มีความเข้มข้นในการแพร่กระจายสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 เท่ากับ 71.92 ppb มีความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่องสูงสุดอยู่ที่ 71.25 - 83.50 ppb ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และการวิเคราะห์การแพร่กระจายมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์ เกิดจากปัจจัย 3 ปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบสูงสุด คือ การเผาไหม้ในที่โล่ง รองลงมา คือ การจราจรหนาแน่น และการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าทางคู่ ช่วงชุมทางจิระ (จนครราชสีมา) ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ปัจจัยล้วนแต่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และก๊าซโอโซน (O_3) โดยมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 20 จากพื้นที่ทั้งหมด จากการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์มากที่สุด พบว่า คือ ผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจพบ ผลกระทบต่อผิวหนัง ผลกระทบต่อตา และหอบหืดถุงลมโป่งพอง ตามลำดับ อาการเหล่านี้เกิดจากการได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศในปริมาณมากทำให้เกิดผลกระทบแบบเฉียบพลัน หรือหากมีการสะสมเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดผลกระทบแบบเรื้อรัง ซึ่งสามารถส่งผลกระทบที่ร้ายแรงต่อร่างกายได้ ปัญหามลพิษทางอากาศเกิดมากที่สุดในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม ซึ่งเป็นเวลาที่ในชั้นบรรยากาศจะมีความชื้นน้อยทำให้อากาศแห้ง จึงมีฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กฟุ้งกระจายเป็นจำนวนมาก สามารถก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ง่าย แนวทางในการจัดการและลดมลพิษทางอากาศในพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้มีการรณรงค์ให้ลดการเผาไหม้ในที่โล่งของเกษตรกร และนำซากผลผลิตดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรม อื่น ๆ เช่น การนำซากอ้อย เดิมที่ต้องเผาทิ้งสร้างมลพิษทางอากาศ เปลี่ยนมาเป็นการนำไปใช้ผลิตเป็น กล้องหรือภาชนะบรรจุอาหารแทนการใช้กล่องโฟม สามารถย่อยสลายได้ อีกทั้งในพื้นที่ หลังจากสร้างโครงข่ายรถไฟฟ้าทางคู่ ช่วงชุมทาง จิระ - ขอนแก่น เสร็จแล้วจะเป็นการลดปริมาณการจราจร ปริมาณรถบนท้องถนนได้ ส่งผลให้มลพิษทางอากาศลดลงในระยะยาว ดังนั้นในอนาคตจังหวัดขอนแก่นมีระบบการจัดการที่ดี ผู้วิจัยคาดว่าคุณภาพอากาศของจังหวัดขอนแก่นน่าจะดีขึ้นตามลำดับ



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ข้อมูลสถิติการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึง วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2562 ขอขอบคุณคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่พิจารณา ประเมินให้งานวิจัยฉบับนี้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัย มหาสารคามในรูปแบบ แบบยกเว้น ตามเลขที่การรับรอง 207/2562 และท้ายสุดขอขอบคุณ ภาควิชา ภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด



บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. (2562). *ข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ*. สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2562
เข้าถึงได้จาก air4thai:http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2562). *กรมส่งเสริมสุขภาพสิ่งแวดล้อม*. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2562 เข้าถึง
ได้จาก กรมส่งเสริมสุขภาพสิ่งแวดล้อม: <http://www.deqp.go.th/knowledge/>
- วิทยาลัยเทคโนโลยีพิมพ์ไทย. (2561). *วิทยาลัยเทคโนโลยีพิมพ์ไทย*. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2562
เข้าถึงได้จาก pim-tech.ac.th: [http://www.pim-](http://www.pim-tech.ac.th/web/?mode=about&menu=2&cate=data_khonkaen)
[tech.ac.th/web/?mode=about&menu=2&cate=data_khonkaen](http://www.pim-tech.ac.th/web/?mode=about&menu=2&cate=data_khonkaen)
- ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2553). *การพัฒนาวิธีการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศด้วยวิธีการแบบพาสซีฟ*.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สำนักข่าวทีนิวส์. (2562). *ขอนแก่นเผชิญวิกฤต PM2.5 อยู่ในขั้น ‘มีผลกระทบต่อสุขภาพ’*. ขอนแก่น:
77kaoded.
- สำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของสภราชอาณาจักร. (2562). *BBC NEWS*. สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2562
เข้าถึงได้จาก bbc.com: <https://www.bbc.com/thai/international-46861285>
- สุเพชร จิรขจรกุล. (2560). *เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.5*.
นนทบุรี: บริษัท เอ พี กราฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.
- องค์การสาธารณประโยชน์ นานาชาติ. (2562). *greenpeace*. สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2562 เข้าถึงได้จาก
greenpeace: [https://www.greenpeace.org/thailand/publication/3139/city-ranking-](https://www.greenpeace.org/thailand/publication/3139/city-ranking-2561/)
2561/
- Pollution Control Department. (2013). *Air Pollution and Noise: Situation and Management 2012* จากสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี 2555.