บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในเขตเมืองซึ่งเป็นเขตที่มีการจราจรหนาแน่น เนื่องจากมลพิษทางอากาศนั้นก่อให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยทั้งด้านกลิ่น ความรำคาญ ตลอดจนผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจ และปอด ดังนั้นการติดตามเฝ้าระวังปริมาณมลพิษในบรรยากาศจึงเป็นภารกิจหนึ่งที่มีความสำคัญมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) หน่วยงานที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่องคือกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งกรมควบคุมมลพิษจะทำการตรวจวัดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds: VOC) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 16 ไมครอน เช่น PM_{10} สารตะกั่ว (Pb) และก๊าซโอโซน (O_3) เป็นต้น

สถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาแห่งประเทศไทย (2549) กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมในแง่การตรวจวัดคุณภาพอากาศไว้ว่าตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2536 จนถึงปัจจุบัน พบว่าคุณภาพอากาศในประเทศไทยมีคุณภาพดีขึ้นซึ่งเห็นได้จากค่าความเข้มข้นที่มีค่าสูงสุดของสารมลพิษส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นฝุ่นละอองขนาดเล็กและก๊าซโอโซน ทั้งนี้การที่คุณภาพอากาศของประเทศไทยมีคุณภาพดีขึ้นเนื่องมาจากมีการใช้เชื้อเพลิงในช่วงวิกฤติเศรษฐกิจในปริมาณที่ลดลง และอีกส่วนหนึ่งมาจากมาตรการของรัฐที่มีส่วนทำให้มลพิษทางอากาศลดลง ได้แก่

1. การรณรงค์ให้ใช้รถจักรยานยนต์ 4 จังหวะแทนรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ เนื่องจากรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของการปล่อยฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ ซึ่งการปรับเปลี่ยนนี้ช่วยลดการปล่อยฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ

2. การติดตั้งอุปกรณ์กำจัดสารซัลเฟอร์ (Desulfurization) ของโรงงงานไฟฟ้าแม่เมาะในปี พ.ศ. 2535 เนื่องจากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะเป็นโรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ดังนั้นการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จึงช่วยลดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศลงอย่างต่อเนื่องจนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

3. การบังคับใช้อุปกรณ์กำจัดมลพิษในระบบไอเสียรถยนต์ประเภทเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยาในรถยนต์ใหม่ในปี พ.ศ. 2536 เนื่องจากยานยนต์เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สำคัญดังนั้นการบังคับใช้อุปกรณ์ดังกล่าวจึงส่งผลให้ระดับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงจนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

4. การลดปริมาณสารตะกั่วในน้ำมัน ในปี พ.ศ. 2532 รัฐบาลมีมาตรการเริ่มลดปริมาณสารตะกั่วในน้ำมันจาก 0.45 กรัมต่อลิตรให้เหลือ 0.4 กรัมต่อลิตร และในปี พ.ศ. 2535 ลดลงมาเหลือ 0.15 กรัมต่อลิตร จนกระทั่งในปลายปี พ.ศ. 2538 รัฐบาลได้ยกเลิกการใช้น้ำมันเบนซินที่มีสารตะกั่วจึงทำให้ระดับสารตะกั่วลดลงอย่างรวดเร็วจนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

สำหรับสถานการณ์มลพิษทางอากาศในประเทศไทยนั้นพบว่าปัญหาของก๊าซโอโซนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (สำนักงานจัดการคุณภาพอากาศและเสียงกรมควบคุมมลพิษ, 2550) เนื่องจากก๊าซโอโซนเป็นสารมลพิษทุติยภูมิซึ่งเกิดจาก

1. ปฏิกิริยาทางเคมีที่ซับซ้อนของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปลดปล่อยออกมาจากไอเสียรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีความร้อนของแสงอาทิตย์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Sousa, Martins, Alvm-Ferraz and Pereira, 2007)

2. ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ (Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ความเร็วลม (Wind velocity) เป็นต้น

ก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศแบ่งเป็น 2 ประเภทคือก๊าซโอโซนที่ดี (Good ozone) และก๊าซโอโซนที่ไม่ดี (Bad ozone) ก๊าซโอโซนที่ดีจะอยู่ในชั้นบรรยากาศที่เรียกว่าชั้นสตราโทสเฟียร์ (Stratosphere) ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 35-80 กิโลเมตร เป็นก๊าซโอโซนที่มีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอย่างมากเนื่องจากทำหน้าที่ในการกรองรังสีอัตราไวโอเลต (Ultraviolet radiation) ที่ส่องผ่านมายังโลกซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ส่วนก๊าซโอโซนที่ไม่ดีจะอยู่ในชั้นบรรยากาศที่เรียกว่าชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 0-10 กิโลเมตร เป็นก๊าซโอโซนที่เราใช้หายใจจึงเป็นก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลกซึ่งเป็นโทษต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าก๊าซโอโซนมีค่าความเข้มข้นสูง จะสามารถทำปฏิกิริยากับอวัยวะภายในร่างกายได้จึงเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อมนุษย์หายใจเข้าไปโดยไปทำลายปอด แม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เกิดอาการเจ็บหน้าอก หายใจไม่ออก เจ็บคอ ระคายเคืองคอได้ ก๊าซโอโซนจึงเป็นโทษต่อโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โรคหอบหืด เป็นต้น นอกจากนั้นก๊าซโอโซนยังทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายที่จะต่อสู้กับโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจลดลงอีกด้วย ดังนั้นผลกระทบต่อร่างกายเนื่องจากก๊าซโอโซนจึงขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซโอโซนที่ร่างกายจะได้รับ (Environment Protection Agency, 2003)

ข้อมูลสำหรับการตรวจวัดก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลกจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษพบว่าประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนรายชั่วโมงที่ระดับพื้นผิวโลกสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานในสถานที่ที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่นและมีการจราจรคับคั่ง รวมถึงเขตโรงงานอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) เนื่องจากเป็นบริเวณที่เกิดมลพิษทางอากาศมากที่สุด

ด้วยสาเหตุดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาตัวแปรซึ่งมีอยู่มากมายทั้งตัวแปรที่เป็นปัจจัยมลพิษทางอากาศ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์กันกับค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลกในเขตภาคตะวันออกของประเทศไทยคือจังหวัดชลบุรี และจังหวัดระยอง เนื่องจากทั้ง 2 จังหวัดนี้เป็นจังหวัดที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่นและมีการจราจรคับคั่ง อีกทั้งยังเป็นเขตโรงงานอุตสาหกรรม โดยผู้วิจัยได้สร้างตัวแบบเพื่อทำนายค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวัน ที่ระดับพื้นผิวโลกว่ามีค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานหรือไม่ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์และใช้เป็นแนวทางในการป้องกันหรือดำเนินการต่อไป สำหรับวิธีการเชิงสถิติที่ใช้ในการสร้างตัวแบบนั้นจะใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ระหว่างตัวแปรตามคือค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวันที่ระดับพื้นผิวโลก และตัวแปรอิสระซึ่งได้จากการรวมปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันทั้งปัจจัยมลพิษทางอากาศ และปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาในรูปของส่วนประกอบหลัก (Principal component) ซึ่งเป็นวิธีการเชิงสถิติที่ช่วยลดจำนวนตัวแปรอิสระที่จะใช้ในการวิเคราะห์ และยังช่วยการขจัดปัญหาการมีพหุสัมพันธ์ (Multicollinearity) ระหว่างตัวแปรอิสระ ซึ่งเป็นข้อสมมุติที่สำคัญของการวิเคราะห์การถดถอย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยมลพิษทางอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลก

2. เพื่อสร้างสมการการถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal component regression: PCR) ที่ใช้ทำนายค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวันด้วยปัจจัยมลพิษทางอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา

สมมุติฐานของการวิจัย

ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวันที่ระดับพื้นผิวโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยมลพิษทางอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาซึ่งปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวันคือ

1. ปัจจัยมลพิษทางอากาศได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ออกไซด์ของก๊าซไนโตรเจน (NO_x) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) ก๊าซนอนมีเทนไฮโดรคาร์บอน (Non methane hydrocarbon: NMHC) ก๊าซมีเทน (CH_4) และฝุ่นละอองขนาดเล็กได้แก่ PM_{10}

2. ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความดัน (Pressure) อุณหภูมิ (Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ความเร็วลม (Wind velocity) ทิศทางลม (Wind direction) การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ (Solar radiation) และปริมาณน้ำฝน (Rain)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ตัวแบบเพื่อทำนายค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวันที่ระดับพื้นผิวโลกของภาคตะวันออก

2. เผยแพร่วิธีการเชิงสถิติให้แก่กรมควบคุมมลพิษเพื่อใช้ศึกษาและเป็นแนวทางในการป้องกันไม่ให้เกิดค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวันสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลกซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของก๊าซมลพิษที่ปะปนอยู่ในอากาศ โดยเก็บข้อมูลปัจจัยมลพิษทางอากาศได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ออกไซด์ของก๊าซไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรคาร์บอน ก๊าซนอนมีเทนไฮโดรคาร์บอน ก๊าซมีเทน และ PM_{10} และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาได้แก่ ความดัน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม การแผ่รังสีควงอาทิตย์ และปริมาณน้ำฝน จากสถานีเฉพาะในภาคตะวันออก 2 สถานี คือ สถานีสำนักงานสามัญศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และสถานีอนามัยมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึงปี พ.ศ. 2553

นิยามศัพท์เฉพาะ

ตัวแบบการถดถอยส่วนประกอบหลัก (Principal component regression model) เป็นตัวแบบการถดถอยที่สร้างขึ้นจากตัวแปรอิสระซึ่งได้จากการรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ด้วยกันเพื่อสร้างเป็นตัวแปรตัวใหม่ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor analysis) โดยจะใช้การดึงปัจจัย (Factor extraction) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก (Principal component analysis: PCA)

ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงสุดของก๊าซโอโซนต่อวัน (Maximum daily ozone concentration) เป็นค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่มีค่าสูงสุดในแต่ละวันซึ่งได้จากการบันทึกข้อมูลค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง

ก๊าซโอโซนที่ระดับพื้นผิวโลก (Ground level ozone) เป็นก๊าซที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีของก๊าซมลพิษที่ปะปนอยู่ในบรรยากาศแล้วทำปฏิกิริยากับระบบการทำงานของสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ พืช และสัตว์ ซึ่งทำให้เกิดผลเสียต่อระบบการทำงานของสิ่งมีชีวิต จึงจัดเป็นก๊าซโอโซนที่ไม่ดี ซึ่งก๊าซโอโซนนี้อยู่ในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ที่อยู่พื้นผิวโลกไม่เกิน 10 กิโลเมตร

มลพิษทางอากาศ (Air pollution) เป็นภาวะทางอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่สิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ พืช และสัตว์

ปฏิกิริยาโฟโตเคมี (Photochemical reaction) เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ซึ่งเกิดขึ้นในธรรมชาติโดยมีรังสีอัตราไวโอเลตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds) ที่เรียกทับศัพท์ตัวย่อภาษาอังกฤษว่า วีโอซี (VOC) เป็นกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ (Organic compounds) ที่มีความดันไอมากกว่า 1 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งสามารถระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ และไอเหล่านี้สามารถเปลี่ยนรูปกลับเป็นของเหลวหรือของแข็งตามสภาวะเดิมได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือลดความดัน ซึ่งโมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจมีธาตุออกซิเจน หรือธาตุฮาโลเจน เช่น คลอรีน โบรมีน ร่วมอยู่ด้วย

ก๊าซนอนมีเทนไฮโดรคาร์บอน (NMHC) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีไฮโดรเจนและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบซึ่งเป็นสารอินทรีย์อื่นๆที่ไม่ใช่พวกก๊าซมีเทน

ออกไซด์ของก๊าซไนโตรเจน (NO_x) เป็นกลุ่มก๊าซที่มีความไว (Highly reactive gases) ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีของไนโตรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น ยกเว้นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เมื่อรวมตัวกับอนุภาคอื่นๆในอากาศ จะเห็นเป็นชั้นสีน้ำตาลแดง

PM_{10} เป็นอนุภาคของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยาง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University