ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลางกรุงเทพมหานคร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ทองใหญ่ อัยยะวรากูล

โดย

นางสาว ณีรนุช กลัดแก้ว รหัสนักศึกษา 6120322002

E-mail : anutra.klad@gmail.com

งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา ศศ. 9000 การค้นคว้าอิสระ

หลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ

คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

ชื่อผู้เขียน : นางสาว ณีรนุช กลัดแก้ว

ชื่อปริญญา : เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)

ปีการศึกษา : 2563

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ต้องการที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง เพื่อที่จะได้ทราบถึงมาตรการที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันและวิธีการที่จะช่วยลดปริมาณ PM 2.5 ให้ลดน้อยลง เนื่องจาก PM2.5 ถือเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และการที่ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ลดลงนั้น จะส่งผลให้ประชาชนในพื้นที่มีสุภาพร่างกายแข็งแรงและสุขภาพจิตที่ดีขึ้น โดยได้มีการวิเคราะห์อยู่ในรูปแบบของสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) นั้นที่แท้จริงแล้วไม่ได้มีนัยสำคัญหรือส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 แต่สิ่งที่ส่งผลกระทบและมีนัยสำคัญต่อปริมาณก๊าซฝุ่นละออง PM2.5 คือ ก๊าซโอนโซน (O_3) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งหมายความว่าถ้าปริมาณของก๊าซโอโซนและไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศมีจำนวนมากก็จะส่งผลให้ฝุ่นละออง PM2.5 ในอากาศมีปริมาณที่สูง ดังนั้นประชาชนทุกคนจึงจำเป็นที่จะต้องร่วมมือร่วมใจ รณรงค์ช่วยกันลดปริมาณก๊าซโอโซนและก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ให้ได้มากที่สุด เพื่อที่ทุกคนจะได้มีคุณภาพในการใช้ชีวิตที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: ฝุ่นละออง PM 2.5 , ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ก๊าซโอนโซน ,ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

Abstract

Independent Study : Factors influencing to the quantity of PM2.5 in Wang Thonglang Bangkok

Author : Miss Neeranuch Kladkaew

Degree : Master of Economics (Business Economics)

Year : 2020

The objective of this research is to study the factors influencing to the quantity of PM2.5 in Wang Thonglang, Bangkok to know how to prevent and decrease the amount of PM2.5 in the air. Therefore, PM2.5 is the small particles affecting the serious health such as respiratory system, lung irritation and others. Also, the less the level of PM2.5, the more you are healthy. This research will be analysed in the term of multiple linear regression.

The results of the study showed that Sulfur dioxide (SO_2) is not significant impact on PM2.5. In contrast, Ozone (O_3) and Nitrogen dioxide (NO_2) have significantly effect on PM2.5. So, if the quantity of these gases is high concentration in the air, the level of PM2.5 will increase. Therefore, we need to prevent and reduce the amount of Ozone (O_3) and Nitrogen dioxide (NO_2) to have a better quality of life.

Keywords : PM2.5, Sulfur dioxide (SO_2), Ozone (O_3), Nitrogen dioxide (NO_2).

ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

คุณภาพอากาศ (Air Quality) เป็นเรื่องที่หลายประเทศทั่วโลกกำลังให้ความสนใจและให้ความสำคัญมาก เนื่องจากส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของประชากรและต่อประสิทธิภาพการทำงาน และเป็นที่ยอมรับว่าคุณภาพอากาศจะดีต่อสุขภาพหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับระดับหรือปริมาณมลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศ ซึ่งปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เกิดจากการรวมตัวกันของกลุ่มโมเลกุลของสสารหรือสารประกอบต่างๆ รวมไปถึงสารมลพิษชีวภาพที่อาจจะเป็น เชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย ที่ลอยปะปนอยู่กับฝุ่นละอองในอากาศที่หายใจเข้าไป นอกจากนี้ PM 2.5 ยังตกตะกอนค่อนข้างช้ามาก จนในบางครั้งถือว่าเป็นประเภทลอยในอากาศอย่างถาวร จึงสามารถแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดหรือบรรยากาศเข้าสู่ที่พักอาศัย สำนักงาน สถานศึกษา เป็นต้น

ดังนั้นการทำวิจัยเล่มนี้จึงมีวัตถุประสงค์จัดทำขึ้นเพื่อต้องการให้กลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง ได้ทราบถึงปัญหาและสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ว่าเกิดจากอะไร พร้อมหาวิธีการแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 รวมถึงการป้องกันหรือการรับมือกับปริมาณของฝุ่นละออง PM 2.5 ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อที่คนในชุมชนจะได้มีสุขภาพภาพร่างกายและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น เพราะเมื่อทุกคนมีสุขภาพร่างที่ดี ก็จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีการแบ่งคำถามออกเป็น 2 ข้อ ซึ่งก็คือ ปัจจัยอะไรที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณ PM 2.5 มากที่สุด และปัญหาหรือสาเหตุอะไรที่ทำให้เกิดปริมาณ PM 2.5 ในอากาศมากที่สุด โดยมีการกำหนดสถานที่เป็นโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และขอบเขตข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในช่วงปี พ.ศ. 2558 – 2562

ความหมายของฝุ่นละออง PM 2.5

PM 2.5 หมายถึง ฝุ่นละเอียดที่มีอนุภาคเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอนซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากควันเสียรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม และควันที่เกิดจากการหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน เป็นต้น ซึ่งถือเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดสารประกอบของ PM 2.5 โดยได้มีการแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักดังนี้ คือ 1. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสีไม่ไวไฟที่ระดับความเข้มข้นสูง จะมีกลิ่นฉุนแสบจมูกเมื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศจะเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์และจะรวมตัวเป็นกรดกำมะถัน เมื่อมีความชื้นเพียงพอหากอยู่ร่วมกันอนุภาคมวลสารที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น มังกานีส เหล็ก และวานาเดียม จะเกิดมีปฏิกิริยาเติมออกซิเจนเกิดเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และเป็นกรดกำมะถันเช่นกัน การสันดาปเชื้อเพลิงเพื่อใช้พลังงานในการดำรงชีพของมวลมนุษย์ ซึ่งรวมถึงอุตสาหกรรมทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และอนุภาคมวลสาร จาก

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆ ก็เป็นแหล่งกำเนิดของมลพิษทั้งสองเช่นกัน ก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์และละอองกรดกำมะถัน ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง นอกจากนี้ก๊าซนี้ยังทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งจะทำลายระบบนิเวศน์ ป่าไม้ แหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตต่างๆ รวมถึงการกัดกร่อนอาคารและโบราณสถานอีกด้วย 2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าออกไซด์ของไนโตรเจนตัวอื่นๆ ไนตริกออกไซด์ (NO) เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติก๊าซ ทั้งสองเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิดปฏิกิริยาชิงจุลินทรีย์ในดินหรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาผลาญเชื้อเพลิง การทำอุตสาหกรรม การทำกรดไนตริก กรดกำมะถันการชุบโลหะและการทำวัตถุระเบิด เป็นต้น 3. สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย คือ สารเคมีที่สำคัญในผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ทินเนอร์ สารทำความสะอาด น้ำมันหล่อลื่น ยาฆ่าแมลง เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญคือระเหยเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ มีอะตอมของธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน และมีธาตุอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ออกซิเจน คลอไรด์ ซัลเฟอร์และไนโตรเจน และถ้ามีการปล่อยไอระเหยในบรรยากาศก็จะส่งผลต่อระดับชั้นโอโซน ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน และหากเข้าสู่ร่างกายจะทำให้ระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง ระบบประสาทถูกทำลาย เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ แสบตา หายใจลำบาก และหมดสติได้ **(กรมควบคุมมลพิษ, กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2562)**

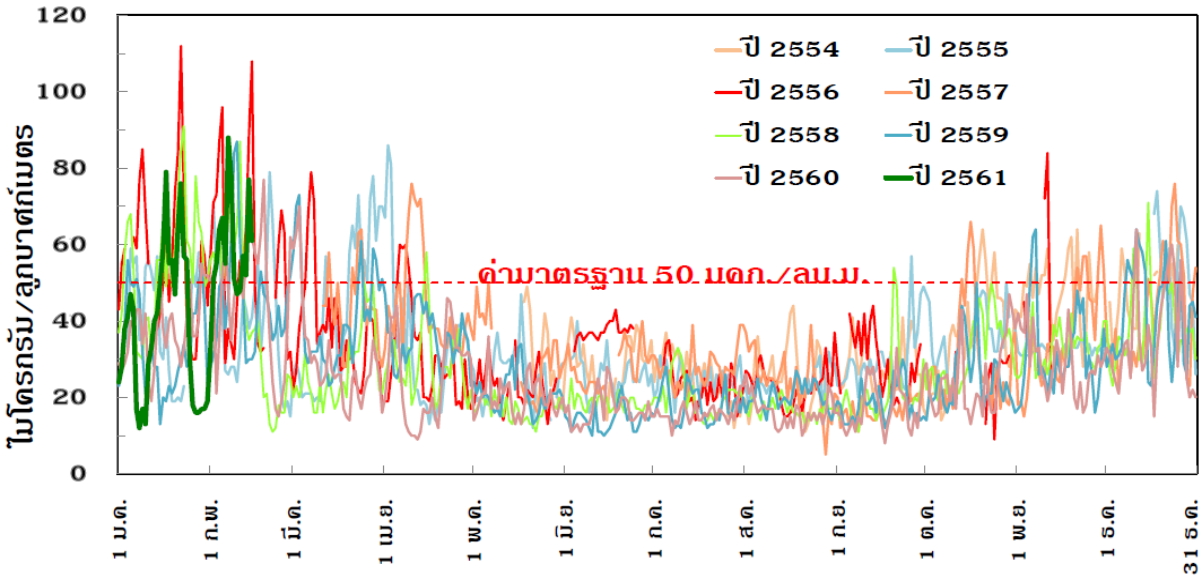
ผลกระทบของฝุ่นละออง PM 2.5

ฝุ่น PM2.5 เป็นมลพิษที่ส่งผลกระทบกับสุขภาพมากที่สุดในบรรดามลพิษทางอากาศ เนื่องด้วยขนาดที่เล็กมาก จึงทำให้ PM2.5 สามารถเข้าไปสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ และจากนั้นก็ไปทั่วร่างกาย เป็นสาเหตุของผลกระทบด้านสุขภาพทั้งระยะสั้นและระยะยาวมากมาย โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ถุงลมในปอดและกระแสเลือดโดยตรง ซึ่งส่งผลเป็นอันตรายต่อกระบวนการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายและเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเรื้อรัง ซึ่งจากข้อมูลทาง State of Global Air ระบุว่า ฝุ่นละออง PM2.5 ได้ก่อให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของประเทศไทยประมาณ 37,500 ราย ซึ่งถือเป็นวิกฤตด้านสาธารณสุข โดยที่เด็ก คนสูงวัย และกลุ่มประชากรเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด นอกจากนี้ทาง Institute for Health and Evaluation, University of Washington สนับสนุนโดยธนาคารโลก พบว่า มลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยร่วมที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆเนื่องจากมีส่วนประกอบของสาร เคมีหลายชนิดทั้งที่เป็นสารระคายเคืองไปจนถึงสารก่อมะเร็งจึงเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดในสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็งปอด และโรคติดเชื้อเฉียบพลันระบบหายใจส่วนล่าง สำหรับก๊าซโอโซนเป็นสารระคายเคืองปอด ทำให้ปอดติดเชื้อง่าย จึงเป็นปัจจัยร่วมอันก่อให้เกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นต้น **(Greenpeace International,2561)**

การศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- **<u>กรมควบคุมมลพิษ (2561)</u>** รายงานว่า กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศโดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติในพื้นที่เขตกรุงเทพและปริมณฑล ซึ่งพบว่าในจังหวัดกรุงเทพมหานคร มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จำนวน 6 สถานี ได้แก่ 1) ริมถนนลาดพร้าว เขตลาดพร้าว 2) ริมถนนอินทรพิทักษ์ เขตธนบุรี 3) ริมถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน 4) เขตวังทองหลาง 5) เขตพญาไท และ 6) เขตบางนา สาหรับปริมณฑล มีสถานีที่ตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 จำนวน 3 สถานี อยู่ในจังหวัดสมุทรปราการ 2 สถานี ได้แก่ 1) ต.ทรงคะนอง อ.พระประแดง และ 2) ต.บางเสาธง อ.บาง เสาธง และอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร 1 สถานี ได้แก่ ต.มหาชัย อ.เมือง

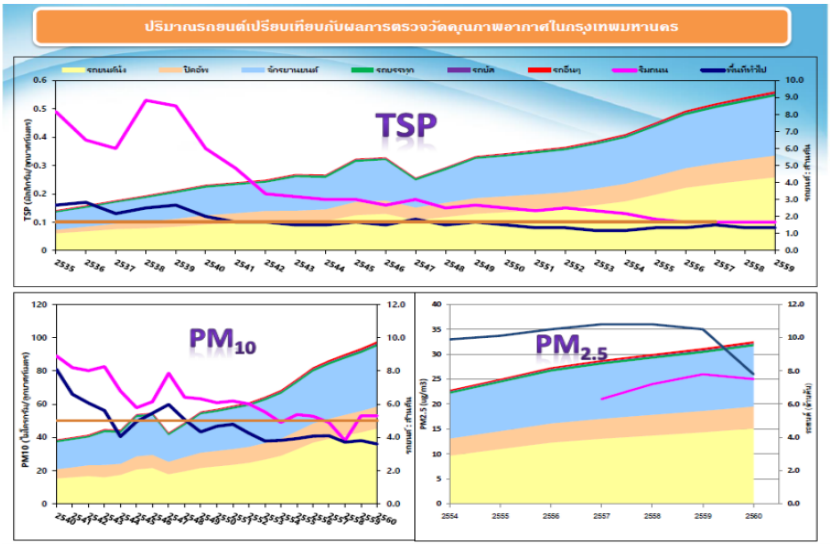
การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ พบว่าสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบเกินเกณฑ์มาตรฐาน (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในช่วงต้นปี (เดือนมกราคมถึงมีนาคม) และปลายปี (เดือนธันวาคม) ของทุกปีย้อนหลัง 8 ปี ตั้งแต่ ปี 2554-2561 (ตามรูปที่ 1)



รูปที่ 1 แสดงความเข้มข้นของฝุ่นละอองPM2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมงในพื้นที่กรุงเทพมหานครปี 2554 – 2561
ที่มา: สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา (2561)

การติดตามตรวจสอบสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม – 27 มีนาคม 2561 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเริ่มมีแนวโน้มสูงขึ้น จนอยู่ในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม 2561

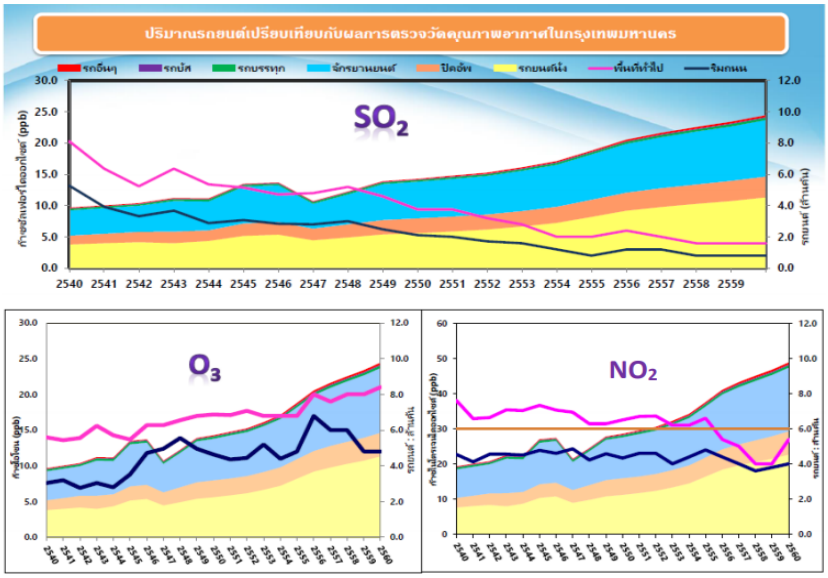
แนวโน้มระยะยาวของระดับฝุ่น PM10 เฉลี่ยทั้งปีตั้งแต่ ปี พ.ศ.2540 จนถึงปัจจุบันมีแนวโน้มลดลงอย่างมากตามลำดับ แม้ว่าจำนวนรถยนต์จะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าเท่าตัว เนื่องจากมาตรการควบคุมฝุ่นละออง (ดังจะอธิบายในหัวข้อต่อไป) โดยที่ระดับฝุ่น PM10 ในพื้นที่ทั่วไปต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนระดับฝุ่น PM10 บริเวณริมถนนแสดงแนวโน้มลดลงเช่นกันแม้ว่าใน 2 ปีสุดท้ายจะมีค่าสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ความเข้มข้นฝุ่นละออง TSP PM10PM2.5 รายปี ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2561)

แนวโน้มระยะยาวของระดับฝุ่น PM2.5 เฉลี่ยทั้งปีตั้งแต่ ปี พ.ศ.2554-2560 พบว่าระดับฝุ่น PM2.5 ใน พื้นที่ทั่วไปมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่ยังอยู่ภายในค่ามาตรฐาน ระดับฝุ่น PM2.5 บริเวณริมถนนมีแนวโน้มลดลงแต่ยัง เกินค่ามาตรฐาน (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โอโซน และไนโตรเจนไดออกไซด์ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2561)

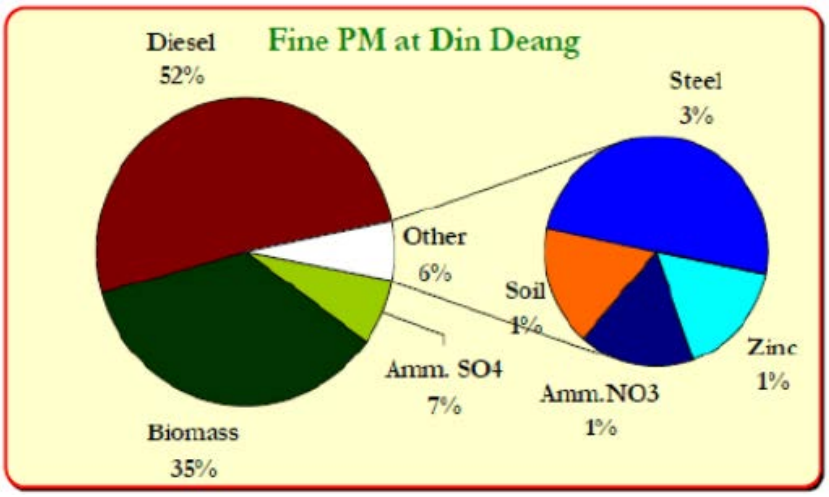
เมื่อพิจารณาสถานการณ์ฝุ่นละอองในภาพรวม อาจกล่าวได้ว่ามาตรการควบคุมฝุ่นละอองที่ดำเนินการมาในช่วง 20 ปี ประสบผลสำเร็จในการลดระดับฝุ่น PM10 เป็นตัวอย่างความสำเร็จที่นำไปใช้เป็นบทเรียนได้ แต่ระดับฝุ่น PM10และ PM2.5 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะหลังแสดงถึงแหล่งกำเนิดที่เพิ่มขึ้น ปัญหาที่แตกต่างจากเดิม มีความสลับซับซ้อนและต้องวิเคราะห์ให้ทราบสาเหตุที่ชัดเจน จึงจะสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด การควบคุมระดับฝุ่นเฉลี่ยทั้งปี (แม้จะเกินค่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อย) มีความสำคัญต่อสุขภาพอนามัยและอาจนำไปสู่การปรับค่ามาตรฐานให้เข้มงวดขึ้น ส่วนระดับฝุ่นละอองในช่วงหน้าแล้งที่เกินค่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง จำเป็นต้องกำหนดมาตรการในช่วงวิกฤติที่เข้มงวดกว่าปกติจึงจะสามารถลดระดับฝุ่นละอองให้อยู่ภายในค่ามาตรฐาน

- **ศิวรินทร์ ดวงแก้ว (2555)** ตรวจวัดฝุ่น PM2.5และสารคาร์บอนในฝุ่นบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เปรียบเทียบฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่า นอกจากฝุ่น PM2.5 ในฤดูแล้งจะสูงกว่าในฤดูฝนประมาณ 2 เท่าแล้ว ยัง พบสารคาร์บอนรวมในฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝนประมาณ 3-4 เท่า ซึ่งความเข้มข้นฝุ่นและสารคาร์บอนรวมในฤดู แล้งที่สูงกว่าในฤดูฝนนี้มาจากคาร์บอนอินทรีย์ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากการเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรกรรมรอบ นอกกรุงเทพมหานคร (ตารางที่ 1)

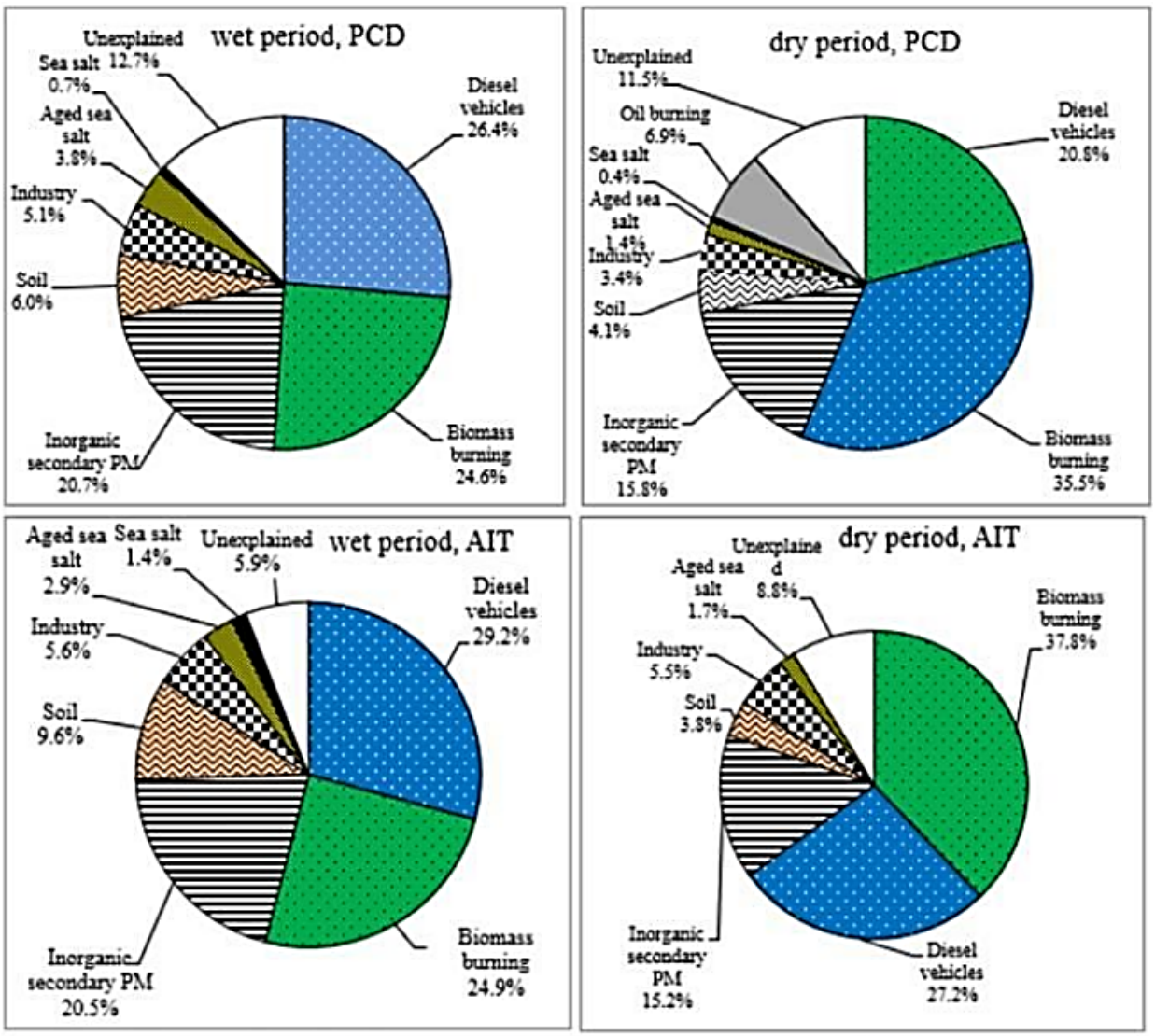
ฤดู		$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	TC ($\mu g/m^3$)	TC/PM	OC ($\mu g/m^3$)	OC/PM	EC ($\mu g/m^3$)	EC/PM
ฤดูฝน	ค่าต่ำสุด	12.04	2.75	0.12	1.51	0.06	1.24	0.05
	ค่าสูงสุด	32.41	7.67	0.53	4.40	0.31	3.27	0.21
	ค่าเฉลี่ย	22.85	5.05	0.25	3.03	0.15	2.02	0.10
ฤดูแล้ง	ค่าต่ำสุด	26.85	6.49	0.23	5.13	0.19	1.36	0.05
	ค่าสูงสุด	68.52	31.64	0.64	27.17	0.55	4.52	0.09
	ค่าเฉลี่ย	47.72	17.29	0.36	14.26	0.3	3.03	0.06

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นฝุ่น PM2.5 คาร์บอนรวม คาร์บอนอินทรีย์และคาร์บอนอินทรีย์ ที่ จุฬาฯ
ที่มา: ศิวรินทร์ ดวงแก้ว (2555)

- **Kim Oanh (2007)** ได้มีการศึกษา Source Apportionment ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นในบรรยากาศ ในพื้นที่ที่สนใจ พบว่าฝุ่น PM2.5 ที่ดินแดง มาจากไอเสียรถดีเซล 52% จากการเผาชีวมวล 35% ฝุ่นทุติยภูมิและอื่นๆ 13% นอกจากนี้ Kim Oanh (2017) ยังพบว่าฝุ่น PM2.5 มาจากไอเสียรถดีเซล 20.8-29.2% จากการเผาชีวมวล 24.6-37.8% ฝุ่นทุติยภูมิ 15.8-20.7% และอื่นๆ ทั้งนี้ ในช่วงหน้าแล้งจะมีการเผาชีวมวล สูงกว่าในช่วงหน้าฝน (รูปที่ 4&5 และตารางที่ 2)



รูปที่ 4 แหล่งที่มาของฝุ่น PM2.5 ในบริเวณดินแดง by Kim Oanh, 2007



รูปที่ 5 แหล่งที่มาของฝุ่น PM2.5 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ในเมืองและชานเมืองกรุงเทพฯ by Kim Oanh, 2017

	Kim, 2007	Kim, 2017				พิสัย
ที่มา	ดินแดง	กรมควบคุมมลพิษ		เอไอที		
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	
ไอเสียดีเซล	52	26.4	20.8	29.2	27.2	20.8-29.2
การเผาชีวมวล	35	24.6	35.5	24.9	37.8	24.6-37.8
ฝุ่นทุตยิภูมิ	8	20.7	15.8	20.5	15.2	15.2-20.7
โรงงาน	4	5.1	3.4	5.6	5.5	3.4-5.6
ดิน	1	6.0	4.1	9.6	3.8	3.8-9.6
อื่นๆ	-	17.2	20.4	10.2	10.5	10.2-20.4

ตารางที่ 2 แหล่งที่มาของฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร (ร้อยละ) by Kim Oanh, 2017

- **ธัญภัสสร์ทองเย็น (2552)** ได้มีการศึกษาตรวจวัดฝุ่นละอองแยกขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน (เล็ก กว่า 100 นาโนเมตร หรือเรียกว่าฝุ่นละอองขนาดนาโน), 0.1-1.0 ไมครอน, 1.0-2.5 ไมครอน, 2.5-10 ไมครอน 7 และขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองนาโน (Nanoparticle sampler) ใน 3 พื้นทีใน กรุงเทพมหานคร และวิเคราะห์หาปริมาณสารพีเอเอช (PAH - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) ในฝุ่นแต่ละขนาด พบกลุ่มสารพีเอเอชที่มีความเข้มข้นสูง มีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ Benzo(a), pyrene Benzo(b), fluoranthene Acenaphthylene และ Fluorene และพบว่าแหล่งกำเนิดของสารพีเอเอชมาจากการจราจรเป็นหลัก และบริเวณที่มีความเข้มข้นสารพีเอเอชสูงคือพื้นที่ที่มีการจราจร หนาแน่น

- **Cheng et. al (2015)** ได้ทดลองเก็บตัวอย่างบริเวณริมถนนการจราจรหนาแน่นในฮ่องกง รายงานว่าฝุ่นหยาบ PM10-2.5 และฝุ่นละเอียด PM2.5 มีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ธาตุที่มีปริมาณมากในฝุ่นหยาบได้แก่ Cl– , Al, Si, Ca, Ti, และ Fe ในขณะที่องค์ประกอบหลักในฝุ่นละเอียดได้แก่ OC, EC, SO4 2– , NH4 + , และ K + ที่มาของฝุ่น หยาบได้แก่ ฝุ่นจากส่วนประกอบของรถ (ยาง ผ้าเบรค) ฝุ่นดินฟุ้งลอย ไอทะเล การเผาชีวมวลและฝุ่นทุตยภูมิ และจากการจราจรน้อยที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) ซึ่งได้มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยต่างๆ ทั้งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ รวมถึงทฤษฎีและหลักการทดลองทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่จะส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 และรวบรวม

ข้อมูลค่าดัชนีความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร จากกรมควบคุมมลพิษ ตั้งแต่ปี 2558 – 2562 ตามตารางที่ 3

เดือน	ปี 2558			ปี 2559			ปี 2560			ปี 2561			ปี 2562		
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m³)			ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m³)			ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m³)			ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m³)			ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (ug/m³)		
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ยรายเดือน
มกราคม	81	21	46	70	16	36	53	22	37	81	9	40	94	23	57
กุมภาพันธ์	77	11	35	95	27	48	67	15	45	90	11	47	59	13	26
มีนาคม	41	9	22	79	18	40	65	14	30	76	10	32	38	18	26
เมษายน	48	7	22	47	23	33	46	10	24	52	19	28	22	14	22
พฤษภาคม	24	6	14	31	7	16	32	10	19	27	13	19	37	11	23
มิถุนายน	25	15	20	19	6	11	28	7	15	23	12	16	26	9	15
กรกฎาคม	34	16	23	29	10	18	22	10	15	22	11	17	25	8	16
สิงหาคม	24	13	18	25	13	19	26	8	14	23	10	16	19	7	13
กันยายน	60	11	22	25	5	14	30	7	15	31	8	16	73	9	24
ตุลาคม	55	19	31	36	10	18	51	11	25	28	8	19	51	17	25
พฤศจิกายน	46	18	31	54	12	25	57	17	31	40	18	30	49	17	31
ธันวาคม	78	23	41	63	24	42	68	17	40	42	33	38	56	19	37
ค่ามาตรฐาน	50		-	50		-	50		-	50		-	50		-

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ปี 2558 – 2562 ในพื้นที่บริเวณ แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2562

โดยอข้อมูลค่าดัชนีค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบรายเดือน (ตั้งแต่ มกราคม 2558 – ธันวาคม 2562) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซของทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) , ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซโอโซนกับปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง PM 2.5 ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับอนุกรมเวลา (Time Series) ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบความนิ่งของข้อมูลอนุกรมเวลาก่อน เพราะถ้าข้อมูลไม่มีลักษณะนิ่ง จะเกิดปัญหาความสัมพันธ์ไม่แท้จริง (Spurious regression) ระหว่างตัวแปรอนุกรมเวลาทั้งสองตัวแปร ซึ่งจะเห็นได้จากสมการถดถอยระหว่างตัวแปร อนุกรมเวลาสองตัวแปร ส่วนมากจะได้ค่า R^2 สูง และค่าสถิติ t มีนัยสำคัญ ทั้งที่ความสัมพันธ์ ของตัวแปรทั้งสองดังกล่าวโดยทางทฤษฎีแล้วไม่มีความหมายในทางเศรษฐศาสตร์ โดยข้อมูล อนุกรมเวลาที่มีลักษณะนิ่ง (Stationary) นั้น ค่าเฉลี่ย (Means) และความแปรปรวนจะต้องมี ค่าคงที่ (Constant) เมื่อเวลาเปลี่ยนไป ในขณะที่ค่าความแปรปรวนร่วมเกี่ยว (Covariance) ระหว่างสองคาบเวลาจะขึ้นอยู่กับช่องว่าง (gap) ระหว่างคาบเวลาเท่านั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับเวลาที่ เกิดขึ้นจริง หากไม่มีลักษณะดังกล่าว จะถือว่าข้อมูลมีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) การทดสอบว่าข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะนิ่งหรือไม่นั้น เดิมพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเอง (Autocorrelation Coefficient Function:ACF) ตามแบบจำลองของ บ็อก-เจนกินส์ (Box-Jenkins model) แต่ถ้าค่า correlation

(ρ)ที่ได้จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองนั้น มีค่า ใกล้เคียง 1 มากๆ จะส่งผลให้การพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองค่อนข้างจะไม่แม่นยำ เพราะว่ากราฟแสดงค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองมีค่าแนวโน้มลดลงเหมือนๆกัน บางคนอาจสรุปผล ไม่เหมือนกันเนื่องจากประสบการณ์ที่แตกต่างกันท้าให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ดิกกี้- ฟูลเลอร์ (Dickey-Fuller) จึงพัฒนาการตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะนิ่งหรือไม่โดย การทดสอบยูนิทรูท (Unit Root Test) **(ทรงศักดิ์,2547)**

- **การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) ด้วย Unit Root Test** เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลมีลักษณะความนิ่ง (stationary คือ I(0) ; integrated of order zero) หรือไม่นิ่ง (Non-stationary คือ I(0) โดย d > 0 ; integrated of order d) ซึ่งวิธีการทดสอบ Unit Root นั้น มีด้วยกัน 2 วิธี คือ Dickey-Fuller (DF) Test และ Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test

1. Dickey Fuller (DF) Test คือ การทดสอบตัวแปรที่เคลื่อนไหวไปตามช่วงเวลาเป็น Autoregressive Model จากสมการ

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.1)$$

โดยที่ X_t , X_{t-1} คือข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปร ณ เวลา t และ t-1

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error)

ρ คือสัมประสิทธิ์อัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation Coefficient)

จะได้ว่า $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$; $\varepsilon_t \sim iid(0,\sigma 2\, \varepsilon\, t)$

โดยตั้งสมมุติฐานคือ

H_0: $\rho = 1$

H_1: $|\rho| < 1$; $-1 < \rho < 1$

หากยอมรับ H_0 : $\rho = 1$ หมายความว่า X_t มี Unit Root หรือ X_t มีลักษณะไม่นิ่ง (Non-stationary) แต่ถ้ายอมรับ H_1 : $|\rho| < 1$; $-1 < \rho < 1$หมายความว่า X_t ไม่มี Unit Root หรือ X_t มีลักษณะนิ่ง (stationary)

จากสมการ (1.1) นำ X_{t-1} ไปลบทั้งสองข้างของสมการจะได้ว่า

$$X_t - X_{t-1} = \rho X_t - X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta X_t = \theta\, X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.2)$$

โดย $\theta = \rho - 1$ จะได้สมมุติฐานใหม่ว่า

$H_0 : \theta + 1 = 1$ หรือ $H_0: \theta = 0$

$H_1: -1 < \theta + 1 < 1$ หรือ $H_1: \theta < 0$

หากการทดสอบยอมรับสมมุติฐานหลัก $H_0 : \theta = 0$ แสดงว่าตัวแปร X_t มี Unit Root หรือ X_t จะมีลักษณะไม่นิ่ง (Non- Stationary) แต่ในทางตรงกันข้ามหากปฏิเสธสมมุติฐานหลักแสดงว่า ยอมรับ $H_1 : \theta < 0$ หมายความว่า ตัวแปร X_t ไม่มี Unit Root หรือ X_t มีลักษณะนิ่ง (Stationary)

ถ้า X_t เป็นแนวเดินเชิงสุ่มซึ่งมีความโน้มเอียงทั่วไปรวมอยู่ด้วย (random walk with drift) เราสามารถจะเขียนแบบจ้าลองได้ดังนี้

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.3)$$

และถ้า X_t เป็นแนวเดินเชิงเฟ้นสุ่มซึ่งมีความโน้มเอียงทั่วไปรวมอยู่ด้วย (random walk with drift) และมีแนวโน้มตามเวลาเชิงเส้น (Linear Time Trend) เราสามารถจะเขียนแบบจ้าลอง ได้ดังนี้

$$\Delta X_t = \alpha + \beta_t + \theta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.4)$$

โดยที่ t คือเวลาในสมการที่ (1.3) จะมีความโน้มเอียงทั่วไปและในสมการที่ (1.4) จะมีทั้ง ความโน้มเอียงทั่วไปและมีแนวโน้มตามเวลาเชิงเส้น โดยตัวพารามิเตอร์ที่อยู่ในความสนใจใน ทุกสมการคือ θ นั่นคือ ถ้า $\theta = 0$ หมายความว่า X_t จะมี Unit Root โดยการเปรียบเทียบค่าสถิติt (t -statistic) ที่คำนวณได้กับค่าที่เหมาะสมที่อยู่ในตาราง Dickey-Fuller หรือกับค่าวิกฤต Mackinnon Critical Values

2. Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test คือ การทดสอบ Unit Root อีกวิธีหนึ่งที่พัฒนามาจากวิธีของ Dickey-Fuller เนื่องจาก Dickey-Fuller test ไม่สามารถทำการทดสอบตัวแปรในกรณีที่มี Serial Correlation ในค่า error Term (ε_t) หรือ error Term มีลักษณะความสัมพันธ์กันเองในระดับสูง โดยมีการเพิ่มพจน์ที่เรียกว่า Lagged Change เข้าไปในสมการ (1.2) (1.3) และ (1.4) ทางด้านขวามือจะได้สมการถดถอยใหม่ดังนี้

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \sum \delta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.5)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum \delta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.6)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta_t + \theta X_{t-1} + \sum \delta_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (1.7)$$

โดย X_tคือข้อมูลตัวแปร ณ เวลา t X_t คือข้อมูลตัวแปร ณ เวลา t -1 $\alpha, \beta, \theta, \delta$ คือค่าพารามิเตอร์ ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม โดยจ้านวนของ Lagged Difference Terms ที่จะน้าเข้ามาร่วมในสมการนั้นมีมากพอที่ท้า ให้พจน์ค่าความคลาดเคลื่อน (Error Terms) มีลักษณะเป็น Serially

Independent และเมื่อน้ำเอา การทดสอบ DF (Dicker-Fuller test) กับสมการ (2.5) (2.6) และ (2.7) จะเรียกว่าการทดสอบ ADF(Augmented Dickey-Fuller test) ค่าสถิติทดสอบ ADF มีการแจกแจงเชิงเส้นกันกับ (Asymptotic distribution) เหมือนกับสถิติ DF ดังนั้นใช้ค่าวิกฤต (Critical Values) แบบเดียวกัน **(Gujarati,1995:p270)**

- **การวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)** คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป โดยความสัมพันธ์นี้จะบอกให้ทราบว่าตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันในระดับใด ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์นั้นจะบ่งบอกทิศทางของความสัมพันธ์ของตัวแปร ถ้ามีค่าเป็น บวก หมายความว่า เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งเพิ่มหรือลดลงอีกตัวแปรหนึ่งก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วย แต่ถ้าค่าเป็น ลบ หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกตัวหนึ่งจะมีค่าเพิ่มหรือลดลงตรงข้ามเสมอ และถ้ามีค่าเป็นศูนย์ คือ ตัวแปรสองตัวไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

- **การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)** เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) โดยตัวแปรอิสระมีหลายตัวกับตัวแปรตามเพียง 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้
โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

สมการในรูปของประชากร $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + ... + \beta_k X_k + \varepsilon$

สมการในรูปของตัวอย่าง $y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_k x_k + e$

สมการทำนายผล (สมการพยากรณ์) $\hat{y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_k x_k$

สัญลักษณ์ที่ใช้มีความหมายดังนี้

X_i คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

Y คือ ค่าของตัวแปรตาม

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ X_i

ε_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ และ β_k สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$n\beta_0 + \beta_1\sum_{i=1}^{n} x_{i1} + \beta_2\sum_{i=1}^{n} x_{i2} + \ldots + \beta_k\sum_{i=1}^{n} x_{ik} = \sum_{i=1}^{n} y_i$$

$$\beta_0\sum_{i=1}^{n} x_{i1} + \beta_1\sum_{i=1}^{n} x_{i1}^2 + \beta_2\sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} + \ldots + \beta_k\sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{ik} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i$$

$$\beta_0\sum_{i=1}^{n} x_{i2} + \beta_1\sum_{i=1}^{n} x_{i1}x_{i2} + \beta_2\sum_{i=1}^{n} x_{i2}^2 + \ldots + \beta_k\sum_{i=1}^{n} x_{i2}x_{ik} = \sum_{i=1}^{n} x_i y_i$$

$$\beta_0\sum_{i=1}^{n} x_{ik} + \beta_1\sum_{i=1}^{n} x_{ik}x_{i1} + \beta_k\sum_{i=1}^{n} x_{ik}x_{i2} + \ldots + \beta_k\sum_{i=1}^{n} x_{ik}^2 = \sum_{i=1}^{n} x_{ik} y_i$$

- โดยที่ค่า βi หรือ bi จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า X_i ต่อค่า y ดังนี้ คือ ถ้าค่า X_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำ ให้ค่า y เปลี่ยนไป b_i หน่วย

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical significance) แบ่งออก 2 ประเภทได้ดังนี้

1. T-Statistic คือการทดสอบหรือพิสูจน์ทางสถิติ ค่าคงที่ (β_0) และสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระทุกค่า ($\beta_1, \beta_2, \ldots . \beta_k$) ว่ามีนัยสำคัญต่อ Model หรือไม่ดังต่อไปนี้

1.1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \beta_i = 0$

$H_1 : \beta_i \neq 0$

1.2 กำหนดระดับนัยสำคัญ ให้ $\alpha = 0.05$

1.3 คำนวณหาค่า T-Test

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \quad ; \quad df = n - 1$$

1.4 สรุปผลการทดสอบ

- ถ้าค่า $t_{\text{คำนวณ}} < t_{\text{ตาราง}}$ จะยอมรับ H_0 หรือ Accept H_0 หมายความว่า ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆ ไม่มีนัยสำคัญต่อ Model ซึ่งสามารถตัดออกได้ โดยไม่ทำให้ Model นั้นเกิดความแตกต่างแต่อย่างใด

- ถ้าค่า $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\text{ตาราง}}$ จะปฏิเสธ H_0 หรือ Reject H_0 ซึ่งหมายความว่า ค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆ มีนัยสำคัญต่อ Model จึงไม่สามารถตัดออกได้

2. F-Statistic คือการพิสูจน์ว่า Model ที่ได้มานั้นเมื่อนำไป Predict ค่า Y แล้วจะมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยแค่ไหน หรือมี Error ระหว่าง Y และ $\hat{Y}$ มากแค่ไหน

1.1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

1.2 กำหนดระดับนัยสำคัญ ให้ $\alpha = 0.05$

1.3 คำนวณหาค่า F-Test

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

1.4 สรุปผลการทดสอบ

- ถ้า $F_{คำนวณ} < F_{ตาราง}$ จะยอมรับ H_0 หรือ Accept H_0 ซึ่งหมายความว่า Model นี้มีความผิดพลาดสูง จนไม่สามารถเอาไปใช้ต่อได้

- ถ้า $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$ จะปฏิเสธ H_0 หรือ Reject H_0 ซึ่งหมายความว่า Model มีความผิดพลาดน้อยสามารถยอมรับ และเอาไป Predict หาค่า Y ได้

Coefficient of determination (R^2)

R^2 คือ ค่าที่ใช้พิสูจน์ว่า Model ที่ได้มาว่าดีพอที่จะใช้ในการวิเคราะห์คาดเดาค่า Y ในอนาคตได้หรือไม่ แม้ว่า F-Test จะบอกว่า Model มีความผิดพลาดต่ำแค่ไหนก็ตาม แต่หากที่มาของการเก็บข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ไม่เหมาะสม ก็ยังถือว่า Model นั้นไม่เหมาะแก่การใช้ในการพยากรณ์ค่า Y โดยการหาค่า R^2 สามารถคำนวณหาค่าได้จากสูตรได้ล่างดังนี้

$$R^2 = \frac{(SS_{Regression})\ 100\%}{SS_{Total}}$$

โดยที่ $SS_{Regression} = [\beta][Y] - \frac{(\sum_{i=1}^{n} Y_i)^2}{n}$

$$SS_{Error} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - [\beta][Y]$$

$$SS_{Total} = SS_{Regression} + SS_{Error}$$

** $[\beta][Y] = [\beta_0, \beta_1, \beta_2] \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$

- R^2 เป็นค่าที่บ่งบอกว่าข้อมูลดิบของการวิเคราะห์นั้นเหมาะสมหรือไม่ จะมีค่าระหว่าง 0 - 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 ก็ยิ่งดี โดยทั่วไปควรมีค่า 0.6 ขึ้นไป

$$R^2 \text{ Adjust} = \left\{1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right)(1 - R^2)\right\}(100\%)$$

- R^2 Adjust เป็นค่าที่บ่งบอกว่า R^2 ที่ได้นั้นเหมาะสมจริงไหม โดยจะทำการลด Sample (N) ลง 1 ตัว แล้วหาค่า R^2 ใหม่อีกครั้ง เลยเรียกว่า Adjust หากมีค่าต่ำกว่า R^2 มากผิดปกติ ก็ให้สรุปว่า Sample size ต่ำเกินไป หรือ R^2 มี Sensitivity ต่อการเปลี่ยนแปลง N มากเกินไป มีโอกาสที่ Model จะผิดพลาดก็สูงทีเดียว ที่เหมาะสม ค่า R^2-Adjust จะต้องต่ำกว่า R^2 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงจะถือว่าการทดลองครั้งนี้ มีการเก็บข้อมูล Sample size ได้อย่างเหมาะสม

ผลการดำเนินงาน

1. การทดสอบความนิ่งของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Eviews ซึ่งเป็นการทดสอบแบบ Augmented Dickey-Fuller test ในระดับ Level (ตารางที่ 4)

Stationary Test						
Variable	ระดับของ Unit Root	ADF	MacKinnon Critical Value			Result
		t-statistic	1%	5%	10%	
PM 2.5	Level	-6.169366	-3.574446	-2.923780	-2.599925	Stationary
SO2	Level	-4.095674	-3.562669	-2.918778	-2.597285	Stationary
NO2	Level	-4.551453	-3.562669	-2.918778	-2.597285	Stationary
O3	Level	-6.720921	-3.574446	-2.923780	-2.599925	Stationary

ตารางที่ 4 การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary)

จากการทดสอบค่า ADF Test ความนิ่ง (Stationary) ของตัวแปรแต่ละตัวในระดับ Level พบว่า ข้อมูลปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5, ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ,ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), และก๊าซโอโซน (O_3) ทั้งหมดเป็นตัวแปรที่มีลักษณะนิ่ง เนื่องจากมีค่า t-statistic ที่น้อยกว่าค่านัยสำคัญ ณ ระดับ 1%, 5%,และ 10%

2. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

Multicollinearity			
	PM 2.5	SO_2	NO_2
SO_2	0.427965		
NO_2	0.570803	0.439291	
O_3	0.722111	0.382029	0.38979

ตารางที่ 5 ค่า Multiple Correlation

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าสหสัมพันธ์ (Correlation : r) ของตัวแปรอิสระทุกตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม โดยที่ค่า 0.722111 นั้นสามารถบอกได้ว่าของก๊าซโอโซน (O_3) มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณ PM2.5 มากที่สุดเมื่อเทียบกับก๊าซทั้ง 2 ชนิด ในขณะที่ค่าความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซโอโซน (O_3) กับตัวแปรอิสระ 2 ตัวนั้นมีค่าน้อยมากหรือแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

3. การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multi Linear Regression Equation)

สมการ $$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \varepsilon$$

โดยที่ Y_i คือ ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 แต่ละเดือน

β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมาการ

β_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปร X_{1i}

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.789861441
R Square	0.623881096
Adjusted R Square	0.601313962
Standard Error	6.973817066
Observations	54

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regressio	3	4033.553036	1344.517679	27.645561	1.10532E-10
Residual	50	2431.706224	48.63412447		
Total	53	6465.259259			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-1.863974304	3.615876372	-0.515497244	0.6084775	-9.12667574	5.398727131	-9.12667574	5.39872713
SO2	1.104987538	1.569943229	0.703839169	0.484798	-2.048336241	4.258311316	-2.04833624	4.25831132
NO2	0.526179077	0.166253284	3.164924416	0.0026405	0.192249529	0.860108625	0.192249529	0.86010862
O3	0.817410145	0.139265055	5.869456255	3.49E-07	0.537688051	1.09713224	0.537688051	1.09713224

β_2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปร X_{2i}

β_3 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปร X_{3i}

X_{1i} คือ ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในแต่ละเดือน

X_{2i} คือ ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ในแต่ละเดือน

X_{3i} คือ ปริมาณก๊าซโอโซน (O_3) ในแต่ละเดือน

ε_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (error term)

ตารางที่ 6 Multiple Regression

- จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าค่า b_0 = -1.864 , b_1 = 1.104 , b_2 = 0.526 , และ b_3 = 0.817 ซึ่งหมายความว่าถ้าปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เพิ่ม 1 หน่วยจะส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 เพิ่มขึ้น 1.104 หน่วย ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากที่สุดเมื่อเทียบกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และ ก๊าซโอนโซน (O_3)

- สำหรับการทดสอบนัยสำคัญของตัวแปรแบบ T-Statistic Test โดยที่ค่า $t_{0.05,53}$ = 2.0057 (เปิดตารางค่า T statistic) พบว่าตัวแปรอิสระ (ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และ ก๊าซโอนโซน) มีนัยสำคัญต่อปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ยกเว้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งมีค่า T Statistic อยู่ที่ 0.704 ซึ่งน้อยกว่าค่า 2.0057 แสดงว่ายอมรับ H_0

- สำหรับการทดสอบนัยสำคัญแบบ F-Statistic Test พบว่าค่า F-Statistic มีค่าอยู่ที่ 27.646 มีค่ามากกว่าค่า $F_{0.025,2,48} \approx 3.975$ (เปิดตารางหาค่า F statistic) จึงปฏิเสธ H_0 ซึ่งหมายความว่า Model นี้มีความคลาดเคลื่อนน้อย สามารถเชื่อถือได้

- หากพิจารณาค่า R^2 และ R^2 Adjust แล้วจะพบว่าทั้งสองค่านี้มีค่าที่ใกล้เคียงกันมากและค่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.624 ซึ่งหมายความว่า Model นี้สามารถใช้คำนวณคาดการณ์ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 . ในอนาคตได้ โดยสามารถเชื่อถือได้อยู่ที่ประมาณ 62.4%

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ในพื้นที่บริเวณแขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร คือ ก๊าซโอโซน (O_3) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งหมายความว่า การเพิ่มปริมาณของก๊าซโอโซน 1 หน่วย จะส่งผลกระทบให้ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.8174 หน่วย และการเพิ่มขึ้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ 1 หน่วย จะส่งผลกระทบให้ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เพิ่มมากขึ้น 0.5262 หน่วย ส่วนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) นั้นถือเป็นตัวแปรอิสระที่มีความเคลื่อนสูงมากและไม่มีนัยสำคัญต่อ Model นอกจากนี้ถ้าหากได้มีการพิจารณาค่า R^2 ก็จะพบว่า Model นี้นี้สามารถใช้คำนวณคาดการณ์ปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้โดยมีความเชื่อถือได้อยู่ที่ประมาณ 62.4% เท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

- ผลสรุปของการศึกษาครั้งนี้สามารถเสนอแนะได้ว่าทุกคนจำเป็นที่จะต้องช่วยกันลดปริมาณก๊าซโอโซน (O_3) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ที่อยู่ในอากาศ เพราะมันเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง PM2.5 โดยประเทศไทยได้มีการใช้มาตรการการแก้ไขและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน (PM 2.5) ดังต่อไปนี้

1. กำหนดและควบคุมการปล่อยอากาศเสีย น้ำทิ้ง หรือขยะมูลฝอย ของโรงงานอุตสาหกรรม และในกรณีที่มีผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามก็จำเป็นที่จะต้องชำระอัตราค่าบริการ ค่าปรับ และค่าสินไหมทดแทนหรือค่าเสียหาย

2. กำหนดเกณฑ์ของก๊าซฝุ่นควันหรือละอองเคมีที่เกิดจากเครื่องยนต์ของรถ และห้ามนำรถที่เครื่องยนต์ก่อให้เกิดก๊าซ ฝุ่น ควันหรือละอองเคมีเกินเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในทางเดินรถ ผู้ที่ฝ่าฝืนต้องระวางโทษปรับ นอกจากนั้นยังกำหนดให้ผู้ขับรถบรรทุก จัดให้มีสิ่งป้องกันมิให้สิ่งของที่บรรทุกมา เช่น หิน ดิน ทราย เชื้อเพลิงหรือสารเคมีอื่นๆ ตกหล่น รั่วไหล ส่งกลิ่นหรือปลิวไปจากรถอันอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

3. ส่งเสริมการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์และปลอดมลพิษ การทดแทนการเดินทางโดยรถยนต์ด้วยการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์หรือการเดินทางที่ปลอดมลพิษ ได้แก่ การใช้รถไฟฟ้า รถจักรยาน และการเดินเท้า เป็นต้น โดยจำเป็นต้องที่จะต้องได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐ เพราะจะช่วยในการประหยัดพลังงานและลดโลกร้อนได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพประชาชน และสร้างเมืองน่าอยู่

4. ส่งเสริมการขนส่งมวลชน ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง รถไฟฟ้า และอื่นๆ ซึ่งเป็นทางเลือกในการเดินทางที่ลดมลพิษ และมีผลกระทบในทางอ้อมในการลดความคับคั่งของการจราจรซึ่งช่วยลด

มลพิษ แต่การใช้บริการระบบขนส่งมวลชนอาจไม่สะดวก ไม่ปลอดภัย ใช้เวลา และค่าโดยสารอาจมีราคาสูง ดังนั้นรัฐจึงจำเป็นที่จะต้องสร้างแรงจูงใจเพื่อส่งเสริมการขนส่งมวลชนโดยวิธีต่างๆ รวมถึงการสนับสนุนด้านการเงิน

5. ประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้ประชาชนลดการเผาไหม้เชื้อเพลิงหรือเผาขยะ รวมถึงการเผาพื้นที่ไร่นา เพราะมันส่งผลให้เกิดสารมลพิษทางอากาศ เช่น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ฝุ่นละออง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ.(2562). ***ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index-AQI)***. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php สืบค้น 13 สิงหาคม 2563

- กรมควบคุมมลพิษและกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2563).***โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการ จัดการฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล.*** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/06/pcdnew-2020-06-05_02-34-12_147817.pdf

- มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะวิทยาการ สาขาเศรษฐศาสตร์ [ออนไลน์]. ***การทดสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) และการทดสอบ Unit Root*** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://mslib.kku.ac.th/elib/multim/books/Economic2555/LADDAWAN%20%20ARTPROM/07_ch3.pdf สืบค้น 15 สิงหาคม 2563

- ดร.สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา. (2561). ***ตราม่าเรื่อง PM 2.5*** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://thaipublica.org/2018/05/air-pollution05/ สืบค้น 15 สิงหาคม 2563

- นายฉลอง สีแก้วสิ่ว (2555). ***Regression Analysis*** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://sites.google.com/site/mystatistics01/regression-correlation-analysis/regression-analysis สืบค้น 26 ธันวาคม 2563

- พงษ์ศักดิ์ ปัตถา. (2560). ***กฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน.*** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : https://cdc.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/elaw_parcy/ewt_dl_link.php?nid=2365 สืบค้น 8 มกราคม 2564

- WHO Air Quality Guideline. (2548). ***Definition & Factor of Particulate Matter (PM)*** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health สืบค้น 15 สิงหาคม 2563

- Greenpeace International Organization (2019). ***Thailand suffers from poor air quality***[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.greenpeace.org/southeastasia/press/686/thailand-suffers-from-poor-air-quality-and-fails-to-meet-sustainable-development-goals-greenpeace/

- Sirilak Suwanwongse (1992). *Time Series Analysis.* 1st ed. Bangkok: Suweeriyasan.

- Kim Oanh. (2017). ***A Study in Urban Air Pollution Improvement in Asia AIT***. Research Project submitted to JICA-Research Institute, Asian Institute of Technology. Boldo, E., Medina, S., LeTertre, A., Hurley, F., Mucke, H.G., Ballester, F., Aguilera, I., Eilstein, D., 2006.

- Apheis: health impact assessment of long-term exposure to PM2.5 in 23 European cities. Eur. J. Epidemiol. 21, 449–458.

- Chen, L.C., Lippmann, M., 2009. Effects of metals within ambient air particulate matter (PM) on human health. Inhal. Toxicol. 21, 1–31.