การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินคุณภาพอากาศ: กรณีศึกษา จังหวัดชลบุรี

Geoinformatics Application on Air Quality Assessment: A Case Study in Chon Buri Province

ธนิตย์ อินทรัตน์*
คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Thanit Intarat*
Faculty of Geoinformatics, Burapha University

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) ในจังหวัดชลบุรี โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพอากาศ กับการกระจายตัวของก๊าซมลพิษในจังหวัดชลบุรี โดยทำการรวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันของพื้นที่จังหวัดชลบุรี และบริเวณใกล้เคียง ซึ่งได้จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมควบคุมมลพิษ 8 สถานี จากจังหวัดชลบุรี ระยอง และฉะเชิงเทรา มาจัดทำค่าเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2553 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชลบุรี ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ส่วนตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ดัชนีคุณภาพอากาศ จากนั้น นำค่าก๊าซที่ได้แต่ละประเภทมาทำการประมาณค่าเฉลี่ย เพื่อแสดงในรูปของแผนที่การกระจายตัวของก๊าซ และนำมาหาความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ และแสดงผลในรูปแบบแผนที่

ผลการศึกษาพบว่าดัชนีคุณภาพอากาศในจังหวัดชลบุรีมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานระหว่าง 51-100 แสดงถึงคุณภาพของอากาศอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพกาศกับมลพิษที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คือ $Y = 11.89 + 0.868(NO_2)^{**} + 1.89(CO)^{*} + 0.694(O_3)^{**} + 0.464(PM_{10})^{**}$ จากสมการแสดงความสัมพันธ์พบว่า ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีคุณภาพอากาศมากที่สุด รองลงมาเป็น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ตามลำดับ

คำสำคัญ : ภูมิสารสนเทศศาสตร์ ดัชนีคุณภาพอากาศ การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ จังหวัดชลบุรี

***Corresponding author.** E-mail: thaniti@buu.ac.th

Abstract

The objective of this study was to create an air-quality modeling map from a relationship between air quality index (AQI) and dispersion of pollution in Chon Buri Province. All collected data were obtained from 8 air-base stations of Pollution Control Department (PCD) from Chon Buri, Rayong, and Chachoengsao. These data were extracted to create variables using yearly average data from 2005 – 2010. The extracted independent variables were Sulfur dioxide (SO_2), Nitrogen dioxide (NO_2), Carbon monoxide (CO), Ozone (O_3), and Particulate Matter smaller than 10 microns (PM_{10}); and dependent variable was Air quality index (AQI). These polluted gas data were interpolated and displayed as map layers. Finally, they were brought in to multiple linear regression analysis to create an air-quality map of Chon Buri Province.

The result revealed that Chon Buri Province had air quality in moderate level. The value of air quality index (50-70) in a range of 51-100 indicated that the pollution did not have any impact on people in the study area. The relationship between dependent variable and independent variable could be explained by $Y = 11.89 + 0.868(NO_2)^{**} + 1.89(CO)^{*} + 0.694(O_3)^{**} + 0.464(PM_{10})^{**}$ From the relationship, CO played an important role in this study. NO_2, O_3, and PM_{10} also associated with AQI, respectively.

Keywords : Geoinformatics, AQI, Multiple regression analysis, Chon Buri

บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในเขตเมือง โดยเฉพาะเมืองที่มีรูปแบบการใช้ที่ดินประเภทอุตสาหกรรม ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซมลพิษต่างๆ มากมาย ก๊าซมลพิษทางอากาศเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพอนามัย ไม่ว่าจะเป็นด้านกลิ่น ความรำคาญ ตลอดจนผลกระทบต่อสุขภาพที่เกี่ยวกับระบบหายใจ และระบบหัวใจและปอด (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2545) ปัญหาอากาศเป็นพิษที่เกิดขึ้นมีทั้งในเขตชุมชนอันเกิดจากยานพาหนะและการจราจรที่ติดขัด และในเขตอุตสาหกรรมหรือโรงงานโดยเฉพาะเขตอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยควันจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทำให้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสภาวะอากาศเป็นพิษเรียกว่า สมอค (Smog) ส่งผลให้อากาศในบริเวณดังกล่าวมีลักษณะมัว ไม่แจ่มใส เนื่องจากก๊าซมลพิษต่างๆ และฝุ่นละอองเกิดการสะสมในบรรยากาศเป็นปริมาณมาก โดยมีปฏิกิริยาจากความร้อนจากแสงแดดเข้ามาเสริมทำให้เกิดการอาการแสบ ระคายเคืองที่บริเวณตา ระบบหายใจเกิดขัดข้อง อักเสบ ไอ เจ็บที่หน้าอก เป็นต้น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดฝนกรด โดยเฉพาะเมื่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับน้ำฝน เกิดเป็นกรดซัลฟูริค ทำให้ทรัพย์สินและสิ่งก่อสร้างต่างๆ เกิดการสึกกร่อน เสียหาย และยังเป็นอันตรายต่อพืชและสิ่งมีชีวิต (ปราณี พันธุมสินชัย, 2542)

จังหวัดชลบุรี เป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้กับกรุงเทพมหานคร เป็นจังหวัดที่อยู่ในโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ทำให้มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นในจังหวัดชลบุรีเป็นจำนวนมาก มีนิคมอุตสาหกรรมกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ ของจังหวัด เช่น นิคมอุตสาหกรรมอมตะ นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง นิคมอุตสาหกรรมปิ่นทอง ฯลฯ จากการที่มีนิคมอุตสาหกรรมเกิดขึ้นทำให้มีผู้คนหลั่งไหลเข้ามาทำงานในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นจำนวนมาก มีการเติบโตทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และการคมนาคมขนส่ง ปัจจุบันปริมาณรถยนต์ที่สัญจรไปมาในจังหวัดชลบุรีมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งที่เป็นรถยนต์ที่จดทะเบียนในพื้นที่และรถยนต์ที่เดินทางมาจากพื้นที่อื่น นอกจากนี้จังหวัดชลบุรี เป็นจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม และมีชื่อเสียง ทำให้ช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ นักท่องเที่ยวจากต่างจังหวัดเดินทางเข้ามาพักผ่อนในเขตจังหวัดชลบุรีเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดปัญหาการจราจรคับคั่ง เป็นผลให้ก๊าซมลพิษต่างๆ ถูกปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้ประชาชนในพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับกิจกรรมดังกล่าว ได้รับผลกระทบทางด้านสุขภาพอนามัย นอกจากนี้ ก๊าซมลพิษที่เกิดขึ้น ได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในพื้นที่อีกด้วย (วนิดา จีนศาสตร์, 2551)

จากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชาชน และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ หากไม่รีบดำเนินการแก้ปัญหา อาจส่งผลให้ปัญหาที่เกิดขยายวงกว้าง และมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่แสดงคุณภาพอากาศบริเวณจังหวัดชลบุรี โดยสร้างจากแบบจำลองที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศกับก๊าซที่ก่อให้เกิดมลพิษ โดยนำเครื่องมือทางภูมิสารสนเทศศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับค่าสถิติการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ และแสดงผลที่ได้จากการศึกษาในรูปแบบของแผนที่เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองของคุณภาพอากาศบริเวณจังหวัดชลบุรี และนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้เพื่อวางแนวทางในการแก้ไข บรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศต่อไป

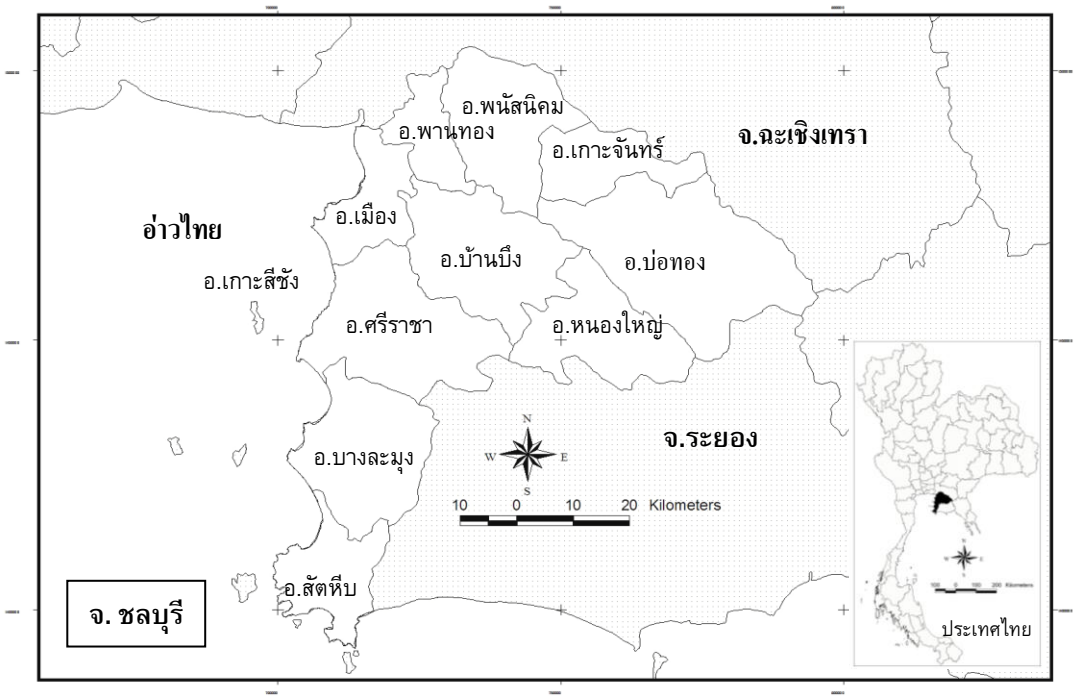
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

จังหวัดชลบุรีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย หรือริมฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย พิกัดจากทิศเหนือไปทิศใต้อยู่ระหว่าง UTM 47P 1518085 ถึง 1382472 และพิกัดจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกอยู่ระหว่างพิกัด UTM 47P 690172 ถึง 797437 (ละติจูดที่ 12 องศา 30 ลิปดา ถึง 13 องศา 43 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 100 องศา 45 ลิปดา ถึง101 องศา 45 ลิปดาตะวันออก) จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ทั้งสิ้น 2,726,875 ไร่ (4,363 ตารางกิโลเมตร) คิดเป็นร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ประเทศไทย (พื้นที่ของประเทศไทยประมาณ 320,696,875 ไร่ หรือ 513,115 ตารางกิโลเมตร) แบ่งเขตการปกครองออกแบ่งเป็น 11 อำเภอ ดังแสดงในภาพที่ 1

การเดินทางจากกรุงเทพมหานครมาจังหวัดชลบุรี โดยใช้เส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 (ถนนสายบางนา-ตราด) รวมระยะทางประมาณ 81 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีเส้นทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 หรือ Motorway (กรุงเทพฯ-ชลบุรี) ระยะทาง 79 กิโลเมตร ใช้ระยะเวลาในการเดินทางประมาณ 45 นาที

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรีมีการผสมผสานกันมากถึง 5 แบบ ทั้งที่ลอนลาด และเนินเขา ที่ราบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง พื้นที่สูงชันและภูเขา รวมถึงเกาะน้อยใหญ่อีกมากมาย ลักษณะอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน หรือทุ่งหญ้าสะวันนา (Savanna climate) ได้รับอิทธิพลจากทั้ง



ภาพที่ 1 ขอบเขตการปกครองจังหวัดชลบุรี และพื้นที่ติดต่อ

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ (อัฌชา ก.บัวเกษร, 2548) ส่งผลให้จังหวัดชลบุรีมีฤดูกาลแตกต่างกันอย่างชัดเจน 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว

2. วิธีดำเนินการศึกษา

2.1 รวมรวบเอกสารงานวิจัยโดยการค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ เพื่อนำฐานข้อมูลคุณภาพอากาศรายวัน ประกอบด้วยข้อมูลดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ข้อมูลก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ข้อมูลก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ข้อมูลก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ข้อมูลก๊าซโอโซน (O_3) และข้อมูลฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในพื้นที่จังหวัดที่ต้องการศึกษาที่ถูกบันทึกจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จำนวน 8 สถานี โดยกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมีที่ตั้งกระจายอยู่รอบจังหวัดชลบุรี เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยของก๊าซมลพิษที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 2 ทำการหาค่าเฉลี่ยรายวัน โดยใช้ฐานข้อมูลคุณภาพอากาศทั้งหมด 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – พ.ศ. 2553 ดังนี้

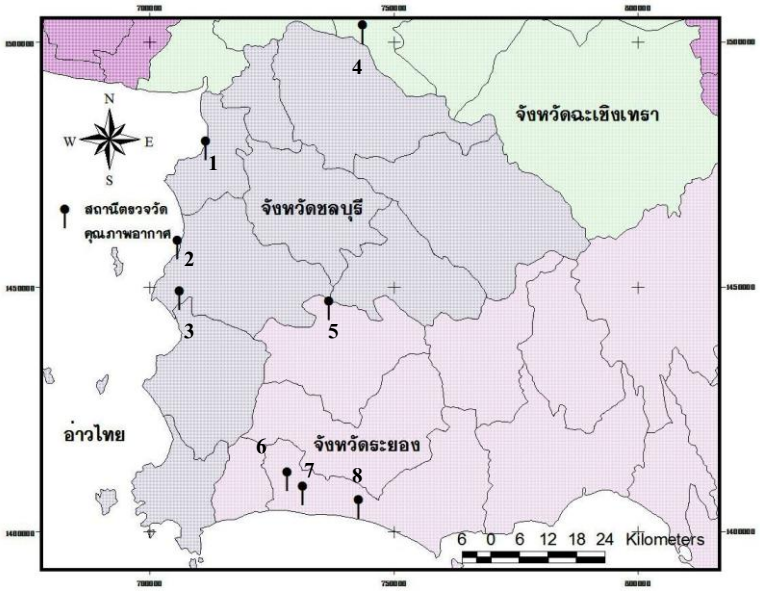
2.2 ทำการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากฐานข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ย (Interpolation) จากตำแหน่งของสถานีวัดคุณภาพอากาศทั้ง 8 สถานีครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชลบุรี ให้อยู่ในรูปของข้อมูลกริด โดยใช้โปรแกรมทางภูมิสารสนเทศ ESRI ArcView version 3.1 ตัวแปรตาม คือ ดัชนีคุณภาพอากาศ และตัวแปรอิสระ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน

2.3 นำฐานข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันเข้าสู่การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS version 17 เริ่มจากการตรวจสอบค่าความสัมพันธ์เชิงซ้อนของตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) โดยพิจารณาจากค่า Variance inflation factor (VIF) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (สุฤดี โกศัยเนตร, 2549) โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple correlation) ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกัน ถ้าหากตัวแปรใด มีค่า VIF มากกว่า 2 แสดงว่าตัวแปรอิสระดังกล่าวเกิดปัญหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ควรทำการเลือกออกจากการวิเคราะห์ ค่า VIF สามารถหาได้จากสมการที่ 1 ดังนี้

$$VIF\ (Xn) = \frac{1}{1-R_n^2} \qquad (1)$$

เมื่อ X_n คือ ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษา

R_n^2 คือ ค่าความสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างตัวแปรอิสระ



สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

1. สำนักงานสามัญศึกษาชลบุรี
2. ศูนย์เยาวชนเทศบาลศรีราชา
3. สนามกีฬาเทศบาลแหลมฉบัง
4. องค์การบริหารส่วนตำบลวังเย็น
5. องค์การบริหารส่วนตำบลตาสิทธิ์
6. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
7. สถานีอนามัยมาบตาพุด
8. ชุมสายโทรศัพท์ระยอง

ภาพที่ 2 ภาพแสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในการศึกษา

2.4 นำตัวแปรอิสระที่ผ่านการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์เชิงซ้อน มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple linear regression analysis) โดยให้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังแสดงในสมการที่ 2 ดังนี้ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2548)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n + \varepsilon \qquad (2)$$

เมื่อ Y คือ ตัวแปรตาม (ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ)

β_0 คือ จุดตัดแกน

β_n คือ ค่าสัมประสิทธิ์

X_n คือ ตัวแปรอิสระ (ก๊าซมลพิษ)

ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

2.5 นำข้อมูลกริดของตัวแปรอิสระ ไปทำการแทนค่าในแบบจำลองที่วิเคราะห์ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ เพื่อคำนวณค่าคุณภาพอากาศ และจัดทำเป็นแผนที่แสดงคุณภาพอากาศบริเวณจังหวัดชลบุรี เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนป้องกัน และแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพอากาศในพื้นที่

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลกริดจากฐานข้อมูลก๊าซมลพิษ

จากการวิเคราะห์ค่าก๊าซมลพิษที่ได้จากฐานข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่าเฉลี่ย สามารถแสดงชั้นข้อมูลก๊าซมลพิษในรูปของแผนที่ ดังภาพที่ 3 ตัวแปรตาม คือ ดัชนีคุณภาพอากาศ (ภาพที่ 3ก) และตัวแปรอิสระ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ภาพที่ 3ข) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ภาพที่ 3ค) ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (ภาพที่ 3ง) ก๊าซโอโซน (ภาพที่ 3จ) และฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน (ภาพที่ 3ฉ)

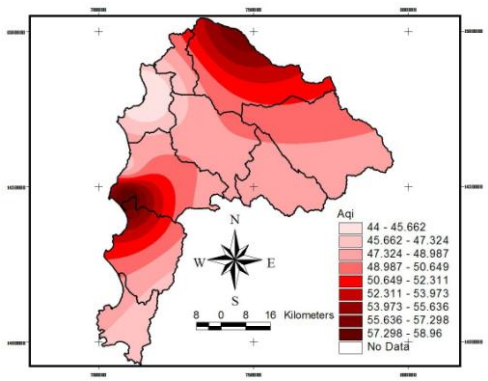
2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงซ้อนของตัวแปรอิสระ

ทำการวิเคราะห์โดยการทดสอบค่า VIF กับตัวแปรอิสระทั้ง 5 ตัวแปร แสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 1 ดังนี้

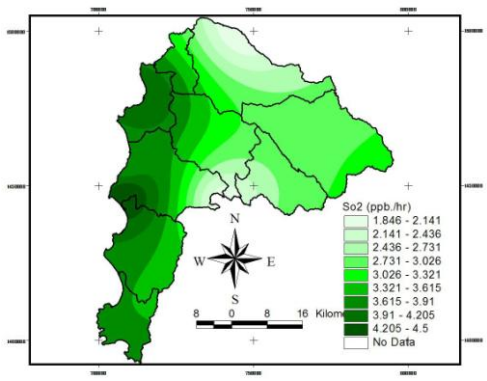
ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงซ้อนของตัวแปรอิสระ

Variables	VIF	T-test	P-Value (0.05)
SO_2	1.025	0.374	.708
NO_2	1.136	19.111	.000
CO	1.163	2.155	.031
O_3	1.131	32.033	.000
PM_{10}	1.086	58.999	.000

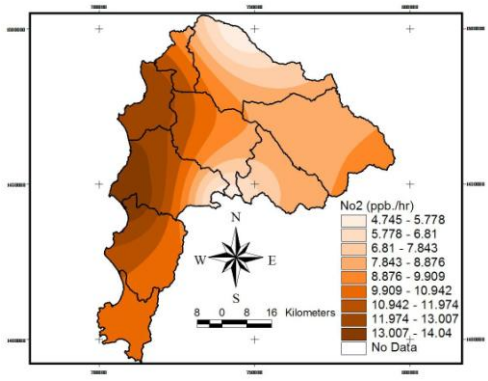
จากตารางที่ 1 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมด 4 ตัว ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน



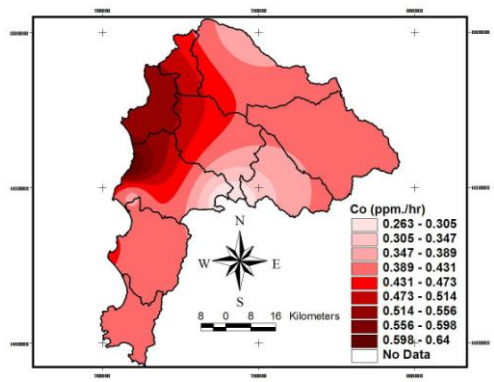
ภาพที่ 3ก



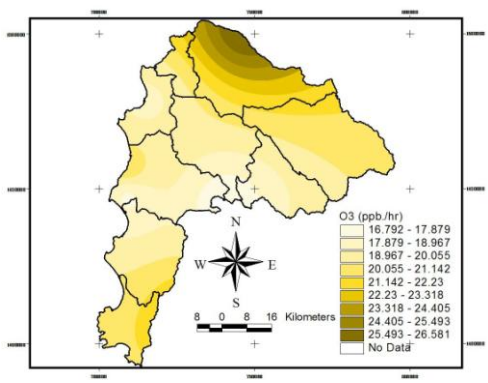
ภาพที่ 3ข



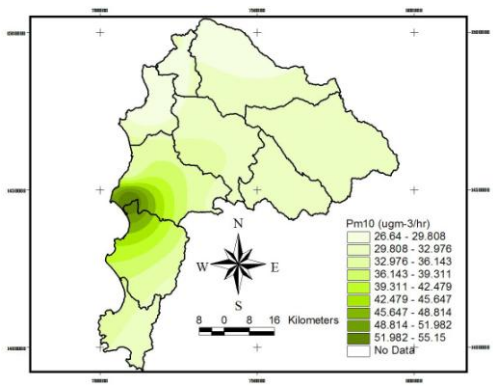
ภาพที่ 3ค



ภาพที่ 3ง



ภาพที่ 3จ



ภาพที่ 3ฉ

ภาพที่ 3 ข้อมูลกริดของตัวแปรทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์

10 ไมครอน มีค่า VIF น้อยกว่า 2 ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ตัวแปรอิสระทั้งสี่ตัวนี้ ไม่มีความสัมพันธ์เชิงซ้อนซึ่งกันและกัน สามารถนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุในขั้นต่อไป ในขณะที่ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่า VIF น้อยกว่า 2 เช่นเดียวกัน แต่เมื่อพิจารณาค่า T-Test ของตัวแปรอิสระนี้ พบว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำ (ไม่เกิน 2) และมีค่าระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.05 ถ้าหากนำตัวแปรอิสระตัวนี้เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ อาจทำให้ผลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อน ดังนั้น ค่าตัวแปรอิสระก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ถูกตัดออกจากกระบวนการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

3. ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

นำตัวแปรอิสระที่ผ่านการคัดเลือก 4 ตัวแปร คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน ไปทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเพื่อสร้างแบบจำลอง โดยใช้ค่าสถิติการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ วิธี Stepwise ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น

Variables	Coefficient	P-Value (0.05)
Constant	11.898	0.00
NO_2	0.868	0.00
CO	1.890	0.03
O_3	0.694	0.00
PM_{10}	0.464	0.00

*R square = 0.782

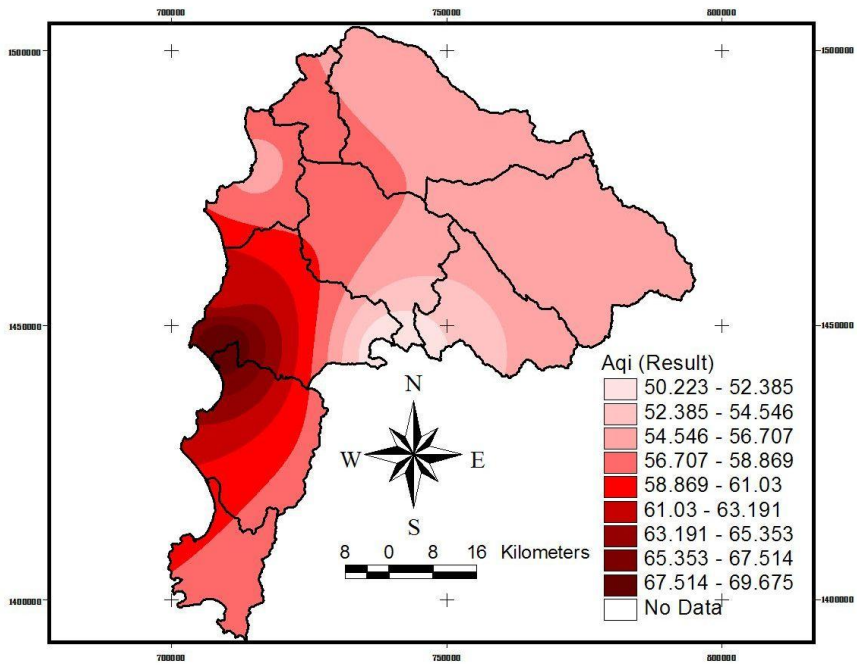
จากตารางที่ 2 ค่าความเหมาะสมของแบบจำลอง (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.782 แสดงว่า ผลการวิเคราะห์มีประสิทธิภาพในการอธิบายความสัมพันธ์ถึงร้อยละ 78.2 สามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาสร้างแบบจำลองระหว่างคุณภาพอากาศ กับก๊าซมลพิษบริเวณจังหวัดชลบุรีได้ ดังแสดงในสมการที่ 3 ดังนี้

$$Y = 11.89 + 0.868(NO2)\ ** + 1.89(CO)\ * + 0.694(O3)\ ** + 0.464(PM10)\ ** \quad (3)$$

จากสมการที่ 3 เมื่อตรวจสอบจากค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองพบว่า ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ มีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศของจังหวัดชลบุรีมากที่สุด โดยที่ค่าดัชนีคุณภาพอากาศจะพิ่มขึ้น 1.89 หน่วย เมื่อก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์เพิ่มขึ้น 1 หน่วย รองลงมาเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลำดับ

4. แผนที่แสดงคุณภาพของอากาศ บริเวณจังหวัดชลบุรี

ทำการสร้างแผนที่แสดงคุณภาพของอากาศ โดยการนำข้อมูลกริดของตัวแปรอิสระที่ผ่านการเลือกเข้าสู่สมการการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ มาแทนค่าในแบบจำลอง ผลที่ได้แสดงในภาพที่ 4 ดังนี้



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงคุณภาพอากาศ บริเวณจังหวัดชลบุรี

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย ถูกแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ได้แก่ ระดับคุณภาพดี มีค่าระหว่าง 0 - 50 ระดับคุณภาพปานกลาง มีค่าระหว่าง 51 - 100 ระดับมีผลกระทบต่อสุขภาพ มีค่าระหว่าง 101 – 200 ระดับมีผลกระทบต่อสุขภาพมาก มีค่าระหว่าง 201 – 300 และระดับอันตราย มีค่ามากกว่า 300 ขึ้นไป จากผลการศึกษาในภาพที่ 4 จังหวัดชลบุรีมีระดับคุณภาพอากาศ โดยวัดจากดัชนีคุณภาพอากาศอยู่ระหว่าง 50 – 70 ซึ่งมีค่าไม่เกิน 100 และอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานระดับปานกลาง ระหว่าง 51 – 100 ค่าที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพอากาศ แสดงว่า ปัญหาของคุณภาพอากาศในจังหวัดชลบุรีส่วนใหญ่มีผลกระทบต่อประชาชนในที่อาศัยอยู่บริเวณเขตนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง ส่วนประชาชนในบริเวณอื่น ยังได้รับผลกระทบอยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม จากรายงานของคณะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา (มลพิษในอากาศล้น นักวิจัยชี้อนาคตอดดื่มน้ำฝน, 2552) พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา ก๊าซมลพิษบริเวณเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออก มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการวัดค่าความเป็นกรดด่างของน้ำฝนในจังหวัดชลบุรีพบว่า น้ำฝนมีค่าความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้นจากในอดีต แสดงถึงปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้น มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคตซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากการศึกษา ถ้ายังไม่มีการควบคุมปัญหามลพิษ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพทางเดินหายใจของประชาชนในพื้นที่ และปัญหาสิ่งแวดล้อม

จังหวัดชลบุรีเป็นเขตพื้นที่อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ส่งผลต่อปริมาณของโรงงานและปริมาณของการจราจรที่คับคั่ง ทำให้มีมลพิษทางอากาศอยู่มากมาย อย่างไรก็ตาม จากการตรวจสอบค่าก๊าซมลพิษของพื้นที่จังหวัดชลบุรี พบว่า ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าเฉลี่ย 3.39 ส่วนในพันล้านส่วน/ชั่วโมง ไนโตรเจนไดออกไซด์ มีค่าเฉลี่ย 10.11 ส่วนในพันล้านส่วน/ชั่วโมง คาร์บอนโมนอกไซด์ มีค่าเฉลี่ย 0.44 ส่วนในล้านส่วน/ชั่วโมง โอโซน มีค่าเฉลี่ย 21.68 ส่วนในพันล้านส่วน/ชั่วโมง ฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ย 40.895 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปซึ่งได้รับการประกาศโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2538) พบว่า ค่าเฉลี่ยก๊าซมลพิษทางอากาศที่วัดได้ทั้งจังหวัด มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน เนื่องจากพื้นที่ที่ผลิตก๊าซมลพิษ ส่วนใหญ่อยู่บริเวณแหล่งท่องเที่ยวตามชายฝั่งทะเล และเขตนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง อำเภอศรีราชา ซึ่งมีโรงงานตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งสามารถผลิตก๊าซมลพิษปริมาณมาก ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบคุณภาพอากาศ (ภาพที่ 4) ระหว่างพื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม มีค่าดัชนีคุณภาพอากาศจะอยู่ที่ 67-70 ในขณะที่พื้นที่เขตนอกแหล่งอุตสาหกรรม มีดัชนีคุณภาพอากาศอยู่ที่ 50-57 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองคุณภาพอากาศพบว่า ถึงแม้คุณภาพอากาศบริเวณจังหวัดชลบุรีจะอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าดัชนีคุณภาพอากาศไม่เกิน 100 แต่ก็ส่งผลกระทบต่อประชาชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ซึ่งก๊าซมลพิษต่างๆ จะเกิดการสะสมตัวในร่างกาย โดยเฉพาะฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งทางสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย (มปป.) ได้ทำการตรวจสอบ และจัดอันดับให้จังหวัดชลบุรีเป็นพื้นที่เสี่ยงอยู่อันดับ 3 จากจังหวัดที่ได้รับการตรวจวัดทั่วประเทศ ทางกรมควบคุมมลพิษ (2547) ได้เสนอแนวทางในการปฏิบัติตัวแก่ประชาชนในพื้นที่ไว้ว่า ประชาชนควรเริ่มดูแล และตรวจสุขภาพของตนอย่างสม่ำเสมอ หากหลีกเลี่ยงกิจกรรมบริเวณพื้นที่นอกอาคารได้จะเป็นการดี เพราะหากทำกิจกรรมกลางแจ้งนานเกินไป อาจเกิดอันตรายแก่สุขภาพในระยะยาวได้ และการแก้ปัญหามลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ควรดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วน

การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่จำนวนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษที่มีอยู่เพียง 8 สถานี โดยในจังหวัดชลบุรีมีเพียงแค่ 3 สถานีเท่านั้น ส่วนอีก 5 สถานี ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา 1 สถานี และจังหวัดระยอง 4 สถานี นอกจากนี้ลักษณะอากาศในแต่ฤดูกาลรวมทั้งทิศทางลม ยังมีผลต่อค่าก๊าซมลพิษ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และจากการวิเคราะห์ อาจเกิดค่าความคลาดเคลื่อนได้ และผลการศึกษาที่ได้จะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพอากาศ และก๊าซมลพิษเท่านั้น ไม่สามารถบอกทิศทางการเคลื่อนตัวได้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศให้ทั่วพื้นที่จังหวัดชลบุรี ซึ่งอาจแก้ปัญหาโดยการใช้เครื่องวัดคุณภาพอากาศแบบพกพา และควรนำปัจจัยทางด้านภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และฤดูกาล เข้ามาร่วมวิเคราะห์ด้วย

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพอากาศของจังหวัดชลบุรีอยู่ในระดับปานกลาง ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในด้านระบบทางเดินหายใจ บริเวณที่เกิดปัญหาด้านมลพิษ มีคุณภาพอากาศต่ำ อยู่ในพื้นที่บริเวณเขตนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง อำเภอศรีราชา ค่าดัชนีคุณภาพอากาศของจังหวัดชลบุรีอยู่ที่ 50 -70 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานระหว่าง 51-100 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์

กับคุณภาพอากาศในจังหวัดชลบุรี คือ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศมากที่สุด รองลงมาเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน และฝุ่นละอองอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก นางสาวพิศชนก จันทโชติ นางสาวเบญจรัตน์ ทวีสุข และนายธนัชชา รื่นเริง นิสิตคณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ช่วยจัดทำฐานข้อมูลก๊าซมลพิษ ขอขอบคุณคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่อนุเคราะห์โปรแกรมทางสถิติ ขอขอบคุณ กรมควบคุมมลพิษ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลจากสื่อสารสนเทศ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลมาเป็นอย่างดี ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2547). *ดัชนีคุณภาพอากาศ*. วันที่ค้นข้อมูล 1 ตุลาคม 2553, เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/air_aqi.htm

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2538, 25 พฤษภาคม). *กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (ฉบับที่ 10)*. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ทรงศิริ แต้สมบัติ. (2548). *การวิเคราะห์การถดถอย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราณี พันธุมสินชัย. (2542). *มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

มลพิษในอากาศล้น นักวิจัยชี้อนาคตอดดื่มน้ำฝน. (2552, 11 พฤศจิกายน). *มติชน*, หน้า 10.

วนิดา จีนศาสตร์. (2551). *มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2545). *มลพิษทางอากาศ*. วันที่ค้นข้อมูล 18 มกราคม 2553, เข้าถึงได้จาก http://www.thaienvimonitor.net/Concept/priority5.htm

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. (มปป.). *ผลกระทบมลพิษอากาศต่อสุขภาพ*. เข้าถึงได้จาก http://advisor.anamai.moph.go.th/factsheet/envi2-7.htm วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2553

สุฤดี โกศัยเนตร. (2549). Multicollinearity: Examples in Binary Logistic Regression. *DMBN*, *2*(1), 9-17.

อัฌชา ก.บัวเกษร. (2548). *เอกสารประกอบการศึกษาภาคสนามรายวิชาภูมิศาสตร์กายภาพ 2 และภูมิศาสตร์ชายฝั่งบริเวณพื้นที่จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และสระแก้ว ระหว่างวันที่ 7-10 กุมภาพันธ์ 2548*. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา. เอกสารการสอน.