



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การจัดตั้งศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ

โดยรองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พงศ์เทพ วิวรรณะเดชและคณะ

พฤษภาคม 2551

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
การจัดตั้งศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ

คณะผู้วิจัย

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.นายแพทย์พงศ์เทพ วิวรรณะเดช | คณะแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. นางมยุรา วิวรรณะเดช | นักวิจัยอิสระ |
| 3. นางสาวพัชรินทร์ ปินตา | ผู้ช่วยนักวิจัย |

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนวิจัย จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณกรมควบคุมมลพิษและศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลคุณภาพอากาศและอุตุนิยมวิทยา

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่อยู่ในอำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บให้ข้อมูลทุกวันด้วยความอดทนอย่างยิ่ง

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2551

รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร

ความเป็นมา

การศึกษาทั่วโลกแสดงให้เห็นว่ามลพิษทางอากาศก่อให้เกิดการตายและการเจ็บป่วย โดยองค์การอนามัยโลกรายงานว่ามีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศทั่วโลกปีละประมาณ 3 ล้านคน ซึ่งมากกว่าการตายจากอุบัติเหตุรถยนต์ถึง 3 เท่า การศึกษาในฝรั่งเศส ออสเตรีย และสวิตเซอร์แลนด์ พบว่ามีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศทั้ง 3 ประเทศรวมกันปีละ 4 หมื่นคน ครั้งหนึ่งเกิดจากมลพิษจากการจราจร การประเมินผลกระทบของมลพิษทางอากาศในยุโรป พบว่า มีผู้ป่วยหลอดลมอักเสบเรื้อรัง รายใหม่ปีละ 25,000 ราย หลอดลมอักเสบในเด็ก 290,000 ครั้ง การกำเริบของหอบหืด 500,000 ครั้ง การศึกษาในแคนาดา พบว่าผู้ที่อาศัยใกล้ถนนสายหลัก มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 1.18 เท่า (95% CI, 1.02–1.38) รายงานการศึกษาของพงศเทพ วิศวกรรมและคณะพบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างความจุปอดที่ลดลงกับความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็ก และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ที่เกิดจากการเผาไหม้) ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในหน้าแล้ง (1 ธันวาคม ถึง 31 มีนาคม) ไม่ว่าในเด็กหรือผู้ใหญ่ที่เป็นโรคหอบหืด การศึกษานี้ยังสามารถทำนายได้อีกว่า การเปลี่ยนแปลงของฝุ่นในแต่ละวันจะส่งผลกระทบต่อความจุปอดในอีก 2 วันถัดมา ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะส่งผลในอีก 6 วันถัดมา

จากการที่พื้นที่ภาคเหนือตอนบน ประสบปัญหาหมอกควันทางอากาศจากหมอกควันอย่างรุนแรง โดยข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ที่มีการตั้งสถานีที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าในช่วงเดือนมีนาคม 2550 มีระดับความเข้มข้นเกินมาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร) เกือบทุกวัน บางวัน เช่น วันที่ 6 และวันที่ 11–15 มีนาคม 2550 มีค่าเกินมาตรฐานกว่า 2 เท่าตัว โดยเฉพาะระดับความเข้มข้นฝุ่นของวันที่ 14 มีนาคม 2550 อยู่ที่ 383 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงที่สุดเท่าที่เคยตรวจวัดมา ทั้งนี้สาเหตุหลักคือการเผาป่า ที่นา สวน ไร่ รองลงมาคือ การเผาขยะ ใบไม้ หญ้าแห้ง ควันรด และการก่อสร้าง ประกอบกับในปีนี้อากาศแล้งผิดปกติ ร่วมกับความกดอากาศสูงที่แผ่ลงมาปกคลุมภาคเหนือตอนบนและลมสงบ ทำให้ฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดขึ้นไม่สามารถลอยตัวออกไปได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ ปัญหาสุขภาพของประชาชนในเขตภาคเหนือตอนบน จากข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข เฉพาะวันที่ 15–23 มีนาคม 2550 พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับหมอกควัน เช่น โรคทางเดินหายใจ โรคทางตา โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคผิวหนังใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน ลำพูน ลำปาง ตาก และแม่ฮ่องสอน รวมกันถึง 61,000 ราย ทำให้รัฐต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาประมาณ 25 ล้านบาท ยังไม่นับผลกระทบที่มีต่อการท่องเที่ยว แม้ว่าในช่วงวิกฤติที่ผ่านมารัฐบาลได้จัดตั้ง “ศูนย์อำนวยการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ” ได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจนปัญหาหมอกควันได้คลี่คลายลงอย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่ผ่านพบปัญหาและอุปสรรคหลายประการที่ต้องการการศึกษาวิจัยที่เป็นระบบ และต่อเนื่อง เช่น ระบบเฝ้าระวังที่จะสามารถเตือนภัยได้ล่วงหน้า รวมทั้งการวิเคราะห์เชื่อมโยงระดับมลพิษทางอากาศและผลกระทบด้านสุขภาพ เป็นต้น โดยเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ในด้านต่างๆ และมีมาตรการหรือช่องทางในการสื่อสารความรู้เหล่านี้แก่ภาคีอย่างน้อย 2 ระดับ คือระดับผู้กำหนดนโยบาย ได้แก่ หน่วยงานของรัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีหน้าที่ในการจัดการคุณภาพอากาศ และระดับผู้ก่อให้เกิดมลพิษและได้รับผลกระทบ ได้แก่ ประชาชนทั่วไป โดยในระยะสั้นต้องการองค์ความรู้ ได้แก่ ข้อมูลสุขภาพ และกลไกที่ใช้ในการเตือนภัย เพื่อจัดการกับภาวะวิกฤตในช่วงเดือน มีนาคม-พฤษภาคม 2551 ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ใช้วิธีการศึกษาแบบ time series ในประชาชนทั่วไปเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศใน 4 ระบบ ได้แก่ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ กับระดับของสารก่อมลพิษแต่ละชนิด ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซนทุกวันควบคู่กันไป โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านอุณหภูมิตามปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ และปัจจัยด้านเวลา ได้แก่ วันที่ศึกษาและวันของสัปดาห์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูนที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไปและสามารถสื่อสารกันได้ โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 4 เดือน คือระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน ขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษ
2. กำหนดแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล 2 ฐาน ได้แก่ แบบรายงานคุณภาพอากาศ และแบบรายงานข้อมูลอุณหภูมิตามปัจจัยส่วนบุคคล
3. ประสานหน่วยงานผู้รับผิดชอบในการรายงานข้อมูล เข้ามาที่ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ (เดิมชื่อ “ศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ”) ได้แก่ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค และศูนย์อุณหภูมิตามปัจจัยส่วนบุคคล
4. สร้างแบบสำรวจข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ
5. กำหนดพื้นที่เป้าหมายในการสำรวจข้อมูล ได้แก่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน
6. กำหนดจำนวนตัวอย่างและสัดส่วนตามตำบลของแต่ละอำเภอ
7. ทำการสำรวจข้อมูลทุกวันๆ ละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง)
8. ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายวัน

9. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุตุนิมวิทยาและอาการต่างๆ ด้วยสถิติที่เหมาะสม ได้แก่ Generalized Estimating Equations (GEE) และรายงานผลใน web site ของศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ

10. สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุตุนิมวิทยาและอาการต่างๆ

11. จัดทำข้อเสนอมาตรการการป้องกันและแก้ไข

ผลการศึกษา

การสำรวจครั้งนี้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 12,100 คน เป็นชาย 4,958 คน (ร้อยละ 41.0) หญิง 7,142 คน (ร้อยละ 59.0) มีอายุอยู่ในช่วง 41–50 ปี (ร้อยละ 28.2) ค่าเฉลี่ยอายุ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 45.29 ± 14.46 ปี

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างอาการแสดงที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศ กับระดับของสารก่อมลพิษแต่ละชนิด โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านวันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ อุตุนิมวิทยา ปัจจัยด้านบุคคล และสารมลพิษอื่นๆ เมื่อพิจารณาแยกรายอำเภอ พบว่า

อำเภอเมืองเชียงใหม่ สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ NO_2 (lag 3), อาการมีน้ำมูก คือ CO (lag 1), อาการแสบจมูก คือ NO_2 (lag 3), อาการเลือดกำเดาไหล คือ O_3 (lag 0), อาการแสบคอ คือ PM_{10} (lag 1), อาการเสียงแหบ คือ CO (lag 1), อาการหายใจลำบาก คือ O_3 (lag 2), อาการหายใจมีเสียงหวีด คือ O_3 (lag 0), อาการเหนื่อยง่าย คือ NO_2 (lag 0), อาการซีฟอร (หัวใจ) เดินเร็ว คือ NO_2 (lag 3) และ O_3 (lag 0), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ NO_2 (lag 5), อาการแสบหรือคันตา คือ PM_{10} (lag 0), อาการตาแดง คือ NO_2 (lag 1), และอาการน้ำตาไหล คือ NO_2 (lag 1) และ O_3 (lag 2)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการคัดจมูก คือ SO_2 (lag 4), อาการแสบจมูก คือ SO_2 (lag 0), อาการแสบคอ คือ SO_2 (lag 6), อาการไอแห้งๆ คือ SO_2 (lag 3) และ CO (lag 3), อาการไอมีเสมหะ คือ SO_2 (lag 0) และ O_3 (lag 4), อาการหายใจลำบาก คือ SO_2 (lag 4), อาการหายใจมีเสียงหวีด คือ SO_2 (lag 3) และ CO (lag 0), อาการเหนื่อยง่าย คือ PM_{10} (lag 4), อาการเท้าบวม คือ CO (lag 0), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ PM_{10} (lag 6), อาการตาแดง คือ SO_2 (lag 6), และอาการมองเห็นไม่ค่อยชัด คือ SO_2 (lag 2)

อำเภอแมริม สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ CO (lag 3), อาการมีน้ำมูก คือ SO_2 (lag 2) และ NO_2 (lag 0), อาการแสบจมูก คือ NO_2 (lag 1) และ CO (lag 3), อาการเลือดกำเดาไหล คือ NO_2 (lag 6), อาการแสบคอ คือ NO_2 (lag 1), อาการเสียงแหบ คือ SO_2 (lag 2) และ NO_2 (lag 0), อาการไอแห้งๆ คือ NO_2 (lag 0), อาการหายใจลำบาก คือ NO_2 (lag 1) และ CO (lag 2), อาการเหนื่อยง่าย คือ NO_2 (lag 0) และ CO (lag 3), อาการเท้าบวม คือ SO_2 (lag 3), อาการซีฟอร (หัวใจ) เดินเร็ว คือ SO_2 (lag 2) และ PM_{10} (lag 0), อาการคันตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 3), อาการมีผื่นแดงตาม

ร่างกาย คือ SO_2 (lag 3), อาการแสบหรือคันตา คือ NO_2 (lag 4), อาการตาแดง คือ SO_2 (lag 2), อาการน้ำตาไหล คือ NO_2 (lag 3), และอาการมองเห็นภาพไม่ค่อยชัด คือ SO_2 (lag 2) และ PM_{10} (lag 1)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการมีน้ำมูก คือ O_3 (lag 5), อาการแสบจมูก คือ O_3 (lag 3), อาการไอแห้งๆ คือ O_3 (lag 2), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ O_3 (lag 4), อาการตาแดง คือ O_3 (lag 3), และอาการมองเห็นภาพไม่ค่อยชัด คือ O_3 (lag 2)

อำเภอสารภี สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ SO_2 (lag 5), อาการแสบจมูก คือ SO_2 (lag 0) และ CO (lag 2), อาการเลือดกำเดาไหล คือ NO_2 (lag 1) และ O_3 (lag 0), อาการแสบคอ คือ SO_2 (lag 0) และ NO_2 (lag 1), อาการเสียงแหบ คือ O_3 (lag 4), อาการไอแห้งๆ คือ CO (lag 4) และ O_3 (lag 6), อาการไอมีเสมหะ คือ SO_2 (lag 4) CO (lag 0) และ O_3 (lag 3), อาการหายใจลำบาก คือ CO (lag 2), อาการเหนื่อยง่าย คือ PM_{10} (lag 1), อาการคันตามร่างกาย คือ O_3 (lag 0), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ O_3 (lag 0), อาการแสบหรือคันตา คือ SO_2 (lag 5), และอาการน้ำตาไหล คือ NO_2 (lag 0) และ CO (lag 1)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการคัดจมูก คือ O_3 (lag 6), อาการมีน้ำมูก คือ O_3 (lag 1), อาการไอแห้งๆ คือ NO_2 (lag 6), อาการไอมีเสมหะ คือ NO_2 (lag 3), อาการหายใจมีเสียงหวีด คือ SO_2 (lag 1) CO (lag 6) และ O_3 (lag 5), อาการเหนื่อยง่าย คือ NO_2 (lag 1), อาการเท้าบวม คือ CO (lag 1) และ PM_{10} (lag 0), อาการคันตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 6), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 6) และ NO_2 (lag 5), อาการแสบหรือคันตา คือ CO (lag 2), และอาการตาแดง คือ NO_2 (lag 6) CO (lag 2) O_3 (lag 0) และ PM_{10} (lag 6)

อำเภอเมืองลำพูน สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ SO_2 (lag 5) และ PM_{10} (lag 1), อาการแสบจมูก คือ NO_2 (lag 0), อาการแสบคอ คือ O_3 (lag 5) และ PM_{10} (lag 2), อาการเสียงแหบ คือ O_3 (lag 6), อาการไอแห้งๆ คือ O_3 (lag 6), อาการหายใจลำบาก คือ NO_2 (lag 2) และ O_3 (lag 3), อาการเหนื่อยง่าย คือ SO_2 (lag 0) และ PM_{10} (lag 2), อาการเท้าบวม คือ PM_{10} (lag 0), อาการซีฟจร (หัวใจ)เต้นเร็ว คือ CO (lag 3), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ CO (lag 0), อาการแสบหรือคันตา คือ SO_2 (lag 0) CO (lag 5) และ O_3 (lag 1), และอาการน้ำตาไหล คือ SO_2 (lag 0) CO (lag 3) และ PM_{10} (lag 1)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการมีน้ำมูก คือ O_3 (lag 3) และ PM_{10} (lag 0), อาการแสบจมูก คือ CO (lag 0), อาการเลือดกำเดาไหล คือ NO_2 (lag 4), อาการแสบคอ คือ NO_2 (lag 6), อาการเสียงแหบ คือ NO_2 (lag 6), อาการเท้าบวม คือ NO_2 (lag 6), อาการคันตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 6), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 2), และอาการตาแดง คือ CO (lag 0)

การอภิปรายผล

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา พบความสัมพันธ์ระหว่างอาการต่างๆ กับสารมลพิษแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ แต่ส่วนใหญ่ที่พบคือความสัมพันธ์เชิงบวก ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์แบบตัวแปรเดียว แบบตัวแปรพหุนิคมเสริมฤทธิ์กันระหว่างสารมลพิษ (synergistic effect) และชนิดหักล้างกัน (antagonistic effect) ความแตกต่างของผลการศึกษานี้ในแต่ละพื้นที่อาจเกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ใช้ในการวิเคราะห์ ในการศึกษาครั้งนี้โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอสารภีและอำเภอเมืองลำพูน จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย เนื่องจากเป็นสถานีตรวจวัดที่ใกล้กับทั้งสองพื้นที่มากที่สุด แม้ว่าโดยความเป็นจริงแล้วยังถือว่าห่างไกลค่อนข้างมาก เช่น ตัวอำเภอสารภีห่างจากสถานีตรวจวัดประมาณ 10 กิโลเมตร ในขณะที่อำเภอเมืองลำพูนห่างจากสถานีตรวจวัดประมาณ 26 กิโลเมตร ดังนั้นด้วยระยะทางที่ห่างเช่นนี้ อาจทำให้ข้อมูลคุณภาพอากาศผิดไปจากข้อมูลที่แท้จริงได้ นอกจากนี้การใช้ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากเพียงสถานีเดียวในพื้นที่การศึกษาที่กว้างขวาง (ดังที่กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่กระจายทั่วเขตอำเภอในทุกตำบล) อาจได้ข้อมูลที่ไม่ละเอียดพอ ซึ่งตรงกับการศึกษาอื่นๆ ทั่วโลกที่พบในแนวโน้มเดียวกัน

จุดแข็งของการศึกษานี้คือ การศึกษาทั่วโลกใช้ข้อมูลผู้ป่วยที่มารับการรักษาในโรงพยาบาล ซึ่งมีข้อเสียคือ จำนวนผู้ป่วยมักต่ำกว่าความเป็นจริงมาก เนื่องจากผู้ที่มาเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลมักมีอาการที่รุนแรงแล้ว ดังนั้นผู้ที่มีอาการน้อย (ซึ่งเป็นผู้ป่วยส่วนมาก) มีแนวโน้มที่จะรักษาด้วยตนเองจึงไม่ได้ถูกบันทึกข้อมูลการเจ็บป่วยเอาไว้ ในขณะที่การศึกษานี้ใช้วิธีการสำรวจผู้ที่มีอาการต่างๆ จึงสามารถรวบรวมผู้ที่มีอาการเล็กน้อย ได้ ทำให้อำนาจในการบอกนัยสำคัญของการหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการและระดับสารมลพิษมีค่าสูง ดังจะเห็นได้ว่าการศึกษานี้พบความสัมพันธ์ของอาการต่างๆ ทุกอาการกับสารมลพิษทุกชนิด ความแตกต่างขึ้นกับอาการและพื้นที่ที่ศึกษา ข้อได้เปรียบของการศึกษาที่ใช้ข้อมูลผู้ป่วยที่มารับการรักษาในโรงพยาบาล คือ หากพบความสัมพันธ์จะแสดงความรุนแรงของปัญหาได้ดีกว่าเนื่องจากเป็นโรคที่ผู้ป่วยมารับการรักษาในโรงพยาบาล อย่างไรก็ตามแม้ในการศึกษานี้มีอาการส่วนมากไม่มีความรุนแรง เพียงแค่ก่อให้เกิดความรำคาญ เช่น แสบตา แสบจมูก แสบคอ คันตามร่างกาย ฯลฯ แต่ก็ยังมีบางอาการที่บ่งบอกความรุนแรงได้ เช่น หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด เหนื่อยง่าย ซิพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว เหนื่อย เป็นคลื่น อาการเหล่านี้เป็นอาการเริ่มต้นของภาวะระบบหายใจหรือหัวใจล้มเหลว ซึ่งอาจพัฒนาไปจนทำให้ผู้ป่วยมีอาการหนักจนอาจต้องมาเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลได้ การพบความสัมพันธ์กับสารมลพิษทางอากาศหลายชนิด จึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญในการดำเนินการหามาตรการป้องกันต่อไป ด้วยเหตุนี้การพัฒนาแบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและสุขภาพในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน จึงต้องคำนึงถึงวิธีการที่จะสามารถตรวจจับจำนวนผู้ที่ได้รับผลกระทบให้มากที่สุด การศึกษานี้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่า หากจะมีการดำเนินการเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากสารมลพิษทางอากาศจะต้องใช้วิธีการเฝ้าระวังเชิงรุก (Active surveillance) ซึ่งอาจทำการเฝ้าระวังช่วงเวลาที่เกิดวิกฤติหมอกควัน (ดังเช่นการศึกษานี้) หรือทำการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องก็ได้

โดยเฉพาะกรณีหลังอาจจะต้องมีการพัฒนาระบบการรายงานข้อมูลเป็นแบบรายงานด้วยตนเอง (Self-report system) กล่าวคือ ให้ประชาชนในพื้นที่ที่มีการรายงานการเจ็บป่วย หรืออาการมาที่สถานอนามัย หรือโรงพยาบาลชุมชนในพื้นที่รับผิดชอบ และมีศูนย์กลางในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาจจะอยู่ที่โรงพยาบาลชุมชน อย่างไรก็ตามจำเป็นจะต้องมีการพัฒนากลไก ให้มีศักยภาพในการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บข้อมูลและความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งแนวทางหรือวิธีการในการเผยแพร่ข้อมูลซึ่งจำเป็นที่จะต้องครอบคลุมอย่างน้อยใน 2 ระดับคือ ผู้กำหนดนโยบาย (Policy-maker) และประชาชนผู้ได้รับผลกระทบเพราะเป็นผู้ก่อมลพิษด้วย ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การจัดการปัญหาคุณภาพอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษและอาการต่างๆ เป็นแบบ dose-response หมายความว่าทุกๆ ระดับของสารมลพิษสามารถก่อให้เกิดอาการต่างๆ ได้ ดังนั้นจึงไม่มีระดับที่ปลอดภัย หรืออีกนัยหนึ่งระดับที่ทำให้ปราศจากอาการใดๆ คือ ที่ 0 ความสำคัญของข้อค้นพบนี้คือ ค่ามาตรฐานของสารมลพิษต่างๆ ที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ เช่น ค่าเฉลี่ยของ PM_{10} ใน 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัม/ลบ.เมตร ยังไม่เป็นหลักประกันว่าจะไม่ทำให้เกิดอาการใดๆ ในความเป็นจริงแล้วค่ามาตรฐานเดียวกันของกลุ่มสหภาพยุโรป คือ 50 ไมโครกรัม/ลบ.เมตร แสดงให้เห็นว่าค่ามาตรฐานของประเทศไทยยังสูงกว่าของกลุ่มสหภาพยุโรปมาก นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าสารมลพิษต่างๆ สามารถก่อให้เกิดอาการเดียวกันแบบเสริมฤทธิ์กันได้ เช่น ในอำเภอสารภี พบว่า SO_2 (lag 4) CO (lag 0) และ O_3 (lag 3) สามารถเพิ่มความเสี่ยงของอาการไอมีเสมหะแบบทวีคูณ (multiplicative effects) เป็นต้น ความสามารถของสารมลพิษในการก่อให้เกิดอาการ/โรคแบบเสริมฤทธิ์ แสดงได้ในงานวิจัยหลายชิ้น ดังนั้นการศึกษาเพื่อกำหนดค่ามาตรฐานที่เหมาะสมใหม่โดยพิจารณาการเสริมฤทธิ์กันของสารมลพิษ จึงเป็นสิ่งที่ควรจะได้ดำเนินการต่อไป นอกจากนี้การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าสารมลพิษหนึ่งๆ อาจก่อให้เกิดอาการได้มากกว่า 1 อาการ ในระบบเดียวกันหรือหลายระบบ

การที่สารมลพิษต่างๆ มีระยะเวลาของการหน่วง (lag period) แสดงให้เห็นว่า สารมลพิษมีระยะฟักตัว เช่นเดียวกับสารชีวภาพทั่วไป การวิจัยที่ผ่านมาล้วนแสดงให้เห็นว่าอาการหรือโรคที่เกิดจากสารมลพิษมีระยะเวลาหน่วงทั้งสิ้น ประโยชน์ของข้อค้นพบนี้ทำให้เราสามารถทำนายโอกาสการเกิดอาการต่างๆ ล่วงหน้าได้ ดังนั้นการเตรียมการรับมือกับผู้ป่วยที่จะเกิดขึ้นภายหลังเกิดวิกฤติของคุณภาพอากาศจึงสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้ยังทำให้เราสามารถทำนายจำนวนของประชากรที่จะมีอาการต่างๆ ได้เมื่อทราบระดับสารมลพิษแต่ละชนิด

สำหรับอาการที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับสารมลพิษ อาจมีสาเหตุได้จากหลายปัจจัย เช่น การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เช่น การได้รับสารมลพิษจากในบ้าน (ควันจากการหุงต้ม สารเคมี ควัน

บุหรี่ ฯลฯ) ระดับเกสรดอกไม้นี้ในสิ่งแวดล้อม สารมลพิษอื่นๆ (เช่น สารอินทรีย์ระเหย) ยังไม่ดีพอ หรือการสัมผัสที่ปริมาณความเข้มข้นต่ำ (low dose exposure) อาจก่อให้เกิดผลในเชิงป้องกันก็ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตลอดทั้งปี เพราะอาการที่ตรวจพบเป็นการศึกษาในช่วงที่ระดับสารมลพิษค่อนข้างสูง ร่วมกับการควบคุมสารมลพิษอื่นๆ เช่น สารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศ
2. ควรมีการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างมะเร็งปอด กับระดับสารก่อมลพิษในอากาศ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. ควรมีการศึกษาเพื่อกำหนดระดับมาตรฐานของสารมลพิษแต่ละชนิดใหม่ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสุขภาพ การเสริมฤทธิ์ของสารมลพิษ และความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์
2. ควรดำเนินการควบคุมคุณภาพอากาศที่มีความเข้มงวดต่อไป รวมทั้งการหามาตรการการแก้ไขปัญหาการกำเนิดของสารก่อมลพิษที่ต้นเหตุ เช่น การจัดระบบการเก็บขยะรวมทั้งการจัดที่มีประสิทธิภาพ การจัดระบบขนส่งมวลชนที่ทั่วถึงและรวดเร็ว
3. ควรพิจารณาใช้รูปแบบการเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ด้วยวิธีการเฝ้าระวังเชิงรุก (Active surveillance) โดยจะต้องคำนึงถึงวิธีที่จะได้ข้อมูลอย่างต่อเนื่อง คุณภาพของข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการเผยแพร่ข้อมูลแก่ผู้กำหนดนโยบายและผู้ที่ได้รับผลกระทบซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ก่อมลพิษด้วย

Executive Summary

Rationale

Air pollution has been documented as the cause of morbidity and mortality worldwide. The World Health Organization reports that 3 million people now die each year from the effects of air pollution. This is three times of the deaths occurring each year in automobile accidents. A study in France, Austria, and Switzerland concluded that air pollution was responsible for more than 40,000 deaths annually in those three countries. About half of these deaths can be traced to air pollution from vehicle emissions. A European assessment also revealed that air pollution caused more than 25,000 new cases of chronic bronchitis (adults); more than 290,000 episodes of bronchitis (children); more than 0.5 million asthma attacks. A study in Canada also showed that subjects living close to a major road had an increased risk of mortality (relative risk = 1.18, 95% confidence interval: 1.02, 1.38). Wiwatanadate P, et al. found the significant negative relationship between peak expiratory flow rate and particulate matter and carbon monoxide (from open burnings) particularly in dry season (1 December to 31 March) in both asthmatic children and adults. This study predicted that changes of particulate matter levels would affect lung function in the next 2 days, while those of carbon monoxide would do in the next 6 days.

The severe air pollution from hazes of northern Thailand had been empirical from the air quality data of the Pollution Control Department's monitoring stations in Chiang Mai showing that, in March 2007, the levels of PM less than 10 microns in diameter exceeded the standard level of 120 micrograms per cubic meter of air nearly every day. Particularly, on March 6 and 11–15, 2007 the levels were as high as more than 2 times of the standard level. The highest level was on March 14, 2007 at 383 micrograms/cubic meter, which is the all-time record. The sources of hazes were forest fires, open burnings in the agricultural settings followed by garbage and dry leave and stick burnings, traffic and constructions. There has been no study to show the contribution of each pollution source to the smog crisis. The aggravating factors were abnormally dry weather, standstill wind, and high air pressure covering entire northern region causing air inversion and subsequently the stagnation of PM. These inevitably impacted the health of the population as the Ministry of Public Health's data showed that during March 15–23, 2007 there were reportedly 61,000 outpatients with haze-related illnesses such as respiratory, ophthalmological, cardiovascular and dermatological diseases in 8 provinces of the upper northern region causing the damages of 25 million Baht excluding the damage value on tourism. As the last year crisis the government had set up a "coordinating center for smog problem

mitigations in the northern region” to emergently remedy the crisis; however, there are some questions that need researches systematically and continuously. For example, the surveillance system that is able to early warn people including the linkage analysis of air pollutants and health effects. The urgent needs are new knowledge in various aspects and measures and pathways to communicate with the receivers at least 2 levels: the policy makers in the local administration organizations who have the duties in air quality management and the polluters and affected people. In the short term period the knowledge on health effects and warning mechanism are needed to combat the smog crisis in March–May 2008.

Material and Methods

The study design was a time series in general population to investigate the associations between daily 19 air pollutants–related signs and symptoms in 4 organ systems: respiratory, cardiovascular, dermatologic and ophthalmologic and daily ambient air pollutants: particulate matter less than 10 micron in size (PM_{10}), toxic gases such as carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO_2), sulfur dioxide (SO_2) and ozone (O_3) controlled for meteorological factors; personal factors, i.e., age and gender; and temporal factors, i.e., date and day of week. The samples were those people who lived in 4 districts: Muang Chiang Mai, Mae Rim, Saraphi, and Muang Lamphun aged more than 15 years old and capable of verbal communication. The study period was 4 months starting from 1 January to 30 April, 2008. The study procedures were

1. Reviewing literature on pollutants–related signs and symptoms;
2. Creating forms to collect 2 databases; i.e., air quality and meteorological data;
3. Contacting concerned agencies: Regional Environment Office and Northern Meteorological Center, to send the data to Coordinating Center for Northern Air Pollution Problems every day.
4. Creating questionnaire for pollutant–related health problem survey.
5. Locating target areas for health survey: Muang Chiang Mai, Mae Rim, Saraphi, and Muang Lamphun districts.
6. Calculating sample size proportional to population size of each Tambon.
7. Surveying 100 samples every day (25 for each district).
8. Inspecting the completeness of data and analyzing data every day.

9. Analyzing the relationship between pollutants and each symptoms, controlled for date, day of week, meteorological factors, and personal factors using generalized estimating equations (GEE) and reporting in the web site named “Center for Air Quality Research and Management”.

10. Creating the models for pollutants, meteorological factors and each signs.

11. Proposing prevention and mitigation measures.

Results

The sample size of this study was 12,100 cases with 4,958 males (41.0%) and 7,142 females (59.0%). Most common age group was 41–50 years (28.2%) with mean $\pm$ standard deviation of 45.29 $\pm$ 14.46 years.

The associations between each sign or symptom and pollutants controlled for meteorological factors and other pollutants were shown separately according to district:

Muang Chiang Mai: Pollutant(s) with **positive** relationships to stuffed nose was NO₂ (lag 3), to running nose was CO (lag 1), to burning nose was NO₂ (lag 3), to epistaxis was O₃ (lag 0), to burning throat was PM₁₀ (lag 1), to hoarseness was CO (lag 1), to difficult breathing was O₃ (lag 2), to wheezing was O₃ (lag 0), to tiredness was NO₂ (lag 0), to palpitation were NO₂ (lag 3) and O₃ (lag 0), to body rash was NO₂ (lag 5), to burning or itching eyes was PM₁₀ (lag 0), to red eyes was NO₂ (lag 1), and to lacrimation were NO₂ (lag 1) and O₃ (lag 2).

Pollutant(s) with **negative** relationships to stuffed nose was SO₂ (lag 4), burning nose was SO₂ (lag 0), to burning throat was SO₂ (lag 6), to dry cough were SO₂ (lag 3) and CO (lag 3), to productive cough was SO₂ (lag 0) and O₃ (lag 4), to difficult breathing was SO₂ (lag 4), to wheezing were SO₂ (lag 3) and CO (lag 0), to tiredness was PM₁₀ (lag 4), to foot edema was CO (lag 0), to body rash was PM₁₀ (lag 6), to red eyes was SO₂ (lag 6), and to blurring sight was SO₂ (lag 6).

Mae Rim Pollutant(s) with **positive** relationships to stuffed nose was CO (lag 3), to running nose were SO₂ (lag 2) and NO₂ (lag 0), to burning nose were NO₂ (lag 1) and CO (lag 3), to epistaxis was NO₂ (lag 6), to burning throat was NO₂ (lag 1), to hoarseness were SO₂ (lag 2) and NO₂ (lag 0), to dry cough was NO₂ (lag 0), to difficult breathing were NO₂ (lag 1) and CO (lag 2), to tiredness were NO₂ (lag 0) and CO (lag 3), to foot edema was SO₂ (lag 3), to palpitation were SO₂ (lag 2) and PM₁₀ (lag 0), to body itching was SO₂ (lag 3), to body rash was SO₂ (lag 3), to burning or itching eyes was NO₂ (lag 4), to red eyes was SO₂ (lag 2), to lacrimation was NO₂ (lag 3), and to blurring sight were SO₂ (lag 2) and PM₁₀ (lag 1).

Pollutant(s) with **negative** relationships to running nose was O_3 (lag 5), to burning nose was O_3 (lag 3), to dry cough was O_3 (lag 2), to body rash was O_3 (lag 4), to red eyes was O_3 (lag 3), and to blurring sight was O_3 (lag 2).

Saraphi Pollutant(s) with **positive** relationships to stuffed nose was SO_2 (lag 5), to burning nose were SO_2 (lag 0) and CO (lag 2), to epistaxis were NO_2 (lag 1) and O_3 (lag 0), to burning throat were SO_2 (lag 0) and NO_2 (lag 1), to hoarseness was O_3 (lag 4), to dry cough were CO (lag 4) and O_3 (lag 6), to productive cough were SO_2 (lag 4), CO (lag 0) and O_3 (lag 3), to difficult breathing was CO (lag 2), to tiredness was PM_{10} (lag 1), to body itching was O_3 (lag 0), to body rash was O_3 (lag 0), to burning or itching eyes was SO_2 (lag 5), and to lacrimation were NO_2 (lag 0) and CO (lag 1).

Pollutant(s) with **negative** relationships to stuffed nose was O_3 (lag 6), to running nose was O_3 (lag 1), to dry cough was NO_2 (lag 6), to productive cough was NO_2 (lag 3), to wheezing were SO_2 (lag 1), CO (lag 6) and O_3 (lag 5), to tiredness was NO_2 (lag 1), to foot edema were CO (lag 1) and PM_{10} (lag 0), to body itching was SO_2 (lag 6), to body rash were SO_2 (lag 6) and NO_2 (lag 5), to burning or itching eyes was CO (lag 2), and to red eyes were NO_2 (lag 6), CO (lag 2), O_3 (lag 0) and PM_{10} (lag 6).

Muang Lamphun Pollutant(s) with **positive** relationships to stuffed nose were SO_2 (lag 5) and PM_{10} (lag 1), to burning nose was NO_2 (lag 0), to burning throat were O_3 (lag 5) and PM_{10} (lag 2), to hoarseness was O_3 (lag 6), to dry cough was O_3 (lag 6), to difficult breathing were NO_2 (lag 2) and O_3 (lag 3), to tiredness were SO_2 (lag 0) and PM_{10} (lag 2), to foot edema was PM_{10} (lag 0), to palpitation was CO (lag 3), to body rash was CO (lag 0), to burning or itching eyes were SO_2 (lag 0), CO (lag 5) and O_3 (lag 1), and to lacrimation were SO_2 (lag 0), CO (lag 3) and PM_{10} (lag 1).

Pollutant(s) with **negative** relationships to running nose were O_3 (lag 3) and PM_{10} (lag 0), to burning nose was CO (lag 0), to epistaxis was NO_2 (lag 4), to burning throat was NO_2 (lag 6), to hoarseness was NO_2 (lag 6), to foot edema was NO_2 (lag 6), to body itching was SO_2 (lag 6), to body rash was SO_2 (lag 2), and to red eyes was CO (lag 0).

Discussion

In overview results, it was found that there were significant relationships between signs or symptoms and each different pollutants both positively and negatively, but most were positively. It was also found that the relationships might be univariate and multivariate with synergistic effect and antagonistic effect. The difference of results might be due to the various factors; for example, air quality data used for analysis in Saraphi and Muang Lamphun were from air quality monitoring

station at Yuparaj school which is nearest to the two areas, even though the fact that they are far apart; i.e., Saraphi district is 10 kilometers from the station while Muang Lamphun is 26 kilometers from the station. This might cause the erroriness of the air quality data. Furthermore, data from only one station to be representative to such a wide study area (as the samples were evenly distributed over the entire district) might cause invalidity. This is in accordance with other studies worldwide.

The strengths of this study should be noted; most studies worldwide performed on admitted patients which might be underestimated due to the fact that the severe patients tend to go to the hospital, while the less severe patients (accounting for most patients) tend to self-treatment. In this study, using survey method collecting all relevant symptoms helps enhance the power of statistical significances as we found the associations of all symptoms with all pollutants. The differences were subject to individual symptoms and study areas. However, the advantage of study on in-patients is that it is more convincing. However, although most of the symptoms in this study were not severe, but some were, like difficult breathing, wheezing, tiredness, palpitation, foot edema, etc. These symptoms are early warnings of respiratory or cardiovascular failure, which, if untreated, might turn to critical state and end up in hospital. As such, the air quality and health surveillance development in the Chiang Mai-Lamphun basin should be focused on the methods to detect the affected persons as many as possible. This study has demonstrated that the suitable pollutants-related health effect surveillance is the active surveillance. This can be operated either during the critical period (as in this study) or continuously. In the latter case, the development of reporting system using self-report of their illnesses to the health stations or community hospitals should be considered. The community hospitals may be used as the center for data collection or analyses. However, the personnel capacity building in order to be able to development data collection instrument and statistics for data analyses needs to be developed, including the methods for data dissemination to at least two levels: the policy-makers and the affected population who is also the polluters in the sake of effective air quality problem management in the future.

This study clearly showed that the relationship between pollutants and symptoms was dose-response, where there is no safety level. The important of this finding is that the air quality standard set by Pollution Control Department like 24-hour average of PM_{10} must not exceed 120 micrograms/cubic meter. Even so, it is not a guarantee that it is safe. Actually, the same standard in European Commission is 50 micrograms/cubic meter. This confirms that Thailand's standard is not a safety level. Furthermore, this study revealed that the pollutants can cause the same health effect as a synergism. For example, in Saraphi it was found that SO_2 (lag 4), CO (lag 0) and O_3 (lag 3)

synergistically increase risk of hoarseness as multiplicative effects. Therefore, the standard setting process should take synergism of pollutants into consideration. In addition, it was found that individual pollutant can cause more than one symptom of the same organ or multi-organ system.

The finding that pollutants have lagged effects means that they can be deemed as any biological agent that has incubation period. We can make use of this finding to predict the symptoms beforehand. Additionally, the model expressions can be used to calculate the number of population who will get sick once the pollutant level is known.

For those negative relationships between signs or symptoms and pollutants, they might be caused by the poor control of other confounding factors such as indoor air pollutants (cooking smoke, chemicals, tobacco smoke etc.), environmental pollens, and other pollutants, e.g., volatile organic compounds. In other hand, it is possible that low-dose exposure might be a protective factor.

Recommendations for Further Study

1. A longitudinal cohort study be conducted on other concerned diseases, e.g., patients with chronic obstructive lung disease, patients with cardiovascular diseases, etc on other health outcomes such as acute exacerbation, rate of admission to the hospital, mortality, etc.
2. A study to investigate the association between lung cancer and ambient air pollutants particularly in Chiang Mai.

Policy Recommendations

1. New standard setting study for each pollutant be conducted and health effects, synergism of pollutants, and economical feasibility be taken into account.
2. The stringent air quality control measures be continued, including mitigation measures to the sources of pollutants such as improvement of garbage gathering system and more effective garbage disposal, and mass transportation.
3. The active surveillance be considered as the pollutants-related health effect surveillance. However, the methods of continuous data collection, the quality of data and statistical analyses, including the methods for data dissemination to the policy-makers and the affected population who is also the polluters should be taken into account.

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5130001

ชื่อโครงการ : โครงการนำร่องเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

ชื่อนักวิจัย : พงศ์เทพ วิศวกรรมเดช คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email address : pwiwatanadate@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ : ธันวาคม 2550-พฤษภาคม 2551

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากคุณภาพอากาศ โดยทำหน้าที่สนับสนุนข้อมูลเชิงนโยบาย ในการจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาด้านสุขภาพกับสารมลพิษทางอากาศ โดยใช้วิธีการศึกษาแบบ time series โดยการสัมภาษณ์ถึงอาการเจ็บป่วย ที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศ ครอบคลุม 4 ระบบ คือ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชาชนทั่วไป อาศัยอยู่ในทุกๆ ตำบลของ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ แม่ริม สารภี และเมืองลำพูน ทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 ถึง 30 เมษายน 2551 วันละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง) รวมทั้งสิ้น 12,100 ตัวอย่าง ร่วมกับการบันทึกคุณภาพอากาศ ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทุกวันควบคู่กันไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบความสัมพันธ์เชิงบวกและลบระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ คัดจมูก มีน้ำมูก แสบคอ อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย ซีฟจร (หัวใจ)เต้นเร็ว เหนื่อยง่าย อาการในระบบผิวหนัง ได้แก่ มีผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล มองภาพไม่ชัดชัด ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวก สามารถทำนายได้ว่า ระดับฝุ่นที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0-2 วันถัดมา และมีค่า odds ratio 1.003-1.010 ต่อ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซพิษหลายชนิด ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ มีน้ำมูก เสียงแหบ คัดจมูก แสบจมูก ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย ซีฟจร (หัวใจ)เต้นเร็ว และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวก สามารถทำนายได้ว่า ระดับคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0-5 วันถัดมา และมีค่า odds ratio 1.118-3.223 ต่อ 1 ppm (1 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ คัดจมูก แสบจมูก แสบคอ มีน้ำมูก เสียงแหบ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย ซีฟจร (หัวใจ)เต้นเร็ว ในระบบผิวหนัง ได้แก่ คันตาม

ร่างกาย มีผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ ตาแดง มองภาพไม่ชัด แสบหรือคันตา น้ำตาไหล ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวกสามารถทำนายได้ว่า ระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–5 วันถัดมา และมีค่า odds ratio 1.204–2.948 ต่อ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น

ก๊าซโอโซนมีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ คัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก เลือดกำเดาไหล แสบคอ เสียงแหบ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ หัวใจ (ซีฟร) เต็มเร็ว ระบบผิวหนัง ได้แก่ คันตามร่างกาย มีผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล มองภาพไม่ชัด ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวกสามารถทำนายได้ว่า ระดับโอโซนที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และมีค่า odds ratio 1.010–1.046 ต่อ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ คัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก เลือดกำเดาไหล แสบคอ เสียงแหบ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย เท้าบวม หัวใจ (ซีฟร) เต็มเร็ว ระบบผิวหนัง ได้แก่ มีผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวกสามารถทำนายได้ว่า ระดับไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และมีค่า odds ratio 1.010–1.229 ต่อ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น

การศึกษาครั้งนี้พบว่า สารมลพิษ 4 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองเชียงใหม่ ในขณะที่ประชาชนในอำเภอแมริม ได้รับผลกระทบเชิงบวกจากสารมลพิษ 4 ชนิดคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ อำเภอสารภีและอำเภอลำพูนได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 5 ชนิดคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า คุณภาพอากาศที่เลวลงส่งผลต่อสุขภาพได้จริง ดังนั้นมาตรการการรณรงค์เรื่องคุณภาพอากาศจะต้องดำเนินการต่อไปอย่างเข้มงวด รวมทั้งต้องมีการทบทวนค่ามาตรฐานของสารมลพิษแต่ละชนิดใหม่ เนื่องจากพบว่าแม้สารมลพิษจะยังไม่เกินค่ามาตรฐานแต่ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ นอกจากนี้ควรพิจารณาการใช้ระบบเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากสารมลพิษทางอากาศแบบเชิงรุกในการเฝ้าระวังในพื้นที่

คำหลัก : ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ โอโซน ผลกระทบต่อสุขภาพ

Abstract

Project Code : RDG5130001

Project Title : Pilot Project for Air Quality Surveillance Development in Chiang Mai-Lamphun Basin

Investigator : Wiwatanadate P., Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Email address : pwiwatanadate@gmail.com

Project Duration : December 2007–May 2008

The objectives of this study were to development the air quality-related health surveillance for supporting the air quality management policy in the Chiang Mai-Lamphun basin and to study the relationship between pollutants and health effects. The study design was a time series as a survey of 19 pollutants-related signs or symptoms in 4 organ systems: respiratory, cardiovascular, dermatologic and ophthalmologic in general population who lived in 4 districts: Muang Chiang Mai, Mae Rim, Saraphi, and Muang Lamphun. The study period was starting from 1 January to 30 April, 2008 with 100 samples per day totally 12,100 subjects. Daily ambient air pollutants: particulate matter less than 10 micron in size (PM_{10}), toxic gases such as carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO_2), sulfur dioxide (SO_2) and ozone (O_3) and metereorological were recorded in parallel.

Our findings show that there were positive and negative associations between PM_{10} and **respiratory** symptoms including stuffed nose, running nose, and burning throat; and **cardiovascular** symptoms including tiredness, palpitation, and foot edema; and **dermatologic** symptoms including body rash; and **ophthalmologic** symptoms including burning or itching eyes, red eyes, lacrimation, and blurring sight. For positive associations, it was predicted that the higher level of PM_{10} is harmful to health in the next 0–2 days and the odds ratios will be 1.003-1.010 per 1 microgram/cubic meter of PM_{10} .

Other pollutants such as CO was also associated with **respiratory** symptoms including running nose, hoarseness, stuffed nose, burning nose, dry cough, productive cough, difficult breathing, and wheezing breathing; with **cardiovascular** symptoms including foot edema tiredness and palpitation; with **ophthalmologic** symptoms including burning or itching eyes, red eyes, and lacrimation. For positive associations, it was predicted that the higher level of CO is harmful to health in the next 0–5 days and the the odds ratios will be 1.118–3.223 per 1 ppm (part per million) of CO.

Sulfur dioxide was associated with **respiratory** symptoms including stuffed nose, burning nose, burning throat, running nose, hoarseness, dry cough, productive cough, difficult breathing and wheezing breathing; **cardiovascular** symptoms including foot edema, tiredness, and palpitation; with **dermatologic** symptoms including body itching and body rash; and with **ophthalmologic** symptoms including red eyes, blurring sight, burning or itching eyes and lacrimation. For positive associations, it was predicted that the higher level of SO₂ is harmful to health in the next 0–5 days and the odds ratios will be 1.204–2.948 per 1 ppb (part per billion) of SO₂.

Ozone was associated with **respiratory** symptoms including stuffed nose, running nose, burning nose, epistaxis, burning throat, hoarseness, dry cough, productive cough, difficult breathing, and wheezing breathing; with **cardiovascular** symptoms including palpitation; and with **dermatologic** symptoms including body itching, body rash; and with **ophthalmologic** symptoms including burning or itching eyes, red eyes, lacrimation, and blurring sight. For positive associations, it was predicted that the higher level of O₃ is harmful to health in the next 0–6 days and the odds ratios will be 1.010–1.046 per 1 ppb (part per billion) of O₃.

Nitrogen dioxide was associated with **respiratory** symptoms including stuffed nose, running nose, burning nose, epistaxis, burning throat, hoarseness, dry cough, productive cough, and difficult breathing; with **cardiovascular** symptoms including tiredness, foot edema, and palpitation; with **dermatologic** symptoms including body rash; and with **ophthalmologic** symptoms including burning or itching eyes, red eyes, and lacrimation. It was predicted that the higher level of NO₂ is harmful to health in the next 0–6 days and the odds ratios will be 1.010–1.229 per 1 ppb (part per billion) of NO₂.

This study revealed that 4 of pollutants such as PM₁₀, CO, NO₂, and O₃ were harmful to people's health in **Muang Chiang Mai**; while PM₁₀, CO, SO₂ and NO₂, were harmful to people's health in **Mae Rim**; and finally all 5 pollutants—PM₁₀, CO, NO₂, SO₂ and O₃—were harmful to people's health in **Saraphi and Muang Lamphun** districts.

The findings of this study confirm that poor air quality can be harmful to health. It is recommended that air quality campaign must continue stringently, including that new air quality standard be revised since even the pollutant levels were not exceeding the current standards they were able to be harmful to people's health. Furthermore, an active surveillance should be operated as a pollutants-related health effect surveillance in the affected areas.

Keywords : Particulate Matter Less Than 10 Micron in size, Carbon Monoxide, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide, Ozone, Health Effects

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
1. หลักการและเหตุผล	1
2. ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
4. กิจกรรมต่างๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยแต่ละข้อ	3
5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
6. ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้น.....	5
7. กระบวนการผลิตค้นผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์	5
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	6
1. ผลกระทบต่อสุขภาพพระยศันที่มีต่อระบบทางเดินหายใจ	6
2. ผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันที่มีต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	12
1. กลุ่มตัวอย่าง.....	12
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	12
3. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	13
4. การวิเคราะห์ทางสถิติ	14
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	15
1. ข้อมูลทั่วไป	15
2. ข้อมูลระดับสารมลพิษรายวัน	16
3. ข้อมูลค่าทางอูดุณิยมหาวิทยาลัยรายวัน	27
4. ข้อมูลอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน	37
5. การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน	56
6. การวิเคราะห์ correlational structure ของตัวแปรตาม (อาการต่างๆ)	58
7. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษเดียวกับอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน ในแต่ละอำเภอ	60
8. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางอูดุณิยมหาวิทยาลัยกับอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน ในแต่ละอำเภอ	72

9. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	85
10. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่.....	94
11. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอสาร์ภี จังหวัดเชียงใหม่	104
12. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	117
13. การเผยแพร่ผลการวิจัยสู่สาธารณะ	129
13.1 การเผยแพร่ทางเว็บไซต์.....	129
13.2 การเผยแพร่ทางสื่อมวลชน	131
13.3 การเผยแพร่ทางสื่ออื่นๆ	132
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	133
1. สรุปผลการศึกษา	133
2. การอภิปรายผล	135
3. ข้อพึงระวังในการเผยแพร่ผลงานวิจัย	137
4. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้างต่อไป	138
5. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย	138
ภาคผนวก ก.	142
ภาคผนวก ข.	144
ภาคผนวก ค.	157
ภาคผนวก ง.	160

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจต่อการเพิ่มขึ้นของ PM_{10} $50 \mu g/m^3$	6
ตารางที่ 2 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจต่อการเพิ่มขึ้นของ $PM_{2.5}$ $25 \mu g/m^3$	7
ตารางที่ 3 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจต่อการเพิ่มขึ้นของ $PM_{10-2.5}$ $25 \mu g/m^3$..	7
ตารางที่ 4 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาผลของ PM_{10} $PM_{2.5}$ หรือ $PM_{10-2.5}$ ต่อการรับเข้าในโรงพยาบาลหรือมาที่ แผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด	8
ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างแยกตามอำเภอ	16
ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลช่วงของระดับ PM_{10} รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	17
ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลช่วงของระดับ PM_{10} รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัด เชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	17
ตารางที่ 8 แสดงจำนวนและร้อยละของความสมบูรณ์ของการบันทึกค่าระดับก๊าซพิษ ที่สถานีตรวจวัด โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	17
ตารางที่ 9 แสดงจำนวนและร้อยละของความสมบูรณ์ของการบันทึกค่าระดับก๊าซพิษ ที่สถานีตรวจวัด ศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	18
ตารางที่ 10 แสดงจำนวนและร้อยละของความสมบูรณ์ของการบันทึกค่าทางอุตุนิยมวิทยา ในจังหวัด เชียงใหม่และลำพูน	28
ตารางที่ 11 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน ที่สถานีตรวจวัดโรงเรียน ยุพราชวิทยาลัย ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	57
ตารางที่ 12 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน ที่สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	58
ตารางที่ 13 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ สารมลพิษเดี่ยว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	61
ตารางที่ 14 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ สารมลพิษเดี่ยว อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	64
ตารางที่ 15 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ สารมลพิษเดี่ยว อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	66
ตารางที่ 16 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ สารมลพิษเดี่ยว อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	69

ตารางที่ 17 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ ค่าทางอุตุนิยมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	73
ตารางที่ 18 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ ค่าทางอุตุนิยมวิทยา อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	76
ตารางที่ 19 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ ค่าทางอุตุนิยมวิทยา อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	79
ตารางที่ 20 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ ค่าทางอุตุนิยมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	82
ตารางที่ 21 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการคัดจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	85
ตารางที่ 22 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการมีน้ำมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	85
ตารางที่ 23 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการแสบจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	86
ตารางที่ 24 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการเลือดกำเดาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	86
ตารางที่ 25 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการแสบคอ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	86
ตารางที่ 26 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการเสียงแหบ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	87
ตารางที่ 27 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการไอแห้งๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	87
ตารางที่ 28 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับการไอมีเสมหะ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	87

ตารางที่ 29 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการหายใจลำบาก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	88
ตารางที่ 30 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการหายใจมีเสียงหวีด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	88
ตารางที่ 31 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	89
ตารางที่ 32 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการเท้าบวม ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	89
ตารางที่ 33 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการซีฟง (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	89
ตารางที่ 34 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	90
ตารางที่ 35 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	90
ตารางที่ 36 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	90
ตารางที่ 37 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	91
ตารางที่ 38 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิอากาศ กับการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	91

ตารางที่ 39 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมองภาพไม่ค่อยชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	91
ตารางที่ 40 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	92
ตารางที่ 41 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการคัดจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	94
ตารางที่ 42 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมีน้ำมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	95
ตารางที่ 43 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการแสบจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	95
ตารางที่ 44 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเลือดกำเดาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	95
ตารางที่ 45 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการแสบคอ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	96
ตารางที่ 46 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเสียงแหบ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	96
ตารางที่ 47 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการไอแห้งๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	96
ตารางที่ 48 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการไอมีเสมหะ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	97
ตารางที่ 49 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการหายใจลำบาก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	97

ตารางที่ 50 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการหายใจมีเสียงหวีด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	98
ตารางที่ 51 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	98
ตารางที่ 52 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเท้าบวม ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	98
ตารางที่ 53 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการชีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	99
ตารางที่ 54 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	99
ตารางที่ 55 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	99
ตารางที่ 56 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	100
ตารางที่ 57 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	100
ตารางที่ 58 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	101
ตารางที่ 59 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมองเห็นภาพไม่ชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	101
ตารางที่ 60 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	101

[illegible]

ตารางที่ 71 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	109
ตารางที่ 72 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเท้าบวม ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	110
ตารางที่ 73 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการจีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	110
ตารางที่ 74 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	111
ตารางที่ 75 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	111
ตารางที่ 76 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	112
ตารางที่ 77 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	112
ตารางที่ 78 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	113
ตารางที่ 79 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมองภาพไม่ค่อยชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	113
ตารางที่ 80 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	113
ตารางที่ 81 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการคัดจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	118

[illegible]

ตารางที่ 92 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการเท้าบวม ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	122
ตารางที่ 93 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการซีฟจร (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	122
ตารางที่ 94 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	123
ตารางที่ 95 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	123
ตารางที่ 96 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	124
ตารางที่ 97 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	124
ตารางที่ 98 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	125
ตารางที่ 99 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุณหภูมิวิทยากับอาการมองภาพไม่ชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	125
ตารางที่ 100 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	125

สารบัญรูป

รูปที่ 1 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย SO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	18
รูปที่ 2 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย NO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	19
รูปที่ 3 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย CO รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	20
รูปที่ 4 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย O_3 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	21
รูปที่ 5 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย PM_{10} รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	22
รูปที่ 6 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย SO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	23
รูปที่ 7 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย NO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	24
รูปที่ 8 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย CO รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	25
รูปที่ 9 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย O_3 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัด เชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	26
รูปที่ 10 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย PM_{10} รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551.....	27
รูปที่ 11 แสดง Sequence plot ของค่าทัศนวิสัยรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	28
รูปที่ 12 แสดง Sequence plot ของค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	29
รูปที่ 13 แสดง Sequence plot ของค่าความกดอากาศรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	30
รูปที่ 14 แสดง Sequence plot ของค่าอุณหภูมิรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	31

รูปที่ 15 แสดง Sequence plot ของค่าความเร็วลมรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	32
รูปที่ 16 แสดง Sequence plot ของค่าทัศนวิสัยรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	33
รูปที่ 17 แสดง Sequence plot ของค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	34
รูปที่ 18 แสดง Sequence plot ของค่าความกดอากาศรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	35
รูปที่ 19 แสดง Sequence plot ของค่าอุณหภูมิรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	36
รูปที่ 20 แสดง Sequence plot ของค่าความเร็วลมรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	37
รูปที่ 21 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการคัดจมูก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	38
รูปที่ 22 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการมีน้ำมูก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	39
รูปที่ 23 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการแสบจมูก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	40
รูปที่ 24 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเลือดกำเดาไหล เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	41
รูปที่ 25 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการแสบคอ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	42
รูปที่ 26 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเสียงแหบ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	43
รูปที่ 27 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการไอแห้งๆ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	44
รูปที่ 28 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการไอมีเสมหะ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	45
รูปที่ 29 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการหายใจลำบาก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	46
รูปที่ 30 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการหายใจมีเสียงหวีด เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	47

รูปที่ 31 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเหนื่อยง่าย เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	48
รูปที่ 32 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเท้าบวม เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	49
รูปที่ 33 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการซีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	50
รูปที่ 34 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการคันตามร่างกาย เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	51
รูปที่ 35 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	52
รูปที่ 36 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการแสบหรือคันตา เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	53
รูปที่ 37 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการตาแดง เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	54
รูปที่ 38 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการน้ำตาไหล เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	55
รูปที่ 39 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการมองภาพไม่ชัด เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551	56
รูปที่ 40 แสดง autocorrelation function plot ของอาการคัดจมูกในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่.....	59
รูปที่ 41 แสดง partial autocorrelation function plot ของอาการคัดจมูกในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่...	60
รูปที่ 42 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ “ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่”	129
รูปที่ 43 แสดงหน้าบริการข้อมูลของเว็บไซต์ “ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่”	130
รูปที่ 44 แสดงการเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการดูกราฟเปรียบเทียบ	130
รูปที่ 45 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างร้อยละอาการไอมีเสมหะกับระดับ PM ₁₀ รายวัน ระหว่างวันที่ 1–30 เมษายน 2551 ในอำเภอแมริม	131

บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

จากการศึกษาวิจัยในประเทศต่างๆ ทั่วโลก แสดงให้เห็นว่าระดับของฝุ่นในอากาศมีความสัมพันธ์กับการตายและการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดเชียงใหม่เป็นอีกเมืองหนึ่งที่ประสบปัญหาหมอกพิษทางอากาศ โดยเฉพาะฝุ่นขนาดเล็กซึ่งมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญ ได้แก่ จากการเผาป่า การเผาในที่โล่งแจ้งและจากปัญหาการจราจร โดยเฉพาะช่วงวิกฤติเมื่อเดือนมีนาคม 2550 ที่ผ่านมา แม้รัฐบาลมีมาตรการแก้ไขปัญหามาอย่างต่อเนื่องจนปัญหาลดลงอย่างรวดเร็ว แต่บทเรียนที่ได้พบว่ายังขาดองค์ความรู้ต่างๆ มากมาย ที่จำเป็นจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อให้การจัดการปัญหาหมอกพิษทางอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

การศึกษาทั่วโลกแสดงให้เห็นว่ามลพิษทางอากาศก่อให้เกิดการตายและการเจ็บป่วย โดยองค์การอนามัยโลกรายงานว่ามีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศทั่วโลกปีละประมาณ 3 ล้านคน ซึ่งมากกว่าการตายจากอุบัติเหตุรถยนต์ถึง 3 เท่า¹ การศึกษาในฝรั่งเศส ออสเตรีย และสวิตเซอร์แลนด์ พบว่ามีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศทั้ง 3 ประเทศรวมกันปีละ 4 หมื่นคน ครั้งหนึ่งเกิดจากมลพิษจากการจราจร¹ การประเมินผลกระทบของมลพิษทางอากาศในยุโรป พบว่า มีผู้ป่วยหลอดลมอักเสบเรื้อรัง รายใหม่ปีละ 25,000 ราย หลอดลมอักเสบในเด็ก 290,000 ครั้ง การกำเริบของหอบหืด 500,000 ครั้ง² การศึกษาในแคนาดา พบว่าผู้ที่อาศัยใกล้ถนนสายหลัก มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 1.18 เท่า (95% CI, 1.02–1.38)³ รายงานการศึกษาของพงศ์เทพ วิวรรณเดชะและคณะพบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างความจุปอดที่ลดลงกับความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็ก และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ที่เกิดจากการเผาไหม้) ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในหน้าแล้ง (1 ธันวาคม ถึง 31 มีนาคม) ไม่ว่าในเด็กหรือผู้ใหญ่ที่เป็นโรคหอบหืด การศึกษานี้ยังสามารถทำนายได้อีกว่า การเปลี่ยนแปลงของฝุ่นในแต่ละวันจะส่งผลกระทบต่อความจุปอดในอีก 2 วันถัดมา ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะส่งผลในอีก 6 วันถัดมา⁴

จากการที่พื้นที่ภาคเหนือตอนบน ประสบปัญหาหมอกพิษทางอากาศจากหมอกควันอย่างรุนแรง โดยข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ที่มีการตั้งสถานีที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าในช่วงเดือนมีนาคม 2550 มีระดับความเข้มข้นเกินมาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์

เมตร) เกือบทุกวัน บางวัน เช่น วันที่ 6 และวันที่ 11–15 มีนาคม 2550 มีค่าเกินมาตรฐานกว่า 2 เท่าตัว โดยเฉพาะระดับความเข้มข้นฝุ่นของวันที่ 14 มีนาคม 2550 อยู่ที่ 383 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสูงที่สุดเท่าที่เคยตรวจวัดมา ทั้งนี้สาเหตุหลักคือการเผาป่า ที่นา สวน ไร่ รองลงมาคือ การเผาขยะ ใบไม้ หญ้าแห้ง ควันรด และการก่อสร้าง ประกอบกับในปีนี้อากาศแล้งผิดปกติ ร่วมกับความกดอากาศสูงที่แผ่ลงมาปกคลุมภาคเหนือตอนบนและลมสงบ ทำให้ฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดขึ้นไม่สามารถลอยตัวออกไปได้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ ปัญหาสุขภาพของประชาชนในเขตภาคเหนือตอนบน จากข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข เฉพาะวันที่ 15–23 มีนาคม 2550 พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับหมอกควัน เช่น โรคทางเดินหายใจ โรคทางตา โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคผิวหนังใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ แพร่ น่าน ลำพูน ลำปาง ตาก และแม่ฮ่องสอน รวมกันถึง 61,000 ราย ทำให้รัฐต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาประมาณ 25 ล้านบาท ยังไม่นับผลกระทบที่มีต่อการท่องเที่ยว แม้ว่าในช่วงวิกฤติที่ผ่านมารัฐบาลได้จัดตั้ง “ศูนย์อำนวยการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ” ซึ่งมี พล.อ.ไพฑูริย์ วัฒนศิริธรรม รองนายกรัฐมนตรีเป็นประธานกรรมการและผู้อำนวยการศูนย์ ได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจนปัญหาหมอกควันได้คลี่คลายลงอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่ผ่านมาพบปัญหาและอุปสรรคหลายประการที่ต้องการการศึกษาวิจัยที่เป็นระบบและต่อเนื่อง เช่น ระบบเฝ้าระวังที่จะสามารถเตือนภัยได้ล่วงหน้า รวมทั้งการวิเคราะห์เชื่อมโยงระดับมลพิษทางอากาศและผลกระทบด้านสุขภาพ การสร้างแบบจำลองสภาพอากาศและมลพิษทางอากาศ ที่สามารถทำนายการเคลื่อนตัวรวมทั้งระดับสารมลพิษเชิงพื้นที่ (spatial) และเวลา (temporal) ได้ ความรู้ด้านประสิทธิภาพของหน้ากากป้องกันฝุ่นขนาดเล็ก การพัฒนาเครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝุ่นในอากาศ สำหรับชุมชนอย่างง่าย เพื่อทดแทนเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศที่มีราคาแพง รวมทั้งข้อเสนอเชิงนโยบายด้านการจัดการไฟป่าและการเผาในที่โล่งแจ้ง อันเป็นสาเหตุหลักของการเกิดมลพิษทางอากาศ ในหน้าแล้ง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมในการศึกษาวิจัย โดยเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ในด้านต่างๆ และมีมาตรการหรือช่องทางในการสื่อสารความรู้เหล่านี้แก่ภาคีอย่างน้อย 2 ระดับ คือระดับผู้กำหนดนโยบาย ได้แก่ หน่วยงานของรัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีหน้าที่ในการจัดการคุณภาพอากาศ และระดับผู้ก่อให้เกิดมลพิษและได้รับผลกระทบ ได้แก่ ประชาชนทั่วไป โดยระยะสั้นต้องการองค์ความรู้เพื่อจัดการกับภาวะวิกฤติในช่วงเดือนมีนาคม–พฤษภาคม 2551 ได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการเตือนภัย (ข้อมูลไฟป่าและการเผาในที่โล่ง และสาเหตุการเผา) ข้อมูลสุขภาพ การทำนายการเคลื่อนตัวของอากาศและมลพิษทางอากาศ กลไกที่ใช้ในการเตือนภัย (ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ) ชุดความรู้สำหรับชุมชน (การป้องกันตนเองจากวัสดุกรองฝุ่น การสาธิตการตรวจวัดฝุ่นอย่างง่าย) สำหรับในระยะต่อไปต้องการความรู้เพื่อจัดทำข้อเสนอนโยบายการจัดการระยะยาว ได้แก่ การบ่งชี้แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่ยังไม่ชัดเจน วิธีการจัดการแหล่งกำเนิดมลพิษอื่นๆ การ

เปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจัดการมลพิษทางอากาศด้วยแบบจำลอง
ผลประโยชน์ของการแก้ไขปัญหาหมลพิษทางอากาศ

การวิเคราะห์ต้นทุนและ

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

3.1 พัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน โดยทำหน้าที่สนับสนุนข้อมูลเชิง
นโยบายในการจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาด้านสุขภาพกับสารมลพิษทางอากาศ

4. กิจกรรมต่างๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยแต่ละข้อ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลา ดำเนินการ	จำนวน วันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
1. การจัดตั้ง ศูนย์ ประสาน ข้อมูลปัญหา มลพิษทาง อากาศ ภาคเหนือ	1.1 การพัฒนา แบบเก็บ ข้อมูล	1. กำหนดแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล 2. ฐาน ได้แก่ แบบรายงาน คุณภาพอากาศ และแบบรายงาน ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัย 3. กำหนดหน่วยงานผู้รับผิดชอบ ในการรายงานข้อมูล เข้ามาที่ ศูนย์ประสานข้อมูลปัญหาหมลพิษ ทางอากาศภาคเหนือ ได้แก่ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค ศูนย์ อุตุนิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือ 4. จัดประชุมหน่วยงาน ผู้รับผิดชอบในการเตรียมความ พร้อมด้านการรายงานข้อมูล 5. หน่วยงานผู้รับผิดชอบให้มีการ รายงานข้อมูลเข้าสู่ศูนย์ประสาน ข้อมูลปัญหาหมลพิษทางอากาศ ภาคเหนือทุกวัน	ธ.ค. 50-พ.ค. 51	180	รศ.ดร.นพ. พงศ์เทพ วิวรรณะเดช
	1.2 การสำรวจ ข้อมูลการ เจ็บป่วยที่ เกี่ยวข้องกับ มลพิษทาง อากาศ	1. สร้างแบบสำรวจข้อมูลการ เจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทาง อากาศ 19 อาการ 2. กำหนดพื้นที่เป้าหมายในการ สำรวจข้อมูล ได้แก่ อำเภอเมือง เชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอ	ม.ค. 51-เม.ย. 51	120	รศ.ดร.นพ. พงศ์เทพ วิวรรณะเดช

		สารภี และอำเภอเมืองลำพูน 3. ทำการสุ่มตัวอย่างให้ได้วันละ 100 ตัวอย่าง โดยเก็บแต่ละอำเภอเท่าๆ กัน วันละ 25 ตัวอย่าง 4. ทำการสำรวจข้อมูลทุกวัน			
	1.3 การเชื่อมโยงมลพิษทางอากาศและอาการต่างๆ	1. ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล และวิเคราะห์ ข้อมูลเป็นรายวัน 2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยา และอาการต่างๆ ด้วยสถิติที่เหมาะสม 3. สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยาและอาการต่างๆ 4. รายงานผลใน web site ของศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ	ม.ค. 51-เม.ย. 51	120	รศ.ดร.นพ. พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช
	1.4 การพัฒนาเกณฑ์การป้องกันและเตือนภัยในระดับต่างๆ	1. รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2. นำแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยาและอาการต่างๆ มาศึกษาเกณฑ์การเตือนภัยในระดับสารมลพิษต่างๆ 3. จัดทำข้อเสนอมาตรการการป้องกันและแก้ไข	มี.ค. 51-เม.ย. 51	60	รศ.ดร.นพ. พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช

5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

กิจกรรม	ผลลัพธ์
1. รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษ	1. ได้รายการโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ
2. กำหนดแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล 2 ฐาน ได้แก่ แบบรายงานคุณภาพอากาศ และแบบรายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	2. ได้แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลทั้ง 2 ฐาน
3. จัดประชุมหน่วยงานผู้รับผิดชอบในการเตรียมความพร้อมด้านการรายงานข้อมูล	3. ได้รูปแบบและวิธีการรายงานข้อมูล

4. หน่วยงานผู้รับผิดชอบให้มีการรายงานข้อมูลเข้าสู่ศูนย์ประสานข้อมูล ปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือทุกวัน	4. ได้รับข้อมูลทั้ง 2 ฐานเป็นรายวัน
5. สร้างแบบสำรวจข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ	5. ได้แบบสำรวจข้อมูลการเจ็บป่วย
6. กำหนดพื้นที่เป้าหมายในการสำรวจข้อมูล ได้แก่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน	6. ได้พื้นที่เป้าหมายในการสำรวจข้อมูล
7. กำหนดจำนวนตัวอย่างและสัดส่วนตามพื้นที่	7. ได้จำนวนตัวอย่างและสัดส่วนตามพื้นที่
8. ทำการสำรวจข้อมูลทุกวันๆ ละ 100 ตัวอย่าง	8. ได้ข้อมูลทุกวันๆ ละ 100 ตัวอย่าง
9. ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล และวิเคราะห์ ข้อมูลเป็น รายวัน	9. ได้ผลการวิเคราะห์เชิงพรรณนา ฐานข้อมูลทั้ง 2 เป็นรายวัน
10. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยาและ อาการต่างๆ ด้วยสถิติที่เหมาะสม และรายงานผลใน web site ของศูนย์ ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ	10. ได้ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทาง อากาศ อุดุนิยมวิทยาและอาการต่างๆ
11. สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยา และอาการต่างๆ	11. ได้แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง มลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยาและ อาการต่างๆ
12. นำแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุดุนิยมวิทยา และอาการต่างๆ มาศึกษาเกณฑ์การเตือนภัยในระดับสารมลพิษต่างๆ	12. ได้เกณฑ์การเตือนภัยในระดับสารมลพิษ ต่างๆ ที่สอดคล้องกับผลกระทบด้าน สุขภาพ
13. จัดทำข้อเสนอมาตรการการป้องกันและแก้ไข	13. ได้ข้อเสนอมาตรการการป้องกันและ แก้ไข

6. ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อการดำเนินงานเสร็จสิ้น

- 6.1 มีศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ ที่ทำหน้าที่เชื่อมประสาน
วิเคราะห์ เผยแพร่ข้อมูล และการเตือนภัย
- 6.2 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาด้านสุขภาพกับสารมลพิษทางอากาศ

7. กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์

ในการศึกษาครั้งนี้จะมีการสื่อสารข้อมูลให้แก่ภาคีอย่างน้อย 2 ระดับ คือระดับผู้กำหนดนโยบาย ได้แก่ หน่วยงานของรัฐและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีหน้าที่ในการจัดการคุณภาพอากาศ และระดับผู้ก่อให้เกิดมลพิษและได้รับผลกระทบ ได้แก่ ประชาชนทั่วไป ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การจัดเวทีระดมสมองระหว่างนักวิชาการ หน่วยงานของรัฐ สื่อมวลชน และประชาชน รวมทั้งการใช้ช่องทางสื่อสารมวลชนต่างๆ เช่น เอกสาร วิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ web site เพื่อเผยแพร่ข้อมูลในวงกว้าง

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

1. ผลกระทบต่อสุขภาพระยะสั้นที่มีต่อระบบทางเดินหายใจ

ในเอกสารการทบทวนผลของอนุภาคฝุ่นที่มีต่อสุขภาพชื่อว่า Air Quality Criteria for Particulate Matter ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency)⁵ ได้สรุปว่า รายงานวิจัยหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่าการศึกษาถึงผลกระทบของฝุ่นขนาดเล็ก (PM_{10}) และฝุ่นละอียด ($PM_{2.5}$) ต่อระบบทางเดินหายใจในประชากรทั่วไป พบว่า PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีแนวโน้มทำให้มีอาการของระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น ได้แก่ ไอ มีเสมหะ หายใจลำบาก แม้ว่าส่วนใหญ่จะไม่มีนัยสำคัญก็ตาม (ดูตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

การศึกษาของนักวิจัย 3 คน คือ Schwartz and Neas (2000)⁶, Tiittanen et al. (1999)⁷ และ Neas et al. (1999)⁸ ถึงผลกระทบของฝุ่นหยาบ ($PM_{10-2.5}$) พบว่ามีความสัมพันธ์กับอาการไออย่างมีนัยสำคัญ (ดูตารางที่ 3)

การศึกษาของ Schwartz and Neas (2000)⁶ ที่ทำการวิเคราะห์ใหม่ใน Harvard Six City Diary เพื่อเปรียบเทียบผลของฝุ่นหยาบ ($PM_{10-2.5}$) และฝุ่นละอียด ($PM_{2.5}$) พบว่า $PM_{2.5}$ และ $PM_{10-2.5}$ สัมพันธ์กับอาการไอ โดยมีค่า Odds ratio 1.07 (0.90, 1.26) ต่อ $15 \mu g/m^3$ ที่เพิ่มขึ้น และ 1.18 (1.04, 1.34) ต่อ $8 \mu g/m^3$ ที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ และยังพบว่า $PM_{2.5}$ และ $PM_{10-2.5}$ สัมพันธ์กับอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง โดยมีค่า Odds ratio 1.29 (1.06, 1.57) และ 1.05 (0.9, 1.23) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจต่อการเพิ่มขึ้นของ PM_{10} $50 \mu g/m^3$

เอกสารอ้างอิง, ตำแหน่ง	ผลลัพธ์ที่วัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่น (พิสัย) $\mu g/m^3$	สารมลพิษอื่นที่วัดร่วม	จำนวนวันที่เหลือ	ผลที่วัดที่ได้ปรับมาตรฐานที่ $50 \mu g/m^3$ ของ PM_{10}
Schwartz & Neas (2000) ⁶	Odds Ratio ของอาการไอ – ไม่มีอาการอื่น	ไม่มีข้อมูล	Sulfate fraction	0 วัน	1.20 (1.07, 1.35)
Boezen et al. (1998) ⁹	Odds Ratio ของอาการไอ	42 (5, 146)	NO_2 , SO_2	0 วัน	1.06 (0.93, 1.21)
Van der Zee et al. (1999) ¹⁰ ศึกษาเขตเมือง	Odds Ratio ของอาการไอ	34 (? , 106)	NO_2 , SO_2 , sulfate	0 วัน	1.04 (0.95, 1.14)
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของอาการไอ	28 (5, 122)	NO_2 , SO_2 , CO, ozone	0 วัน	1.00 (0.87, 1.16)
Van der Zee et al. (1999) ¹⁰ ศึกษาเขตเมือง	Odds Ratio ของอาการไอ	34 (? , 106)	NO_2 , SO_2 , sulfate	2 วัน	0.94 (0.89, 1.06)
Van der Zee et al. (1999) ¹⁰	Odds Ratio ของอาการไอ	34 (? , 106)	NO_2 , SO_2 , sulfate	1–5 วัน	0.95 (0.80, 1.13)

ศึกษาเขตเมือง					
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ อาการไอ	28 (5, 122)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	1–4 วัน	1.58 (0.87, 2.83)
Boezen et al. (1998) ⁹	Odds Ratio ของ การมีเสมหะ	42 (5, 146)	NO ₂ , SO ₂	0 วัน	1.11 (0.91, 1.36)
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ การมีเสมหะ	28 (5, 122)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	2 วัน	ให้ผลบวกแต่ไม่มี นัยสำคัญ
Schwartz & Neas (2000) ⁶	ติดเชื้ในระบบ ทางเดินหายใจ ส่วนล่าง	ไม่มีข้อมูล	Sulfate fraction	0 วัน	–
Van der Zee et al. (1999) ¹⁰ ศึกษาเขตเมือง	ติดเชื้ในระบบ ทางเดินหายใจ ส่วนล่าง	34 (? , 106)	NO ₂ , SO ₂ , sulfate	0 วัน	0.98 (0.89, 1.08)
Van der Zee et al. (1999) ¹⁰	ติดเชื้ในระบบ ทางเดินหายใจ ส่วนล่าง	34 (? , 106)	NO ₂ , SO ₂ , sulfate	2 วัน	1.01 (0.93, 1.10)

ตารางที่ 2 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจต่อการเพิ่มขึ้นของ PM_{2.5} 25 µg/m³

เอกสารอ้างอิง, ตำแหน่ง	ผลลัพธ์ที่วัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่น (พิสัย) µg/m ³	สารมลพิษอื่นที่ วัดรวม	จำนวน วันที่ เหลื่อม	ผลที่วัดที่ได้ ปรับมาตรฐาน ที่ 25 µg/m ³ ของ PM _{2.5}
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ อาการไอ	15 (3, 55)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	0 วัน	1.04 (0.86, 1.20)
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ อาการไอ	15 (3, 55)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	2 วัน	1.24 (1.02, 1.51)
Schwartz & Neas (2000) ⁶	Odds Ratio ของ อาการในระบบ ทางเดินหายใจ ส่วนล่าง	ไม่มีข้อมูล	Sulfate fraction	0 วัน	1.61 (1.19, 2.14)

ตารางที่ 3 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาอาการของระบบทางเดินหายใจต่อการเพิ่มขึ้นของ PM_{10-2.5} 25 µg/m³

เอกสารอ้างอิง, ตำแหน่ง	ผลลัพธ์ที่วัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่น (พิสัย) µg/m ³	สารมลพิษอื่นที่ วัดรวม	จำนวน วันที่ เหลื่อม	ผลที่วัดที่ได้ ปรับมาตรฐาน ที่ 50 µg/m ³ ของ PM _{10-2.5}
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ อาการไอ	8 (0.2, 67)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	0 วัน	0.99 (0.87, 1.12)
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ อาการไอ	8 (0.2, 67)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	2 วัน	1.23 (1.06, 1.42)
Tiittanen et al. (1999) ⁷	Odds Ratio ของ อาการไอ	8 (0.2, 67)	NO ₂ , SO ₂ , CO, ozone	1–4 วัน	1.31 (0.81, 2.11)
Schwartz & Neas (2000) ⁶	Odds Ratio ของ อาการไอ – ไม่มี อาการอื่น	ไม่มีข้อมูล	Sulfate fraction	0 วัน	1.77 (1.24, 2.55)
Schwartz & Neas (2000) ⁶	Odds Ratio ของ อาการในระบบ ทางเดินหายใจ ส่วนล่าง	ไม่มีข้อมูล	Sulfate fraction	0 วัน	1.51 (0.94, 4.87)

2. ผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันที่มีต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด

ในการทบทวนวรรณกรรม ไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษกับอาการของโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด แต่มีงานที่ใกล้เคียง โดยเป็นการศึกษาผลกระทบต่อการรับการรักษาในโรงพยาบาลและเข้ารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด ดังนี้

การศึกษาของ Schwartz and Morris (1995)¹¹ ซึ่งใช้วิธีการศึกษาแบบอนุกรมเวลาเชิงนิเวศ (ecologic time-series design) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{10} กับการรับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดในประชากรที่มีอายุมากกว่า 65 ปีในเมือง Detroit โดยใช้เวลาการศึกษา 4 ปี พบมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาของ Burnett et al.¹² ซึ่งใช้วิธีการศึกษาแบบ อนุกรมเวลาเชิงนิเวศ (ecologic time-series design) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{10} กับการรับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ซึ่งเป็นข้อมูลจากโรงพยาบาล 168 แห่งในเมือง Ontario ประเทศแคนาดา พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอนุภาคซัลเฟตละเอียดและสารมลพิษอื่นๆ กับอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลรายวันอย่างมีนัยสำคัญ ความเสี่ยงสัมพัทธ์ของอนุภาคซัลเฟตกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ สูงกว่าการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดเล็กน้อย

สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ที่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษกับการรับการรักษาในโรงพยาบาลและเข้ารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด ทั้งที่เป็นการศึกษาแบบสารมลพิษเดี่ยว (ฝุ่นขนาดเล็ก) และการศึกษาแบบสารมลพิษร่วมหลายชนิด รวมทั้งงานวิจัยที่มีการนำเอาข้อมูลจากงานวิจัยเดิมมาทำการวิเคราะห์ใหม่ด้วยวิธีการทางสถิติที่แตกต่างจากเดิม ได้สรุปในตารางที่

4

ตารางที่ 4 แสดงงานวิจัยที่ศึกษาผลของ PM_{10} , $PM_{2.5}$ หรือ $PM_{10-2.5}$ ต่อการรับเข้าในโรงพยาบาลหรือมาที่แผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด

เอกสารอ้างอิง, ตำแหน่ง	ผลลัพธ์ที่วัด	ค่าเฉลี่ย ฝุ่น (IQR) µg/m ³	สารมลพิษ อื่นที่วัด รวม	จำนวน วันที่ เหลือ	สถิติที่ใช้	ผลที่วัดที่ได้รับ มาตรฐานที่ 50 µg/m ³ ของ PM ₁₀ , หรือ 25 µg/m ³ ของ PM _{2.5} * และ PM _{10-2.5} **
Samet et al. (2000a,b) ^{13,14} 14 Cities	จำนวนรวมที่ รับเข้าใน โรงพยาบาลด้วย โรคหัวใจ ≥65 ปี	ค่าเฉลี่ย PM ₁₀ : 24.4–45.3	ไม่มี	0 วัน	Default GAM	5.5% (4.7, 6.2)
Zanobetti and Schwartz (2003a) ¹⁵ , 14 Cities		ค่าเฉลี่ย PM ₁₀ : 24.4–45.3		0–1 วัน	Default GAM	5.9% (5.1–6.7)
					Strict GAM	4.95% (3.95–5.95)
					GLM NS	4.8% (3.55–6.0)
				GLM PS	5.0% (4.0–5.95)	
Lippmann et al., (2000) ¹⁶ Detroit (Wayne County), MI	โรคหัวใจขาด เลือด ≥65 ปี	PM ₁₀ : 31 (19)	ไม่มี	2 วัน	Default GAM	8.9% (0.5–18.0)
		PM _{2.5} : 18			Default GAM	4.3% (–1.4–10.4)*

		(11)				
		PM _{10-2.5} : 13 (7)			Default GAM	10.5% (2.75–18.9)**
††Ito (2003) ¹⁷ Detroit (Wayne County), MI		PM ₁₀ : 31(19)			Strict GAM	8.0% (–0.3–17.1)
					GLM NS	6.2% (–2.0–15.0)
		PM _{2.5} : 18 (11)			Strict GAM	3.65% (–2.05–9.7)*
					GLM NS	3.0% (–2.7–9.0)*
		PM _{10-2.5} : 13 (7)			GLM NS	10.2% (2.4–18.6)**
					Strict GAM	8.1% (0.4–16.4)**
Lippmann et al., (2000) ¹⁶ Detroit (Wayne County), MI	หัวใจเต้นไม่ สม่ำเสมอ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 31(19)	ไม่มี	1 วัน	Default GAM	2.9% (–10.8–18.8)
		PM _{2.5} : 18 (11)		1 วัน*	Default GAM	3.2% (–6.5–14.0)*
		PM _{10-2.5} : 13 (7)		0 วัน**	Default GAM	0.2% (–12.2–14.4)**
††Ito (2003) ¹⁷ Detroit (Wayne County), MI		PM ₁₀ : 31(19)			Strict GAM	2.8% (–10.9–18.7)
			GLM NS	2.0% (–11.7–17.7)		
	PM _{2.5} : 18 (11)		Strict GAM	3.2% (–6.6–14.0)*		
			GLM NS	2.6% (–7.1–13.3)*		
		PM _{10-2.5} : 13 (7)		Strict GAM	0.1% (–12.4–14.4)**	
				GLM NS	0.0% (–12.5–14.3)**	
Lippmann et al., (2000) ¹⁶ Detroit (Wayne County), MI	หัวใจวาย ≥65 ปี	PM ₁₀ : 31(19)	ไม่มี	0 วัน	Default GAM	9.7% (0.15–20.2)
		PM _{2.5} : 18 (11)		1 วัน*	Default GAM	9.1% (2.4–16.2)*
		PM _{10-2.5} : 13 (7)		0 วัน**	Default GAM	5.2% (–3.25–14.4)**
††Ito (2003) ¹⁷ Detroit (Wayne County), MI		PM ₁₀ : 31(19)			Strict GAM	9.2% (–0.3–19.6)
			GLM NS	8.4% (–1.0–18.7)		
	PM _{2.5} : 18 (11)		Strict GAM	8.0% (1.4–15.0)*		
			GLM NS	6.8% (0.3–13.8)*		
		PM _{10-2.5} : 13 (7)		Strict GAM	4.4% (–4.0–13.5)**	
				GLM NS	4.9% (–3.55–14.1)**	
Morris and Naumova (1998) ¹⁸ Chicago, IL	หัวใจวาย ≥65 ปี	PM ₁₀ : 41 (23)	ไม่มี	0 วัน	GAM not used	3.9% (1.0–6.9)
Linn et al. (2000) ¹⁹ Los Angeles, CA	จำนวนรวมที่ รับเข้าใน โรงพยาบาลด้วย โรคหัวใจ ≥30 ปี	PM ₁₀ : 45 (18)	ไม่มี	0 วัน	GAM not used	3.25% (2.04, 4.47)
Moolgavkar (2000b) ²⁰ Cook County, IL	จำนวนรวมที่ รับเข้าใน โรงพยาบาลด้วย โรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 35± (22)	ไม่มี	0 วัน	Default GAM	4.2% (3.0, 5.5)
††Moolgavkar (2003) ²¹ Cook County, IL					Strict GAM _{100df}	4.05% (2.9–5.2)
					GLM NS _{100df}	4.25% (3.0–5.5)
Moolgavkar (2000b) ²⁰ Los Angeles County, CA	จำนวนรวมที่ รับเข้าใน โรงพยาบาลด้วย โรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 44± (26)	ไม่มี	0 วัน	Default GAM	3.2% (1.2, 5.3)
		PM _{2.5} : 22± (16)			Default GAM	4.3% (2.5, 6.1)*
††Moolgavkar (2003) ²¹ Los Angeles County, CA		PM ₁₀ : 44± (26)			Strict GAM _{30df}	3.35% (1.2–5.5)
					Strict GAM _{100df}	2.7% (0.6–4.8)
					GLM NS _{100df}	2.75% (0.1–5.4)
					Strict GAM _{30df}	3.95% (2.2–5.7)*
				Strict GAM _{100df}	2.9% (1.2–4.6)*	
		PM _{2.5} : 22± (16)			GLM	3.15% (1.1–5.2)*

					nspline _{100df}	
Tolbert et al., (2000a) ²² Atlanta, GA 1993–1998	จำนวนรวมที่มาแผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจ ≥16 ปี	Period 1 PM ₁₀ : 30.1 (12.4)	ไม่มี	0–2 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	–8.2% (<i>p</i> =0.002)
Tolbert et al., (2000a) ²² Atlanta, GA1998–1999	จำนวนรวมที่มาแผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจ ≥16 ปี	Period 2 PM ₁₀ : 29.1 (12.0)	ไม่มี	0–2 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	5.1% (–7.9, 19.9)
		PM _{2.5} : 19.4 (9.4)				6.1% (–3.1, 16.2)*
		PM _{10–2.5} : 9.4 (4.5)				17.6% (–4.6, 45.0)**
Lippmann et al., (2000) ¹⁶ Detroit (Wayne County), MI	โรคหัวใจขาดเลือด ≥65 ปี	PM ₁₀ : 31(19)	CO	2 วัน	Default GAM	8.5% (–0.45–18.3)
		PM _{2.5} : 18 (11)			Default GAM	3.7% (–2.4–10.3)*
		PM _{10–2.5} : 13 (7)			Default GAM	10.1% (2.25–18.6)**
Lippmann et al., (2000) ¹⁶ Detroit (Wayne County), MI	หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 31(19)	CO	1 วัน	Default GAM	–1.3% (–15.5–15.4)
		PM _{2.5} : 18 (11)		1 วัน	Default GAM	0.55% (–9.7–12.0)*
		PM _{10–2.5} : 13 (7)		0 วัน	Default GAM	–1.0% (–13.4–13.05)**
Lippmann et al., (2000) ¹⁶ Detroit (Wayne County), MI	หัวใจวาย ≥65 ปี	PM ₁₀ : 31(19)	CO	0 วัน	Default GAM	7.5% (–2.6–18.7)
		PM _{2.5} : 18 (11)		1 วัน	Default GAM	8.9% (2.2–16.1)*
		PM _{10–2.5} : 13 (7)		0 วัน	Default GAM	3.9% (–4.7–13.2)**
Morris and Naumova (1998) ¹⁸ Chicago, IL	หัวใจวาย ≥65 ปี	PM ₁₀ : 41 (23)	CO, NO ₂ , SO ₂ , O ₃	0 วัน	ไม่ได้ใช้ GAM	2% (–1–6)
Moolgavkar (2000b) ²⁰ Cook County, IL	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 35 (22)	NO ₂	0 วัน	Default GAM	1.8% (0.4, 3.2)
Moolgavkar (2003) ²¹ Cook County, IL		PM ₁₀ : 35 (22)	CO		Strict GAM _{100df}	2.95% (1.7–4.2)
					GLM NS _{100df}	3.1% (1.8–4.4)
Moolgavkar (2000b) ²⁰ Los Angeles County, CA	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 44‡ (26)	CO	0 วัน	Default GAM	–1.8% (–4.4, 0.9)
Moolgavkar (2003) ²¹ Los Angeles County, CA		PM _{2.5} : 22‡ (16)			Default GAM	0.8% (–1.3, 2.9)*
		PM ₁₀			Strict GAM _{100df}	–1.3% (–3.8–1.2)
					GLM NS _{100df}	–1.1% (–4.2–2.0)
		PM _{2.5}			Strict GAM _{100df}	1.0% (–1.1–3.3)*
					GLM NS _{100df}	1.45% (–1.1–4.0)*
Burnett et al., (1997a) ¹² Toronto, Canada	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ทุกอายุ	PM ₁₀ : 28 (22)	ไม่มี	1–4 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	12.1% (1.4, 23.8)
		PM _{2.5} : 17 (15)				0.2% (–0.6, 15.6)*
		PM _{10–2.5} : 12 (7)				20.5% (8.2, 34.1)**
Stieb et al.	จำนวนรวมที่	PM ₁₀ :	ไม่มี	1–3 วัน	ไม่ได้ใช้ GAM	29.3% (<i>p</i> =0.003)

(2000) ²³ Saint John, Canada	รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ทุกอายุ	14.0 (9.0)		เฉลี่ย		
		PM _{2.5} : 8.5 (5.9)				14.4% ($p = 0.055$)*
Atkinson et al. (1999a) ²⁴ Greater London, England	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 28.5, 90–10 %tile range: 30.7	ไม่มี	0 วัน	ไม่ได้ใช้ GAM	2.5% (–0.2, 5.3)
Prescott et al. (1998) ²⁵ Edinburgh, Scotland	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 20.7 (8.4)	ไม่มี	1–3 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	12.4% (4.6, 20.9)
Wong et al. (1999a) ²⁶ Hong Kong	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 45.0†, (34.8)	ไม่มี	0–2 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	4.1% (1.3, 6.9)
Burnett et al., (1997a) ¹² Toronto, Canada	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ทุกอายุ	PM ₁₀ : 28 (22)	O ₃ , NO ₂ , SO ₂ , CO	1–4 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	–1.4% (–12.5, 11.2)
		PM _{2.5} : 17 (15)				–1.6% (–10.5, 8.2)*
		PM _{10–2.5} : 12 (7)				12.1% (–1.9, 28.2)**
Stieb et al. (2000) ²³ Saint John, Canada	จำนวนรวมที่มาแผนกฉุกเฉินด้วยโรคหัวใจ ทุกอายุ	PM ₁₀ : 14.0 (9.0)	CO, H ₂ S, NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , total reduced sulfur	1–3 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	PM ₁₀ ไม่มีนัยสำคัญ
Atkinson et al. (1999a) ²⁴ Greater London, England	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 28.5, 90–10 %tile range: 30.7	NO ₂ , O ₃ , SO ₂ , CO	0 วัน	ไม่ได้ใช้ GAM	PM ₁₀ ไม่มีนัยสำคัญ
Prescott et al. (1998) ²⁵ Edinburgh, Scotland	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 20.7 (8.4)	SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO	1–3 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	PM ₁₀ แสดงผลชัดเจน แต่ไม่รายงานตัวเลข
Wong et al. (1999a) ²⁶ Hong Kong	จำนวนรวมที่รับเข้าในโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจ ≥65 ปี	PM ₁₀ : 45.0†, (34.8)	NO ₂ , O ₃ , SO ₂	0–2 วันเฉลี่ย	ไม่ได้ใช้ GAM	PM ₁₀ แสดงผลชัดเจน แต่ไม่รายงานตัวเลข

† คือ ค่ามัธยฐาน

‡ คือ งานวิจัยที่ทำการวิเคราะห์ใหม่จากข้อมูลงานวิจัยเดิม

* คือ ค่าของ PM_{2.5}

** คือ ค่าของ PM_{10–2.5}

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ใช้วิธีการศึกษาแบบ time series ในประชาชนทั่วไปเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการและอาการแสดงที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศใน 4 ระบบ ได้แก่ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ กับระดับของสารก่อมลพิษแต่ละชนิด ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซนทุกวันควบคู่กันไป โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านอุตุณิยมวิทยาด้วย

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูนที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไปและสามารถสื่อสารกันได้ โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 4 เดือน คือระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้แบ่งเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกคุณภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ระดับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}), คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), โอโซน (O_3), ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ซึ่งได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ 2 สถานี ได้แก่ สถานีที่ศูนย์ราชการจังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแมริมและสถานีที่โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องมือบันทึกข้อมูลทางอุตุณิยมวิทยา ได้แก่ ความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมเป็นรายวัน โดยได้รับข้อมูลจากศูนย์อุตุณิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์อุตุณิยมวิทยา จังหวัดลำพูน

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ (คูภาคผนวก ก.) ประกอบด้วย

1. ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ ชื่อ เพศ อายุ ภูมิลำเนา และระยะเวลาที่อาศัยในที่ปัจจุบัน
2. ข้อมูลอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ อาการใน 4 ระบบต่อไปนี้ (รวม 19 อาการ)
 - ระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ คัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก เลือดกำเดาไหล แสบคอ เสียงแหบ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก และหายใจมีเสียงหวีด
 - ระบบหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ เหนื่อยง่าย เหนื่อยง่าย เหนื่อยง่าย และชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว

- ระบบผิวหนัง ได้แก่ คันตามร่างกาย และมีผื่นแดงตามร่างกาย
- ระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล และมองภาพไม่ค่อยชัด

3. ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้จะใช้วิธีการศึกษาแบบ time series ในประชาชน ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมือง เชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน จำนวนรวม 12,100 คน โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 4 เดือน (1 มกราคม–30 เมษายน 2551) และมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

- 3.1 รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษ
- 3.2 กำหนดแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล 2 ฐาน ได้แก่ แบบรายงานคุณภาพอากาศ และแบบรายงานข้อมูลอุตุนิมวิทยา
- 3.3 กำหนดหน่วยงานผู้รับผิดชอบในการรายงานข้อมูล เข้ามาที่ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ (เดิมชื่อ “ศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ”) ได้แก่ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค และศูนย์อุตุนิมวิทยาภาคเหนือ
- 3.4 จัดประชุมหน่วยงานผู้รับผิดชอบในการเตรียมความพร้อมด้านการรายงานข้อมูล
- 3.5 หน่วยงานผู้รับผิดชอบให้มีการรายงานข้อมูลเข้าสู่ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศทุกวัน
- 3.6 สร้างแบบสำรวจข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ (ดูภาคผนวก ก.)
- 3.7 กำหนดพื้นที่เป้าหมายในการสำรวจข้อมูล ได้แก่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน
- 3.8 กำหนดจำนวนตัวอย่างและสัดส่วนตามตำบลของแต่ละอำเภอ
- 3.9 ทำการสำรวจข้อมูลทุกวันๆ ละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง) ทั้งนี้การสุ่มตัวอย่างในแต่ละวันจะไม่ให้ซ้ำคนเดิม ทั้งนี้เมื่อป้องกันปัญหาความสัมพันธ์ภายใน (Autocorrelation) ของตัวแปรตาม ซึ่งจะพบได้เสมอหากมีการเก็บข้อมูลในกลุ่มเดิม
- 3.10 ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล และวิเคราะห์ ข้อมูลเป็นรายวัน
- 3.11 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับอาการต่างๆ โดยควบคุมปัจจัยด้านอุตุนิมวิทยา ปัจจัยด้านเวลา ได้แก่ วันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ และปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุและเพศ ด้วยสถิติที่เหมาะสม ได้แก่ Generalized Estimating Equations (GEE) และรายงานผลใน web site ของศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ
- 3.12 สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุตุนิมวิทยาและอาการต่างๆ
- 3.13 จัดทำข้อเสนอมาตรการการป้องกันและแก้ไข

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ อุณหภูมิและอากาศต่างๆ ใน การศึกษานี้ใช้สถิติ GEE (binary logistic regression) โดยมีตัวแปรต้นคือ ระดับสารมลพิษแต่ละชนิด เป็นรายวัน ค่าทางอุณหภูมิเป็นรายวัน เพศ อายุ วันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ และตัวแปรตามคือ การ มี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษแต่ละอาการ แยกวิเคราะห์ตามอำเภอที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ใน การหาแบบจำลองความสัมพันธ์สุดท้าย (final model) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม (correlational structure) ด้วยการทำ autocorrelation function plot และ partial autocorrelation function plot (ดูบทที่ 4 หัวข้อที่ 6)
2. การวิเคราะห์ตัวแปรเดี่ยว ในขั้นนี้ทำการวิเคราะห์แบบ GEE (binary logistic regression) โดยดู ความสัมพันธ์ระหว่างอาการแต่ละอาการกับสารมลพิษและค่าทางอุณหภูมิและค่าทางอากาศแต่ละชนิด แยก จากกันที่ lag period ต่างๆ ตั้งแต่ lag 0 ถึง lag 6 จากนั้นคัดเลือก lag ที่ให้ค่า p -value น้อยที่สุด เก็บไว้เพื่อทำการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป (ดูบทที่ 4 หัวข้อที่ 7 และ 8)
3. การวิเคราะห์ตัวแปรร่วม ในขั้นนี้ทำการวิเคราะห์แบบ GEE (binary logistic regression) โดยนำ ตัวแปรต้นของสารมลพิษและค่าทางอุณหภูมิและค่าทางอากาศแต่ละค่าที่ lag period ที่ให้ค่า p -value น้อย ที่สุดจากขั้นที่ 1 รวมทั้งวันของสัปดาห์ วันที่ทำการศึกษา (วันที่ 1 2 3 ... โดยคิดเป็นตัวแปรที่ วัดแบบต่อเนื่อง) มาทำการหาความสัมพันธ์กับอาการแต่ละอาการ โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก ตัวแปรชนิด forward stepwise (likelihood ratio) ดังนี้
 - 2.1 นำเข้าตัวแปรต้นทีละตัว โดยเริ่มจากตัวแปรที่มีค่า $-2\log$ likelihood น้อยที่สุดก่อน จากนั้น เปรียบเทียบ 2 models โดยพิจารณาค่า likelihood ratio test หากมีค่า p -value มากกว่า 0.1 ตัวแปรที่เข้ามาใหม่จะถูกกำจัดออกไป หาก p -value น้อยกว่า 0.1 จะคงไว้ในแบบจำลอง
 - 2.2 นำตัวแปรต้นที่มีค่า $-2\log$ likelihood น้อยที่สุดลำดับถัดมาเข้ามาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรที่ ยังคงอยู่ในแบบจำลองจากขั้นที่ 2.1 จากนั้นพิจารณาค่า likelihood ratio test หากมีค่า p -value มากกว่า 0.1 ตัวแปรที่เข้ามาใหม่จะถูกกำจัดออกไป หาก p -value น้อยกว่า 0.1 จะ คงไว้ในแบบจำลอง
 - 2.3 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2.2 จนครบตัวแปรทุกตัว ตัวแปรที่คงอยู่ในแบบจำลองจะเป็น แบบจำลองสุดท้าย (ดูบทที่ 4 หัวข้อที่ 9 ถึง 12)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในบทนี้จะได้เสนอผลการศึกษาเรียงตามลำดับดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป
2. ข้อมูลระดับสารมลพิษรายวัน
3. ข้อมูลค่าทางอุตุนิยมิวิทยาเฉลี่ยรายวัน
4. ข้อมูลอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน
5. การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน
6. การวิเคราะห์ correlational structure ของตัวแปรตาม (อาการต่างๆ)
7. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษเดียวกับอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน ในแต่ละอำเภอ
8. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางอุตุนิยมิวิทยากับอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน ในแต่ละอำเภอ
9. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
10. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่
11. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่
12. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน
13. การเผยแพร่ผลการวิจัยสู่สาธารณะ

1. ข้อมูลทั่วไป

การสำรวจครั้งนี้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 12,100 คน เป็นชาย 4,958 คน (ร้อยละ 41.0) หญิง 7,142 คน (ร้อยละ 59.0) มีอายุอยู่ในช่วง 41–50 ปี จำนวน 3,410 คน คิดเป็นร้อยละ 28.2 ค่าเฉลี่ยอายุ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 45.29 ± 14.46 ปี เมื่อพิจารณาแยกกราฟพื้นที่ พบว่าทุกอำเภอส่วนมากเป็นหญิง สำหรับช่วงอายุ พบว่าอำเภอเมืองเชียงใหม่ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 21–30 ปี (ร้อยละ 25.7) อำเภอแม่

ริม ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 51–60 ปี (ร้อยละ 27.7) อำเภอสารภีและเมืองลำพูน ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 41–50 ปี (ร้อยละ 31.2 และ 36.6 ตามลำดับ) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างแยกตามอำเภอ

จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (N = 12,100 คน)	เมืองเชียงใหม่ (N = 3025 คน)		แมริม (N = 3025 คน)		สารภี (N = 3025 คน)		เมืองลำพูน (N = 3025 คน)		รวม (N = 12,100 คน)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ										
ชาย	1325	43.8	1001	33.1	1213	40.1	1419	46.9	4958	41.0
หญิง	1700	56.2	2024	66.9	1812	59.9	1606	53.1	7142	59.0
อายุ										
11–20 ปี	322	10.6	90	3.0	98	3.2	26	0.9	536	4.4
21–30 ปี	776	25.7	249	8.2	288	9.5	330	10.9	1643	13.6
31–40 ปี	664	22.0	389	12.9	492	16.3	642	21.2	2187	18.1
41–50 ปี	593	19.6	766	25.3	944	31.2	1107	36.6	3410	28.2
51–60 ปี	402	13.3	838	27.7	740	24.5	682	22.5	2662	22.0
61–70 ปี	176	5.8	372	12.3	263	8.7	208	6.9	1019	8.4
71–80 ปี	85	2.8	284	9.4	167	5.5	29	1.0	565	4.7
มากกว่า 80 ปี	7	0.2	37	1.2	33	1.1	1	0.0	78	0.6
ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (ปี)	38.52 $\pm$ 15.07		50.24 $\pm$ 14.92		47.19 $\pm$ 14.04		45.21 $\pm$ 10.78		45.29 $\pm$ 14.46	

2. ข้อมูลระดับสารมลพิษรายวัน

การตรวจวัดระดับ PM_{10} รายวันของกรมควบคุมมลพิษ ที่สถานีตรวจคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นข้อมูลการตรวจวัดระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 (รวม 121 วัน) มีความครบถ้วนสมบูรณ์ดังแสดงในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พบว่าระดับ PM_{10} โดยเฉลี่ยส่วนมากอยู่ในช่วง $60.01\text{--}120\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ที่สถานีโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย คิดเป็นจำนวนวันคือ 68 วัน (ร้อยละ 56.2) และ $0\text{--}60\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ที่ศูนย์ราชการ คิดเป็น 59 วัน (ร้อยละ 48.8) จำนวนวันที่เกินมาตรฐานของประเทศไทย ที่ $120\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (เฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง) คือ 6 วัน (ร้อยละ 4.9) ที่สถานีโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และ 3 วัน (ร้อยละ 2.5) ที่ศูนย์ราชการ

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลช่วงของระดับ PM₁₀ รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

ประเภท	โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (N = 121 วัน)	
	จำนวน	ร้อยละ
ระดับ PM ₁₀ รายวัน (µg/m ³)		
0–60	44	36.4
60.01–120	68	56.2
120.01–180	5	4.1
180.01–240	1	0.8
ข้อมูลไม่สมบูรณ์	3	2.5
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	69.94 ± 31.06	

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลช่วงของระดับ PM₁₀ รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

ประเภท	ศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ (N = 121 วัน)	
	จำนวน	ร้อยละ
ระดับ PM ₁₀ รายวัน (µg/m ³)		
0–60	59	48.8
60.01–120	58	47.9
120.01–180	3	2.5
ข้อมูลไม่สมบูรณ์	1	0.8
ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	61.62 ± 25.95	

ค่าระดับก๊าซพิษเฉลี่ยรายวันของกรมควบคุมมลพิษ ที่สถานีตรวจคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และโอโซน (O₃) ซึ่งเป็นข้อมูลการตรวจวัดระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 (รวม 121 วัน) ความครบถ้วนของการบันทึกข้อมูลแสดงในตารางที่ 8 และตารางที่ 9 สำหรับกราฟ sequence plot ของสารมลพิษแต่ละชนิด ของทั้ง 2 สถานีตรวจวัด แสดงในรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 10

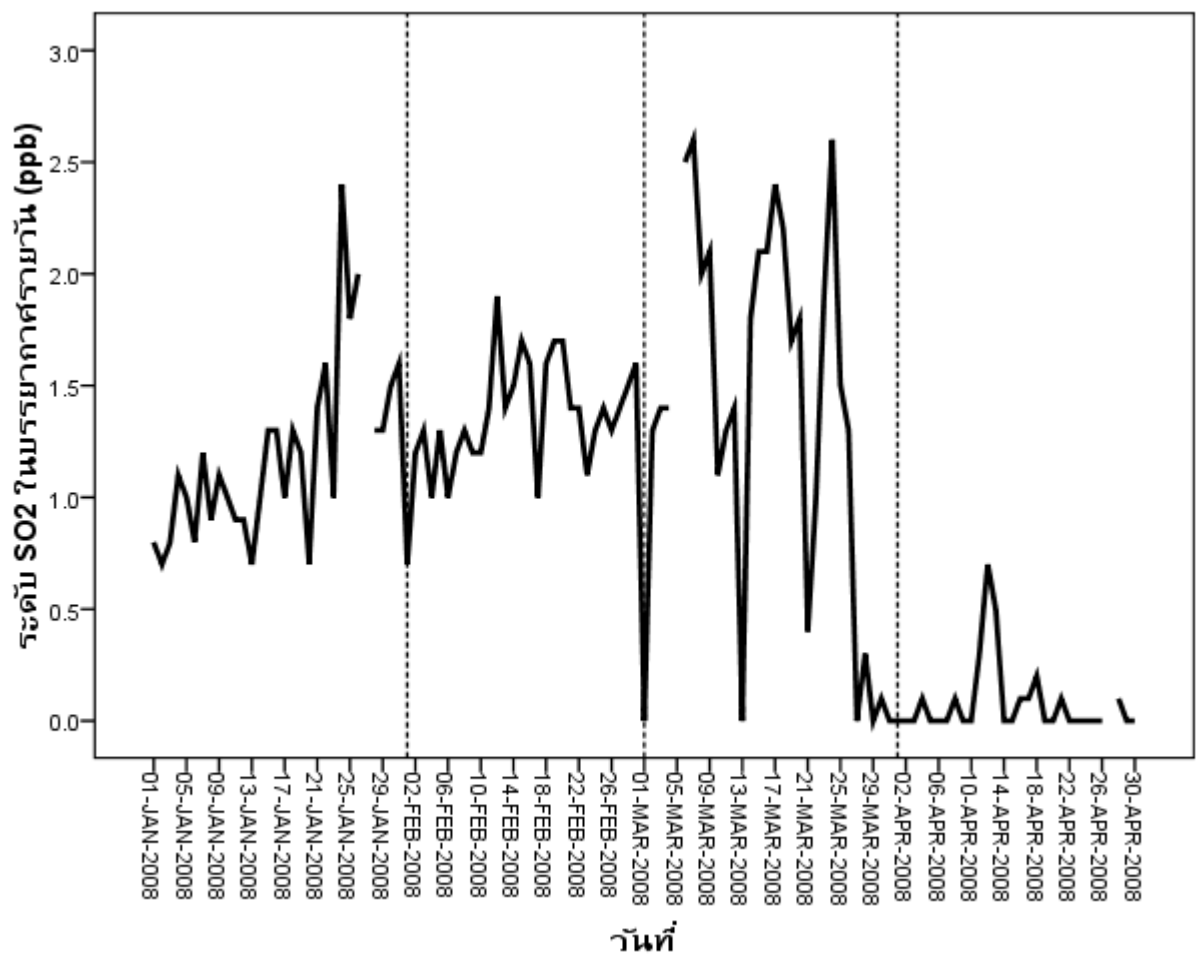
ตารางที่ 8 แสดงจำนวนและร้อยละของความสมบูรณ์ของการบันทึกค่าระดับก๊าซพิษ ที่สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

จำนวนวันที่ตรวจวัด (N = 121 วัน)	สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย (N = 121 วัน)			
	สมบูรณ์	ร้อยละ	ไม่สมบูรณ์	ร้อยละ
SO ₂	118	97.5	3	2.5
NO ₂	114	94.2	7	5.8
CO	118	97.5	3	2.5
O ₃	118	97.5	3	2.5

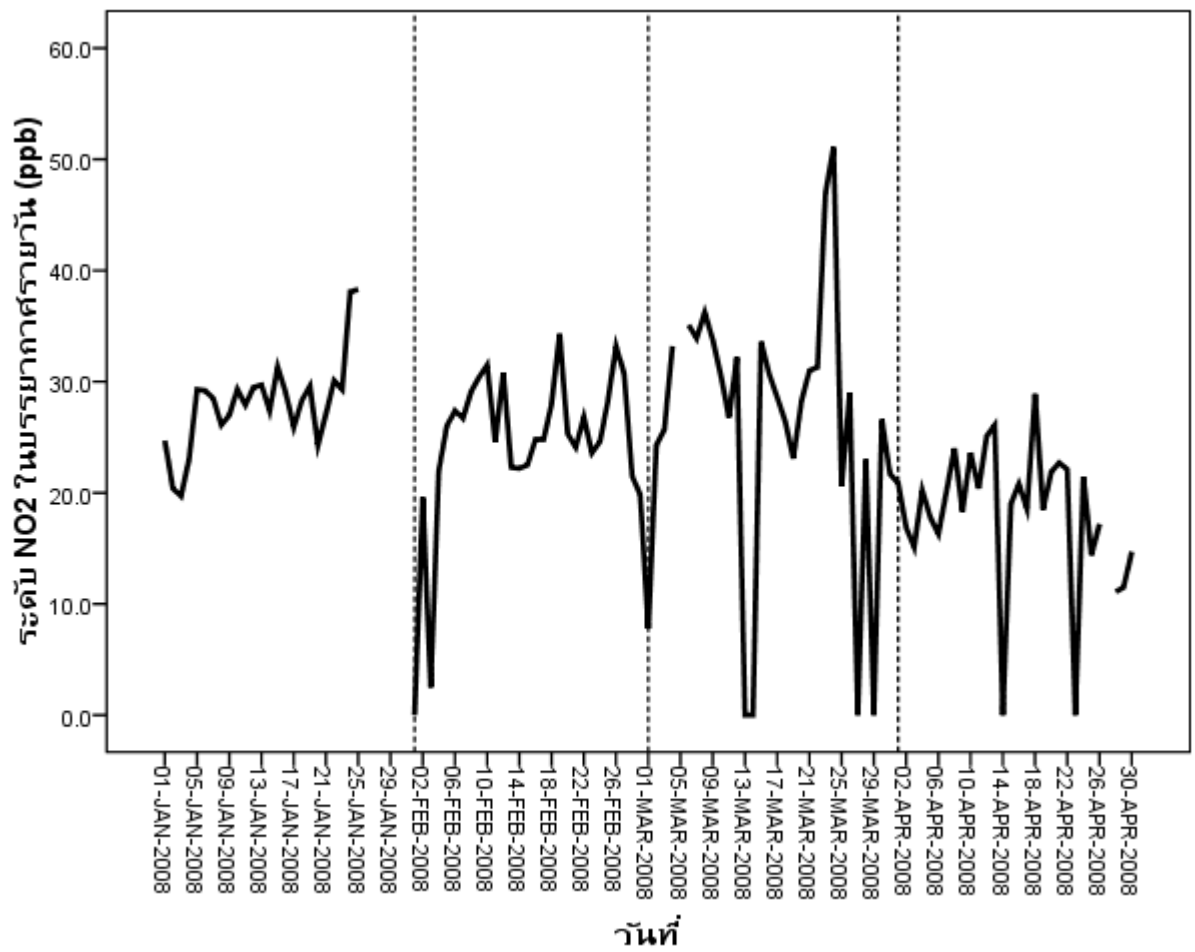
ตารางที่ 9 แสดงจำนวนและร้อยละของความสมบูรณ์ของการบันทึกค่าระดับก๊าซพิษ ที่สถานีตรวจวัด ศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

จำนวนวันที่ตรวจวัด (N = 121 วัน)	สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ (N = 121 วัน)			
	สมบูรณ์	ร้อยละ	ไม่สมบูรณ์	ร้อยละ
SO ₂	120	99.2	1	0.8
NO ₂	120	99.2	1	0.8
CO	120	99.2	1	0.8
O ₃	120	99.2	1	0.8

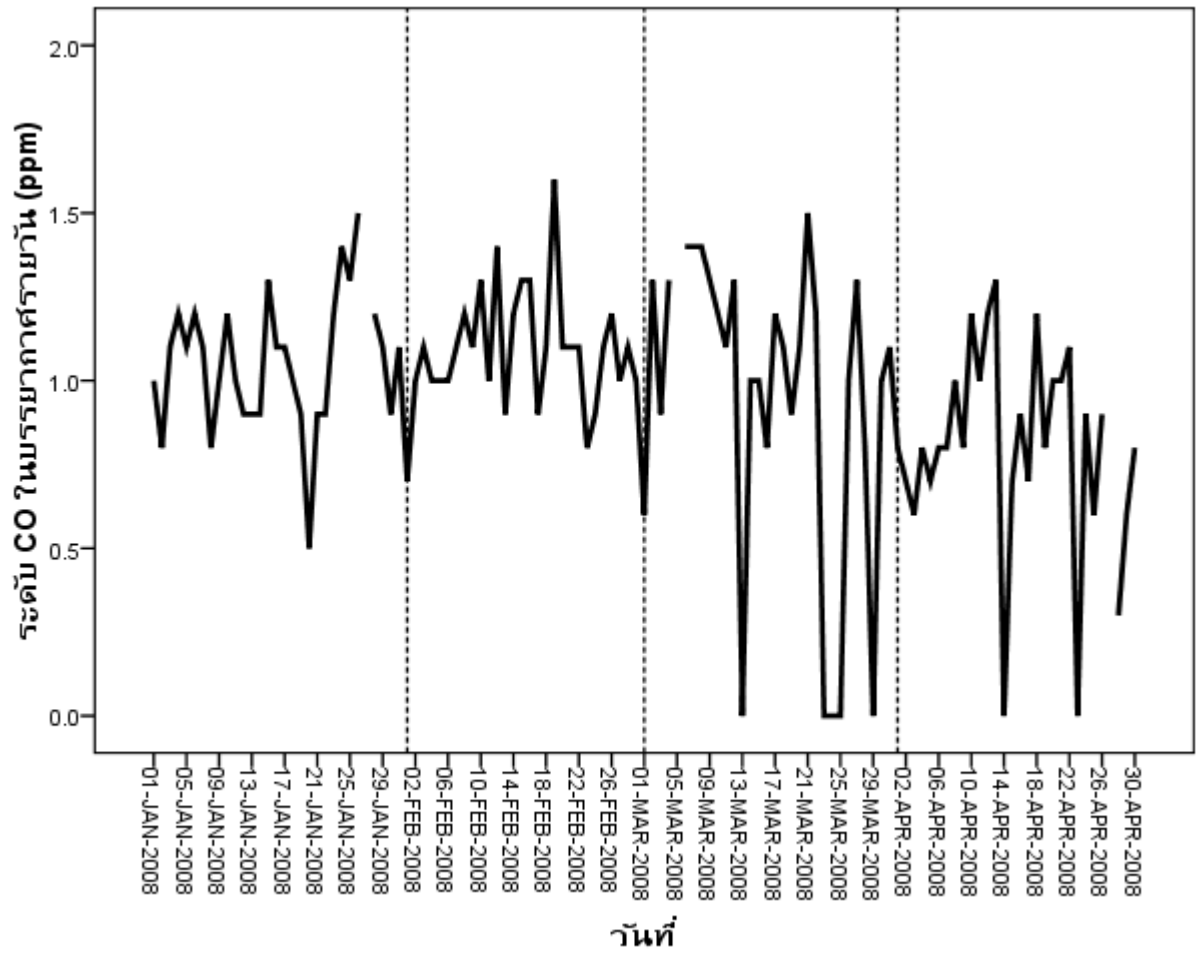
รูปที่ 1 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย SO₂ รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



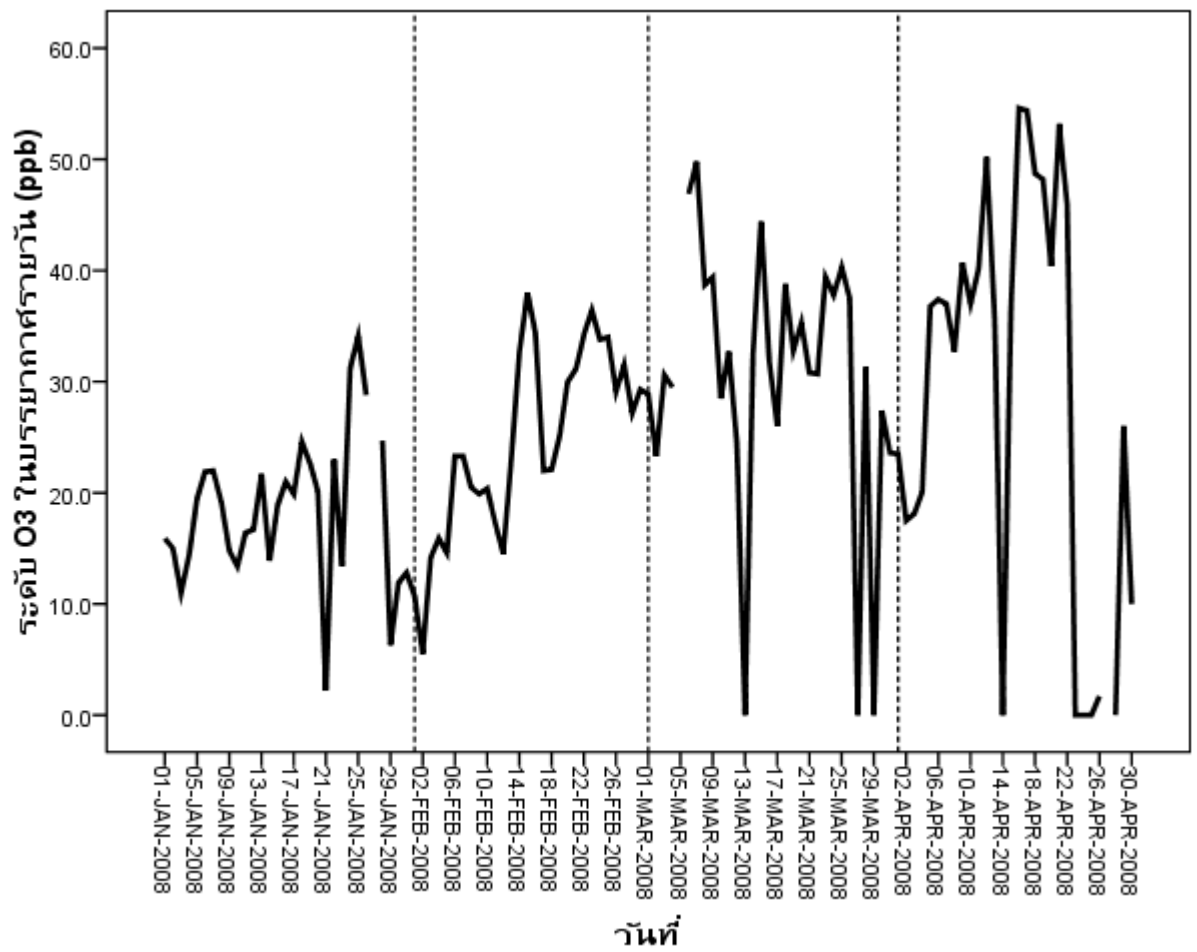
รูปที่ 2 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย NO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช
วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



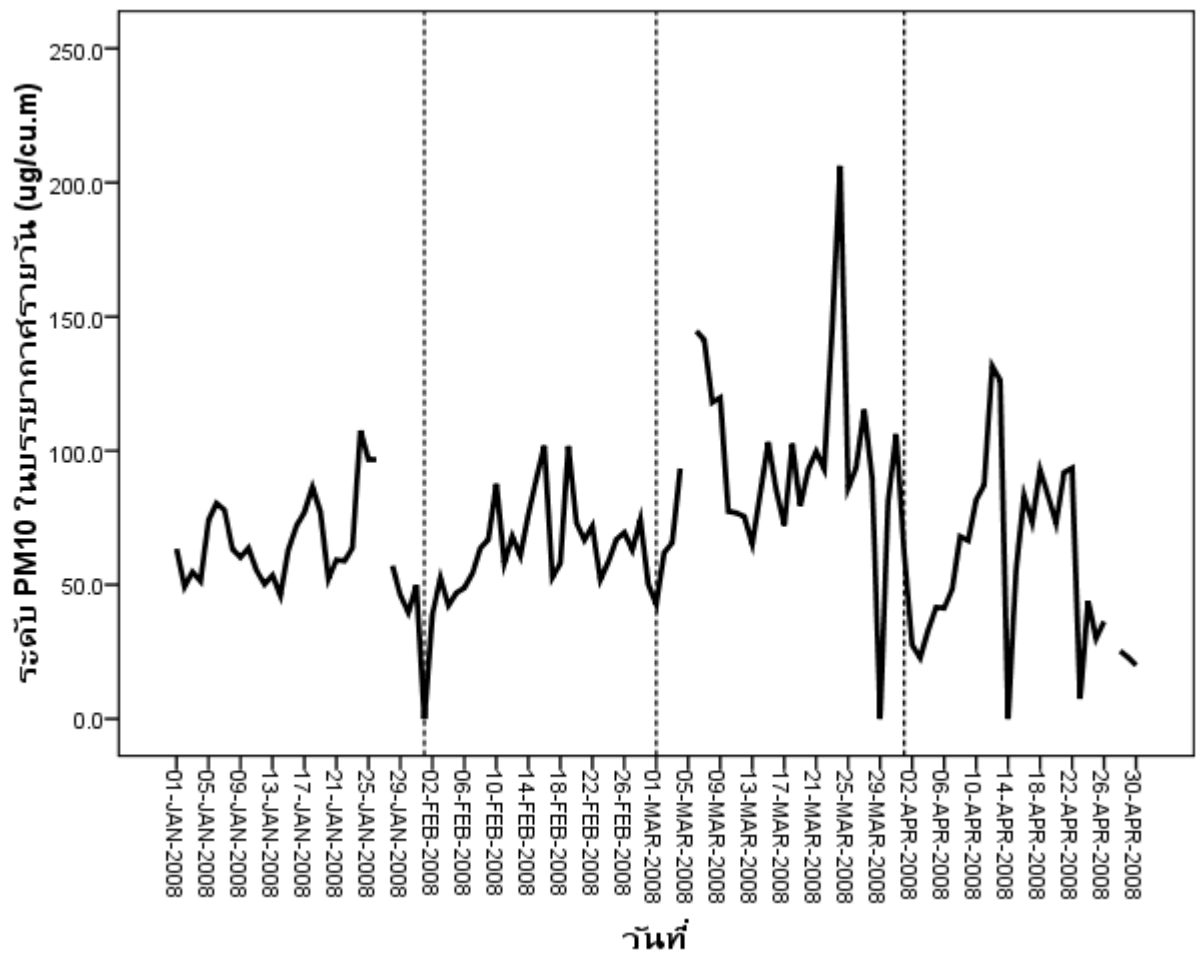
รูปที่ 3 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย CO รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราช
วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



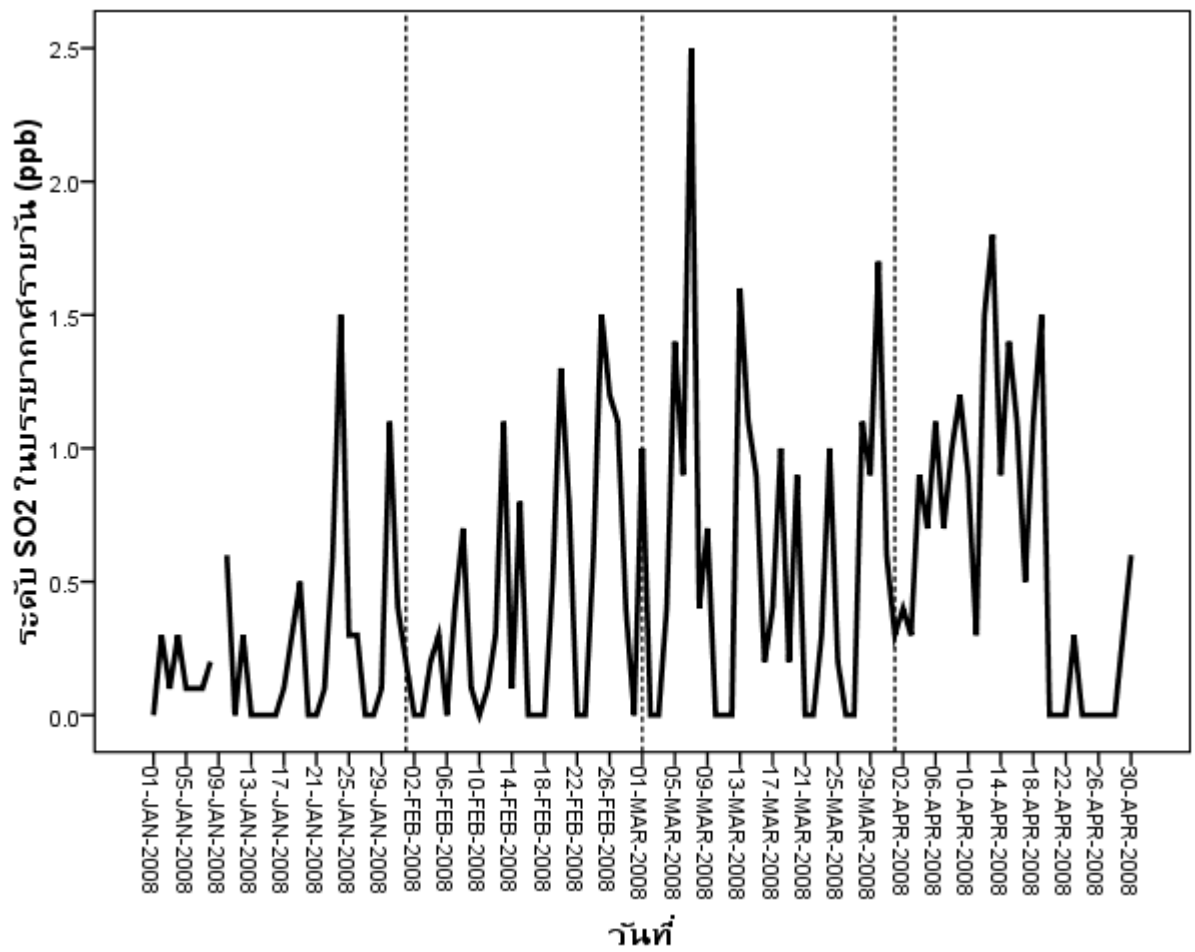
รูปที่ 4 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย O_3 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



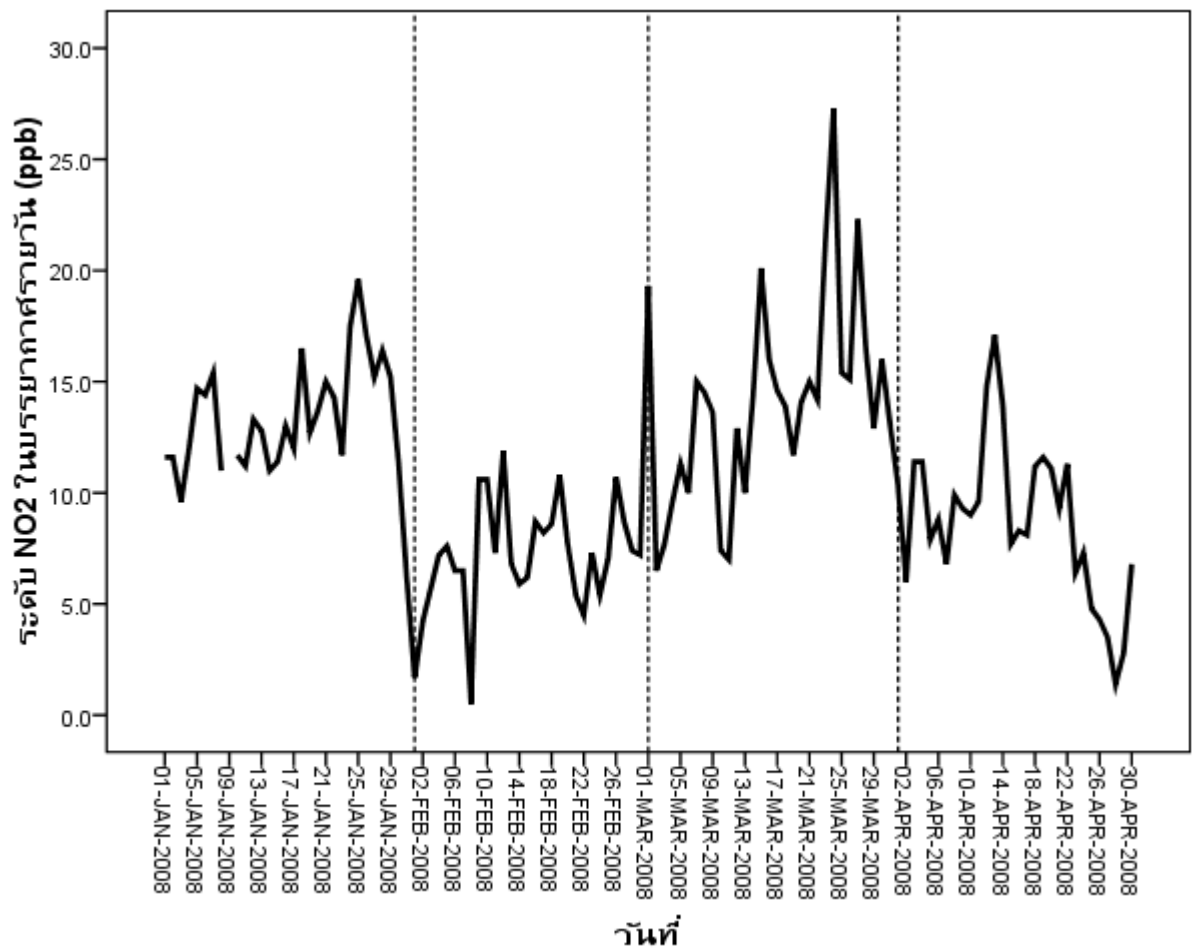
รูปที่ 5 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย PM_{10} รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



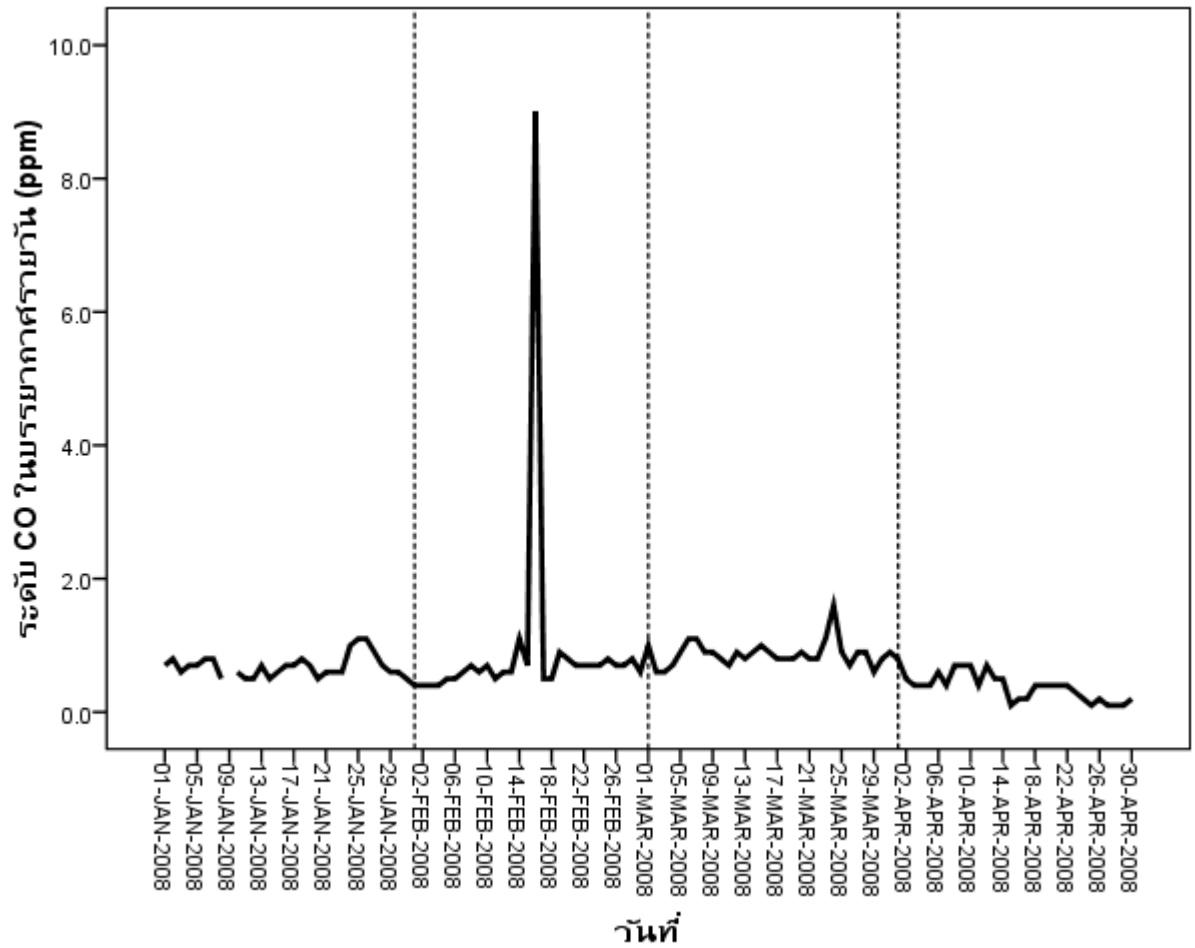
รูปที่ 6 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย SO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



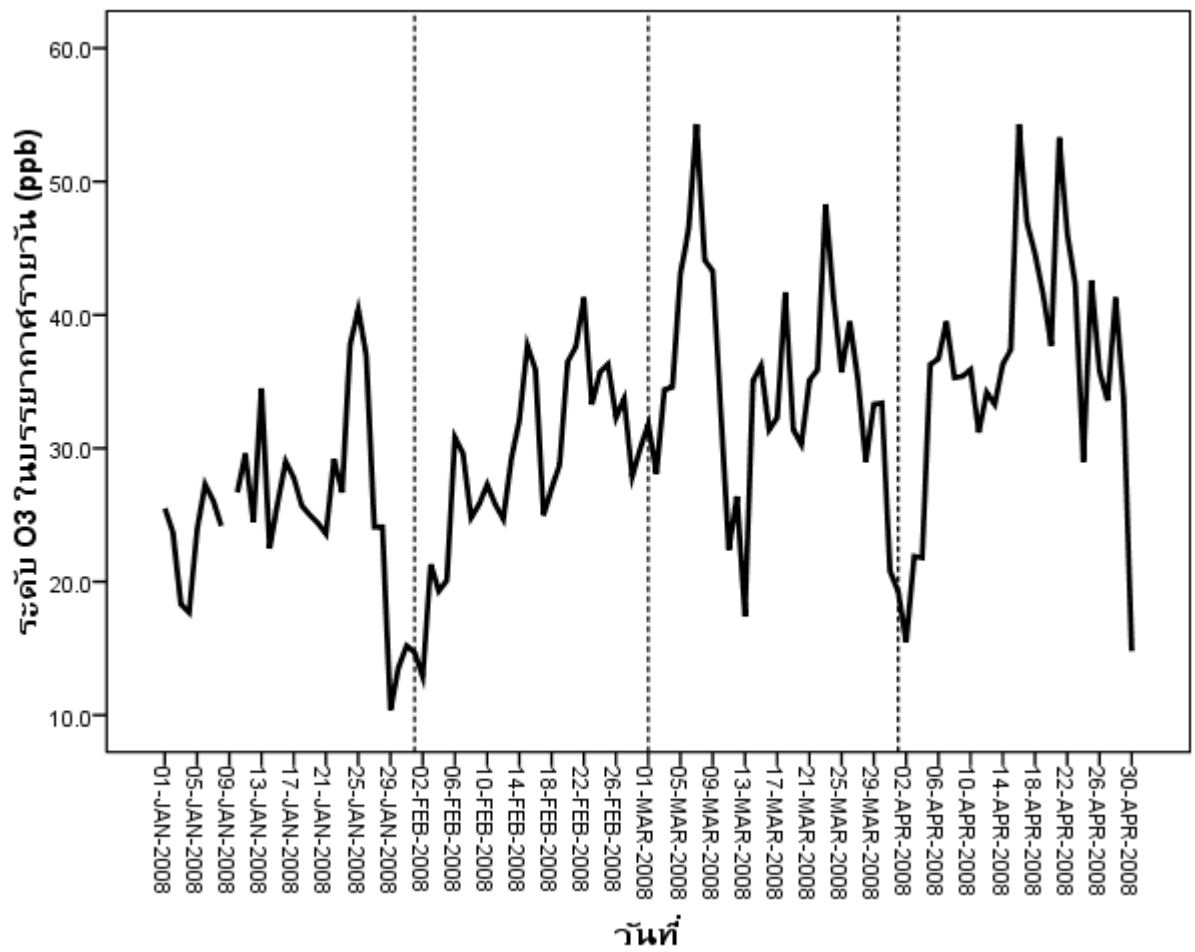
รูปที่ 7 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย NO_2 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



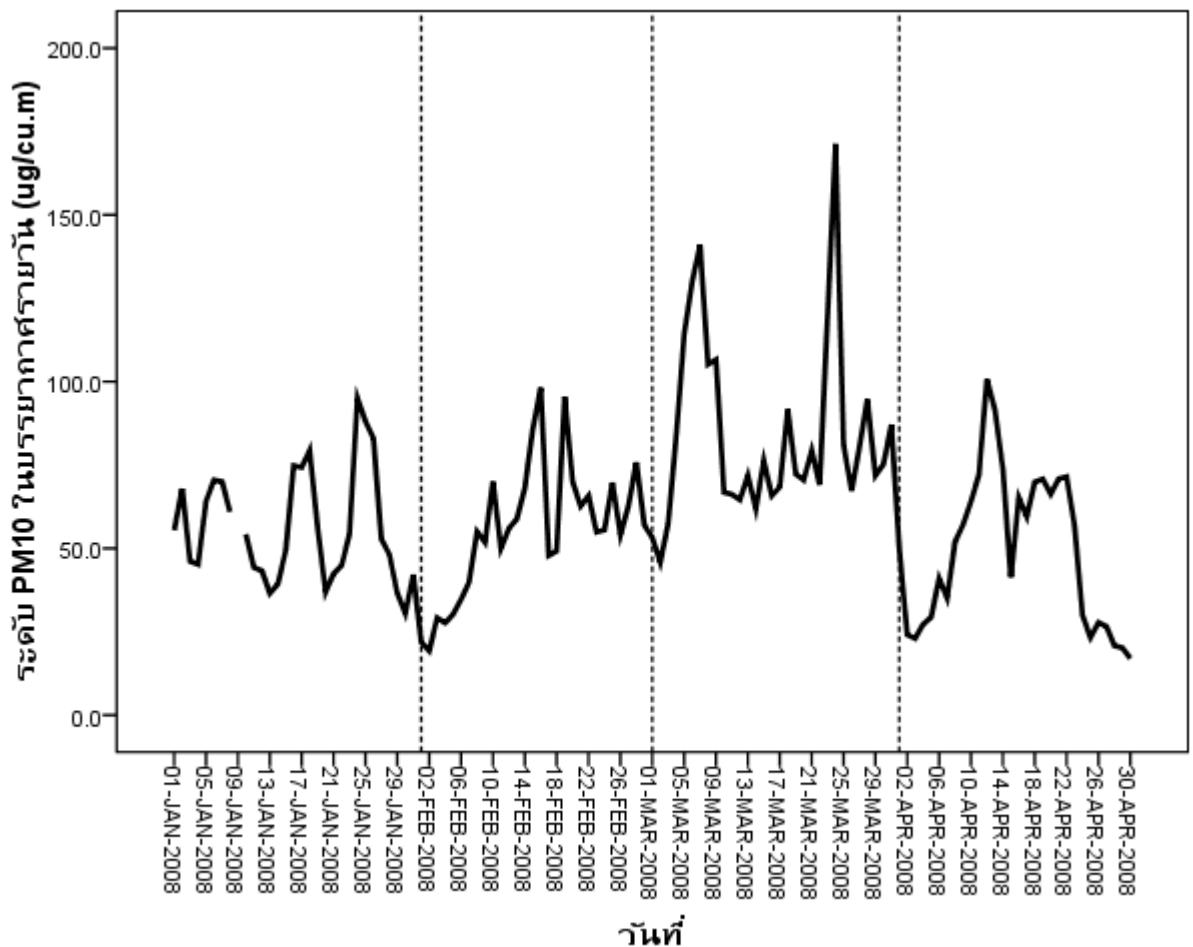
รูปที่ 8 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย CO รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



รูปที่ 9 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย O_3 รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



รูปที่ 10 แสดง Sequence plot ของค่าเฉลี่ย PM_{10} รายวัน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



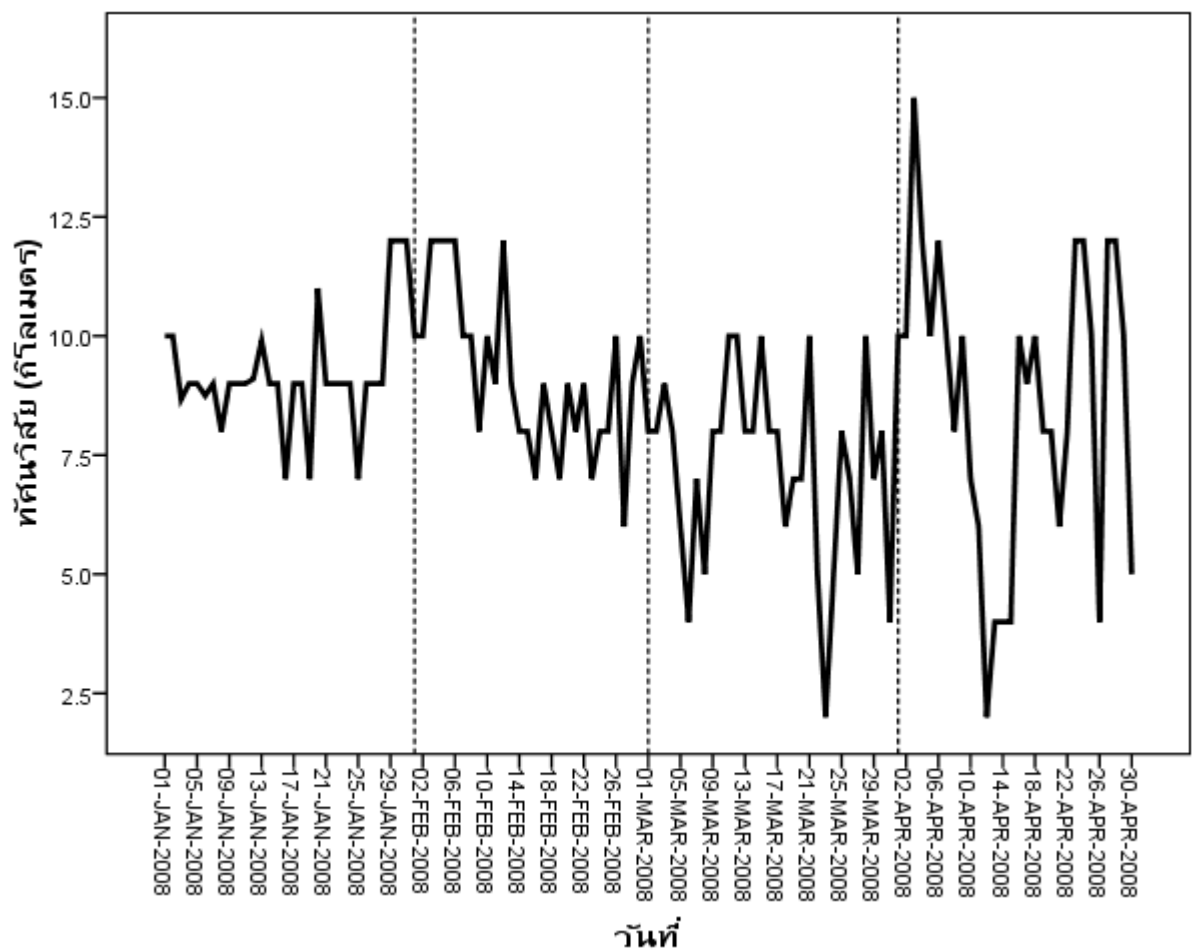
3. ข้อมูลค่าทางอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายวัน

ค่าทางอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายวันของศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ เชียงใหม่ และศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำพูน (ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน) ได้แก่ ทิศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเร็วลม มีความครบถ้วนสมบูรณ์ร้อยละ 100 ทุกค่า ดังแสดงในตารางที่ 10 สำหรับกราฟ sequence plot ของค่าทางอุตุนิยมวิทยา แสดงในรูปที่ 11 ถึงรูปที่

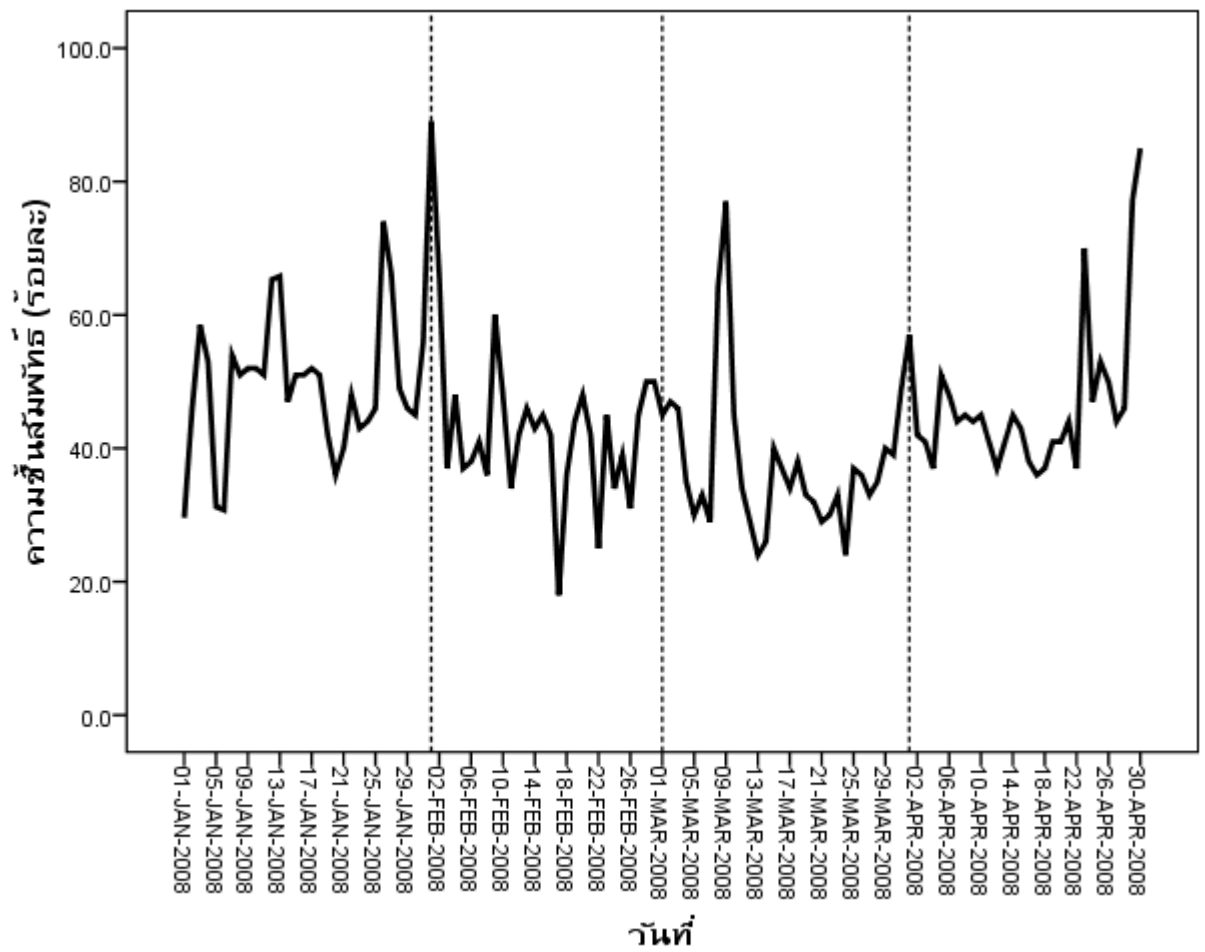
ตารางที่ 10 แสดงจำนวนและร้อยละของความสมบูรณ์ของการบันทึกค่าทางอุตุณิยมวิทยา ในจังหวัด เชียงใหม่และลำพูน

ค่าอุตุณิยมวิทยา	เชียงใหม่ (N = 121 วัน)				ลำพูน (N = 121 วัน)			
	สมบูรณ์	ร้อยละ	ไม่ สมบูรณ์	ร้อยละ	สมบูรณ์	ร้อยละ	ไม่ สมบูรณ์	ร้อยละ
ทัศนวิสัย	121	100.0	0	0.0	121	100.0	0	0.0
ความชื้นสัมพัทธ์	121	100.0	0	0.0	121	100.0	0	0.0
ความกดอากาศ	121	100.0	0	0.0	121	100.0	0	0.0
อุณหภูมิ	121	100.0	0	0.0	121	100.0	0	0.0
ความเร็วลม	121	100.0	0	0.0	121	100.0	0	0.0

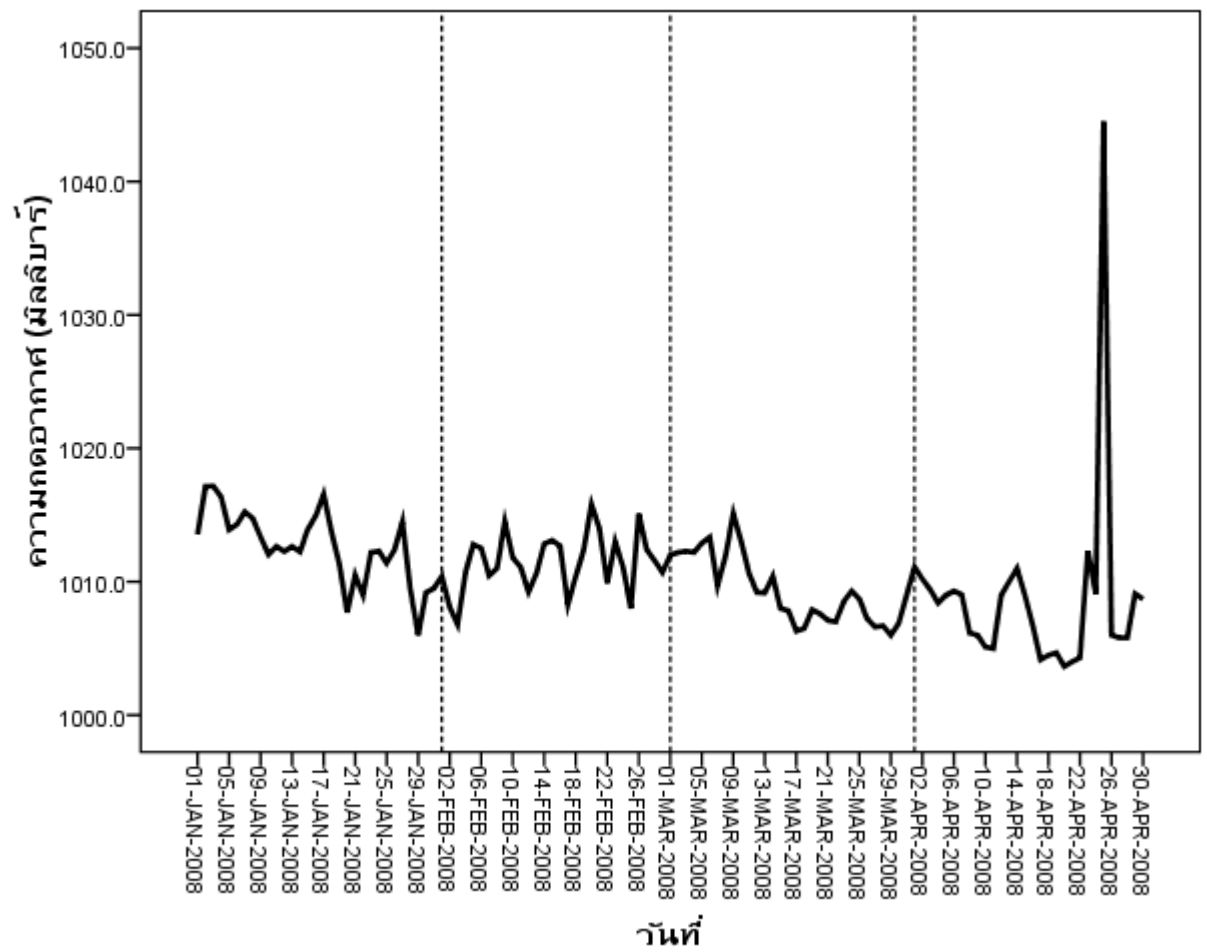
รูปที่ 11 แสดง Sequence plot ของค่าทัศนวิสัยรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



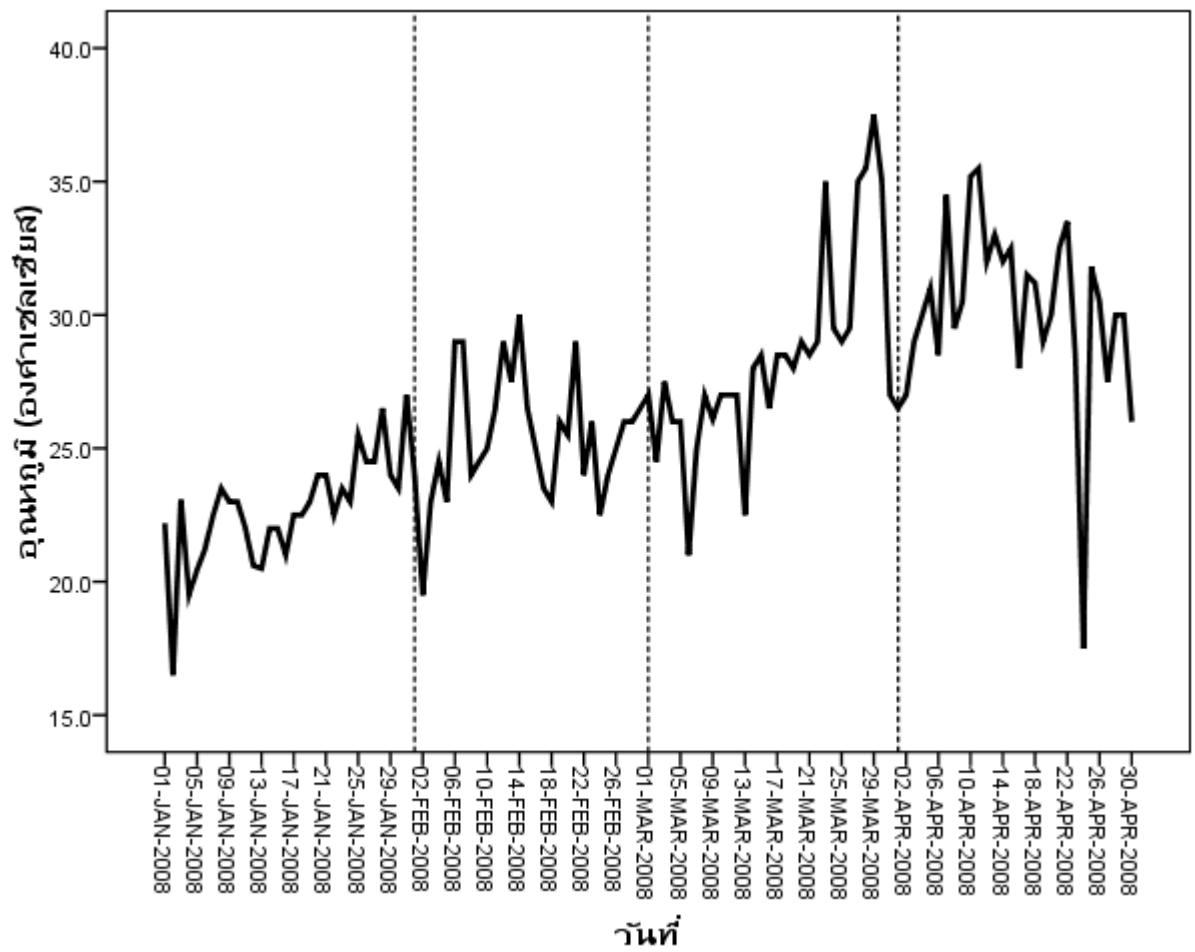
รูปที่ 12 แสดง Sequence plot ของค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



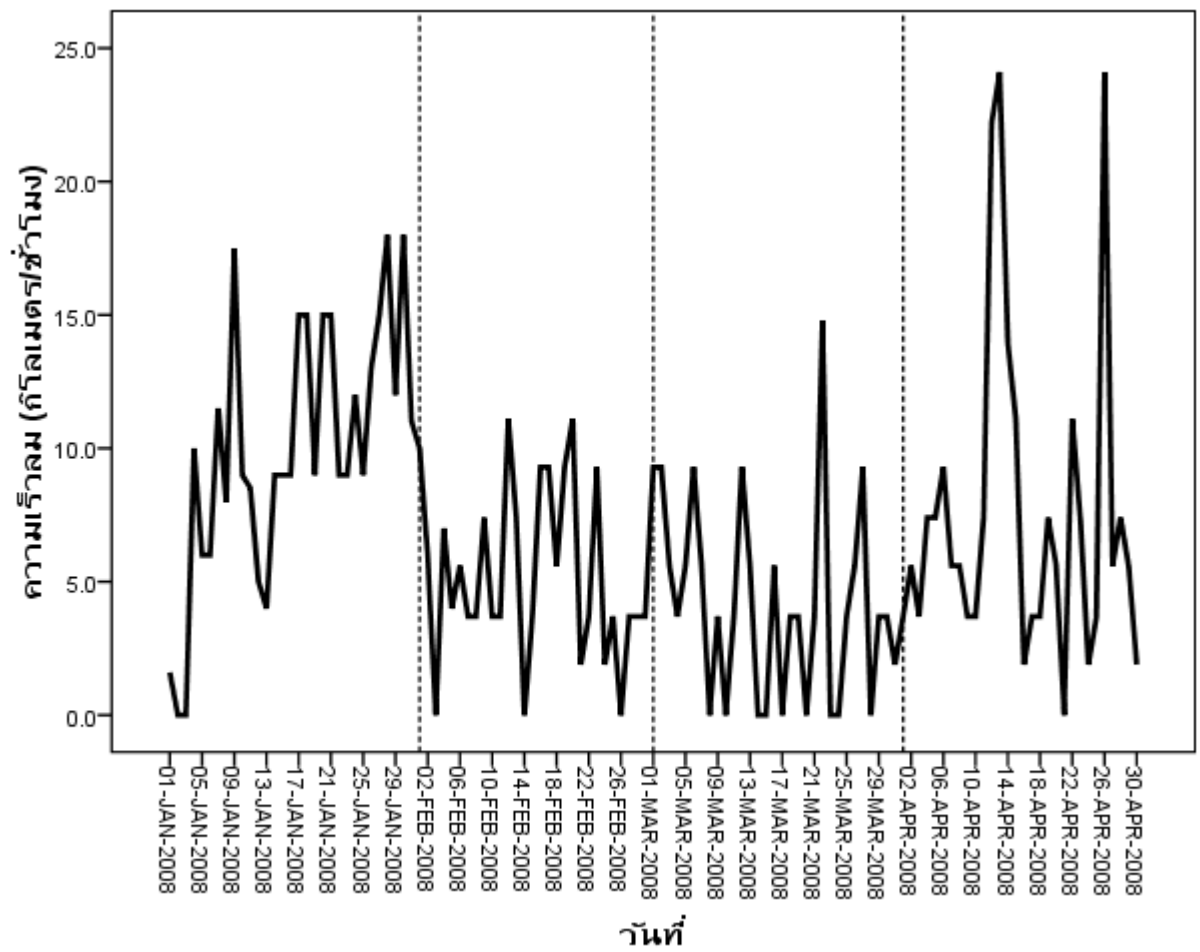
รูปที่ 13 แสดง Sequence plot ของค่าความกดอากาศรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



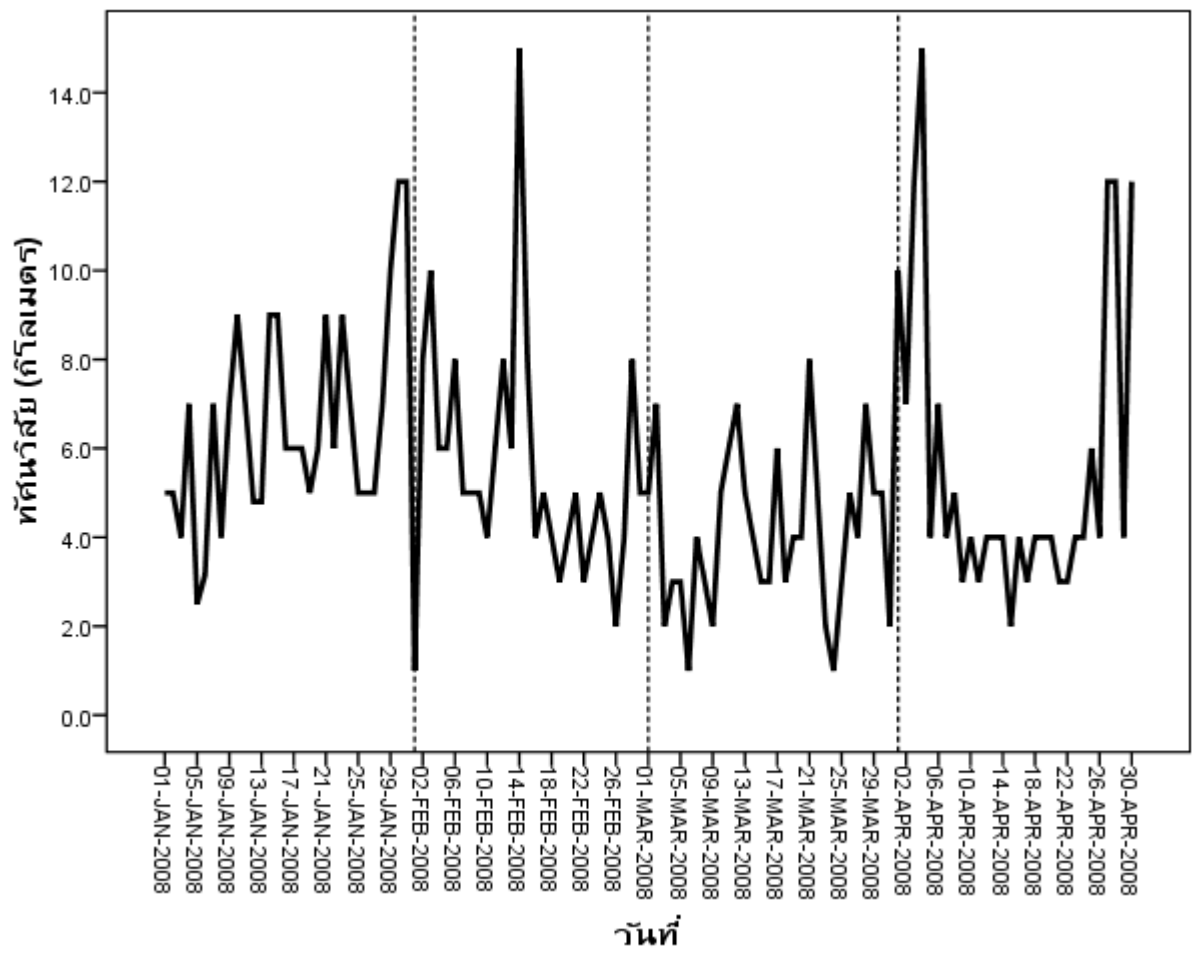
รูปที่ 14 แสดง Sequence plot ของค่าอุณหภูมิรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



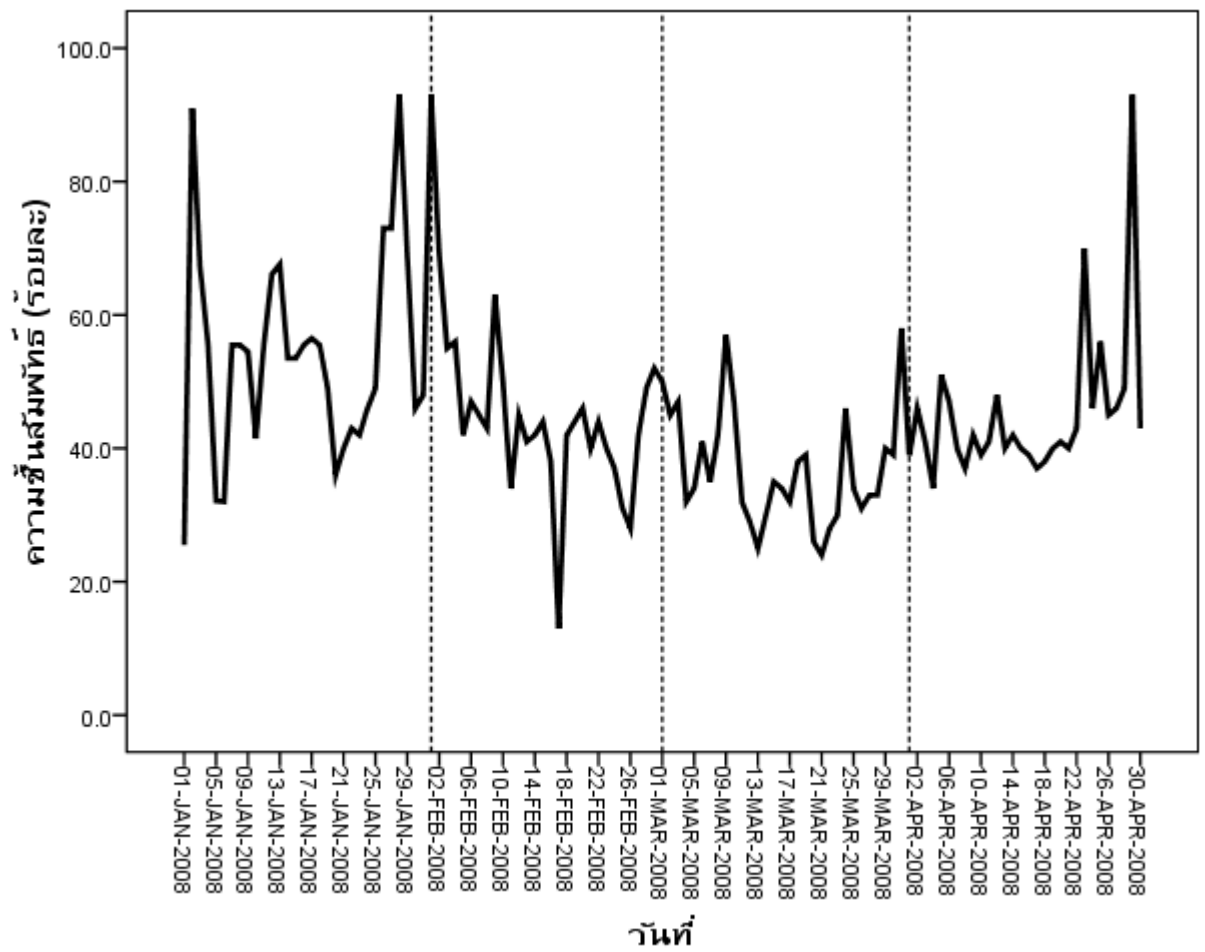
รูปที่ 15 แสดง Sequence plot ของค่าความเร็วลมรายวัน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



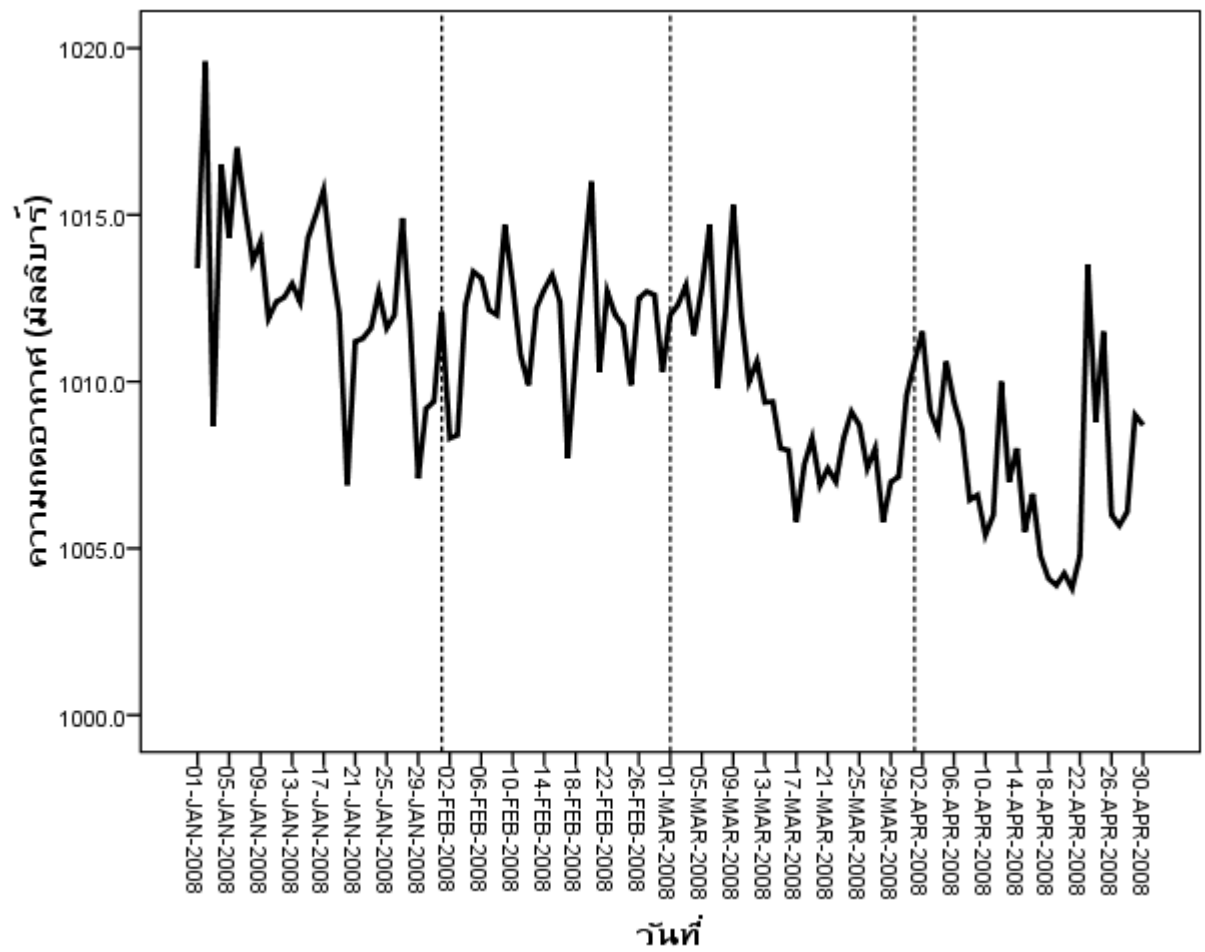
รูปที่ 16 แสดง Sequence plot ของค่าทัศนวิสัยรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



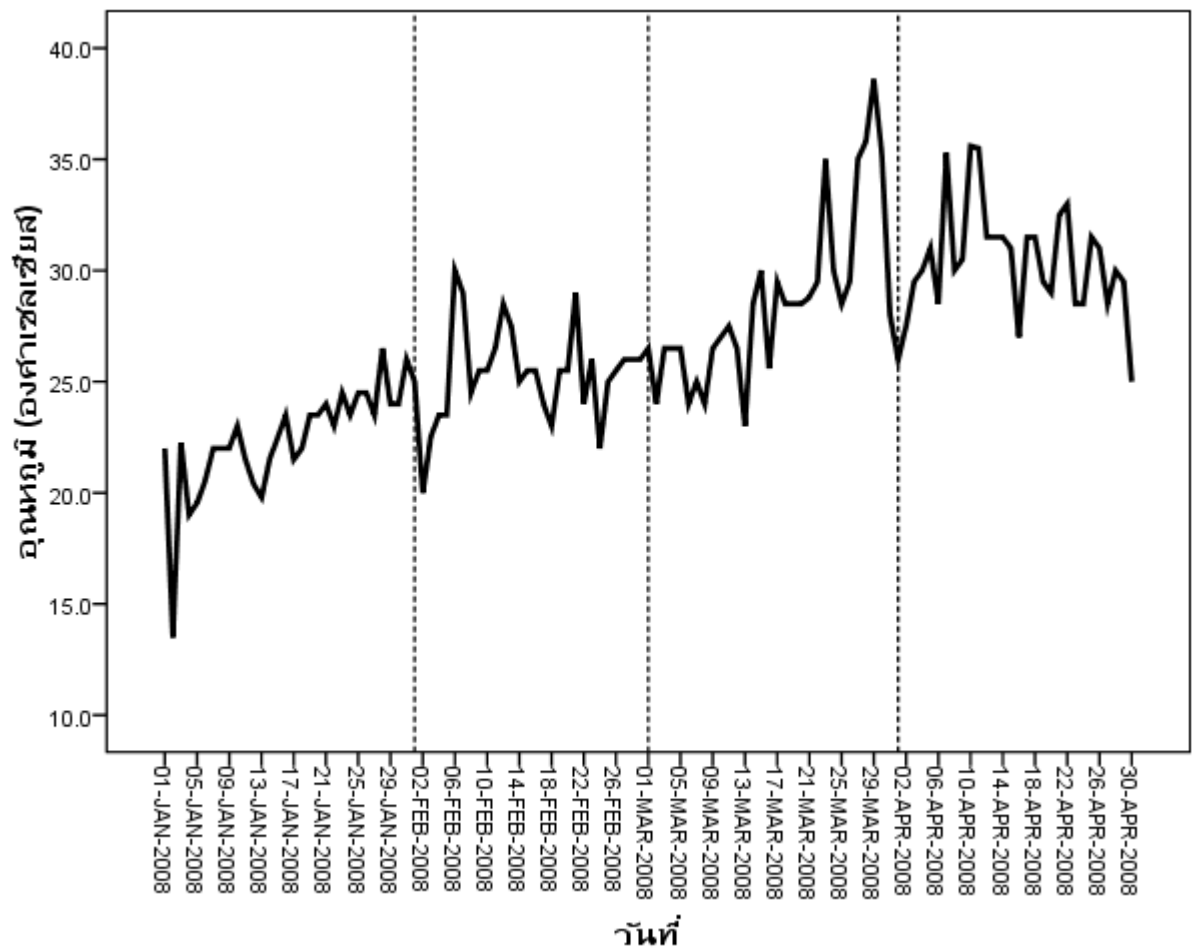
รูปที่ 17 แสดง Sequence plot ของค่าความชื้นสัมพัทธ์รายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



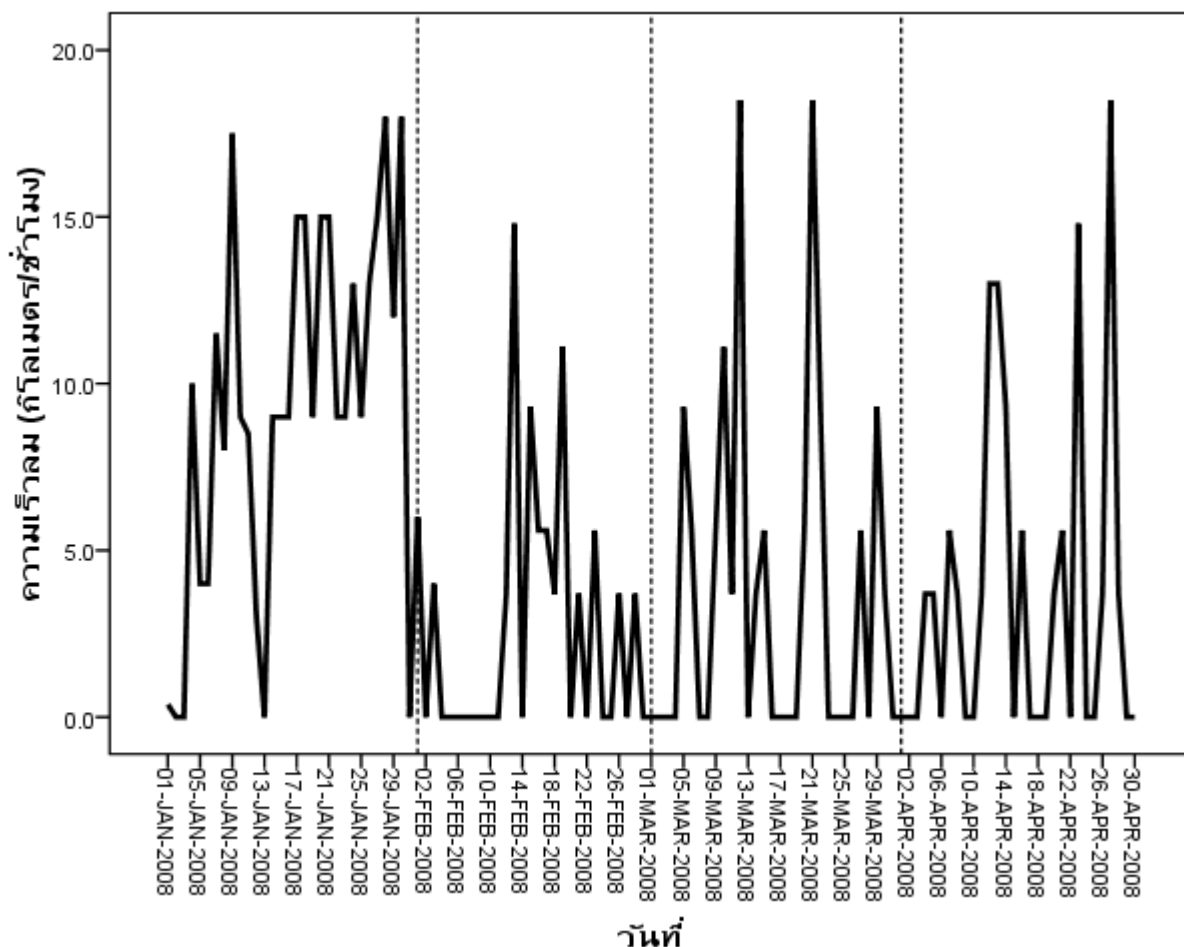
รูปที่ 18 แสดง Sequence plot ของค่าความกดอากาศรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



รูปที่ 19 แสดง Sequence plot ของค่าอุณหภูมิรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



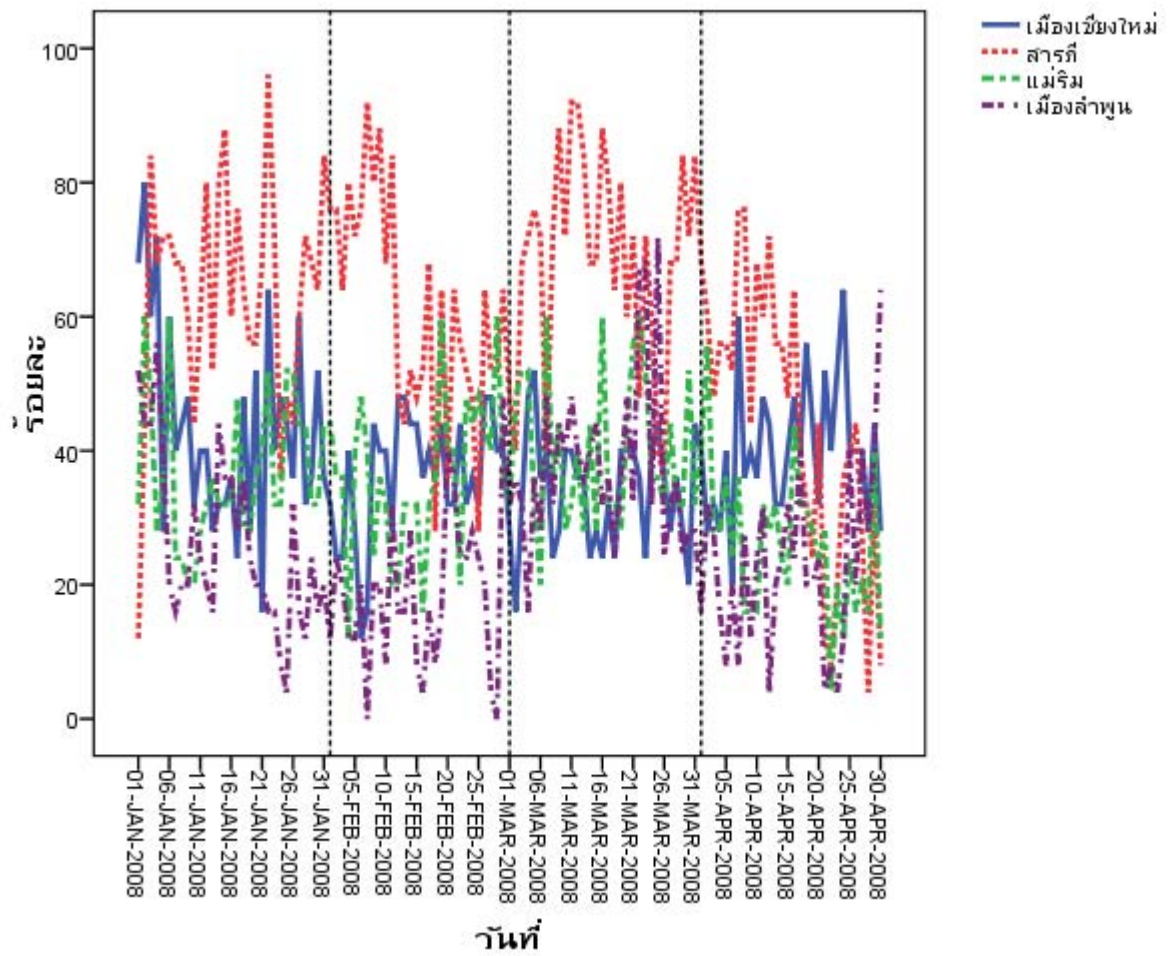
รูปที่ 20 แสดง Sequence plot ของค่าความเร็วลมรายวัน จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



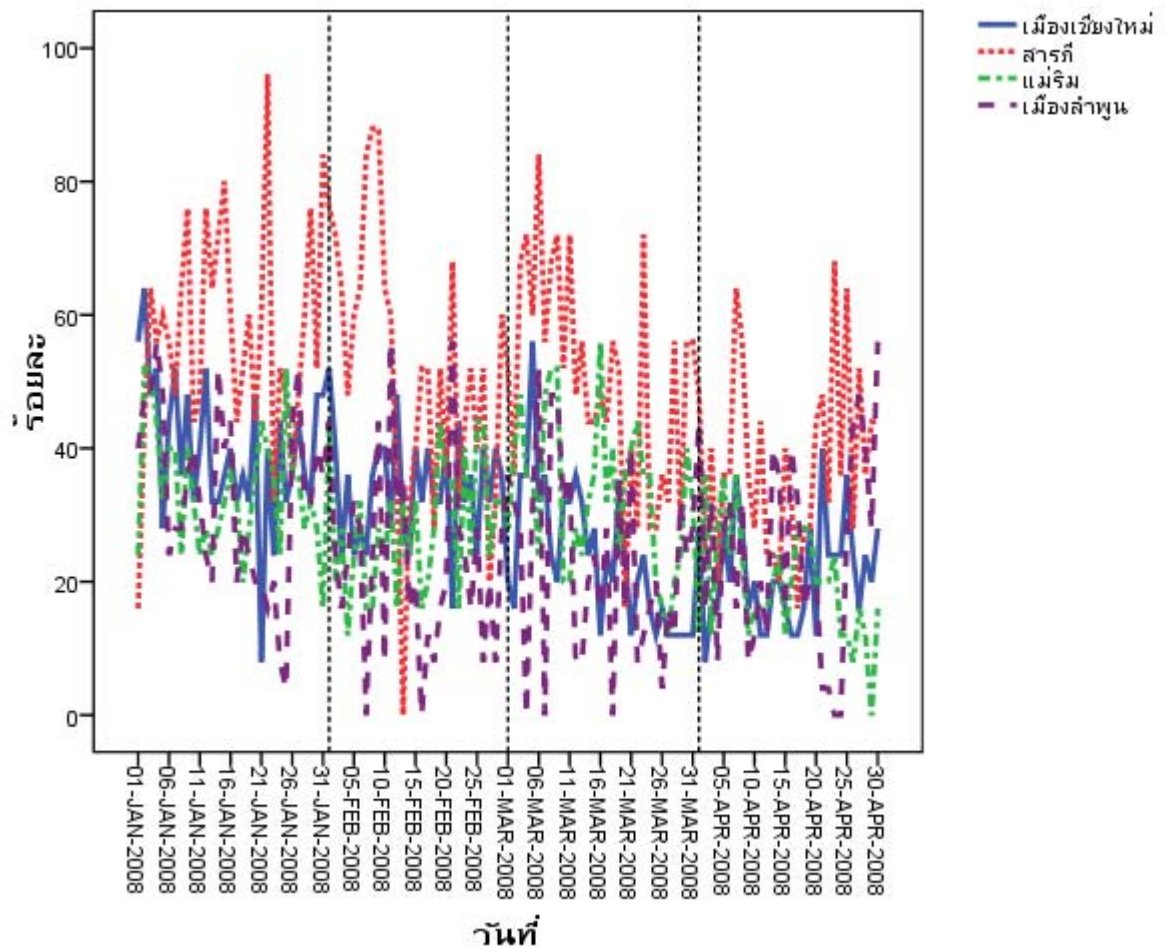
4. ข้อมูลอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน

ร้อยละของอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน จำนวน 19 อาการ ได้แก่ คัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก เลือดกำเดาไหล แสบคอ เสียงแหบ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด เหนื่อยง่าย เหน็บววม และชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว คันตามร่างกาย มีผื่นแดงตามร่างกาย แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล และมองภาพไม่ชัด พบเปรียบเทียบในพื้นที่ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแม่ริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน (ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน) แสดงด้วยกราฟ sequence plot ในรูปที่ 21 ถึงรูปที่ 39 ตามลำดับ

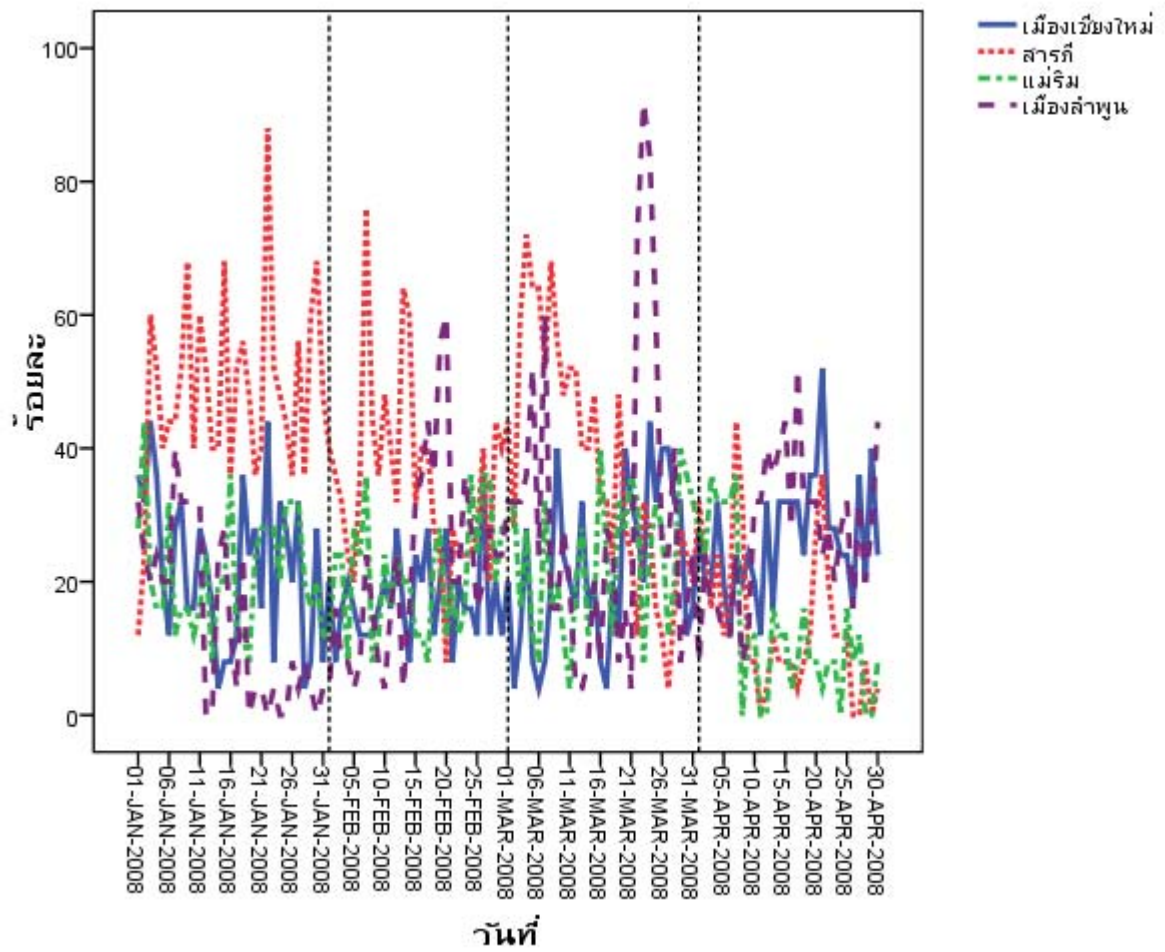
รูปที่ 21 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการคัดจมูก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



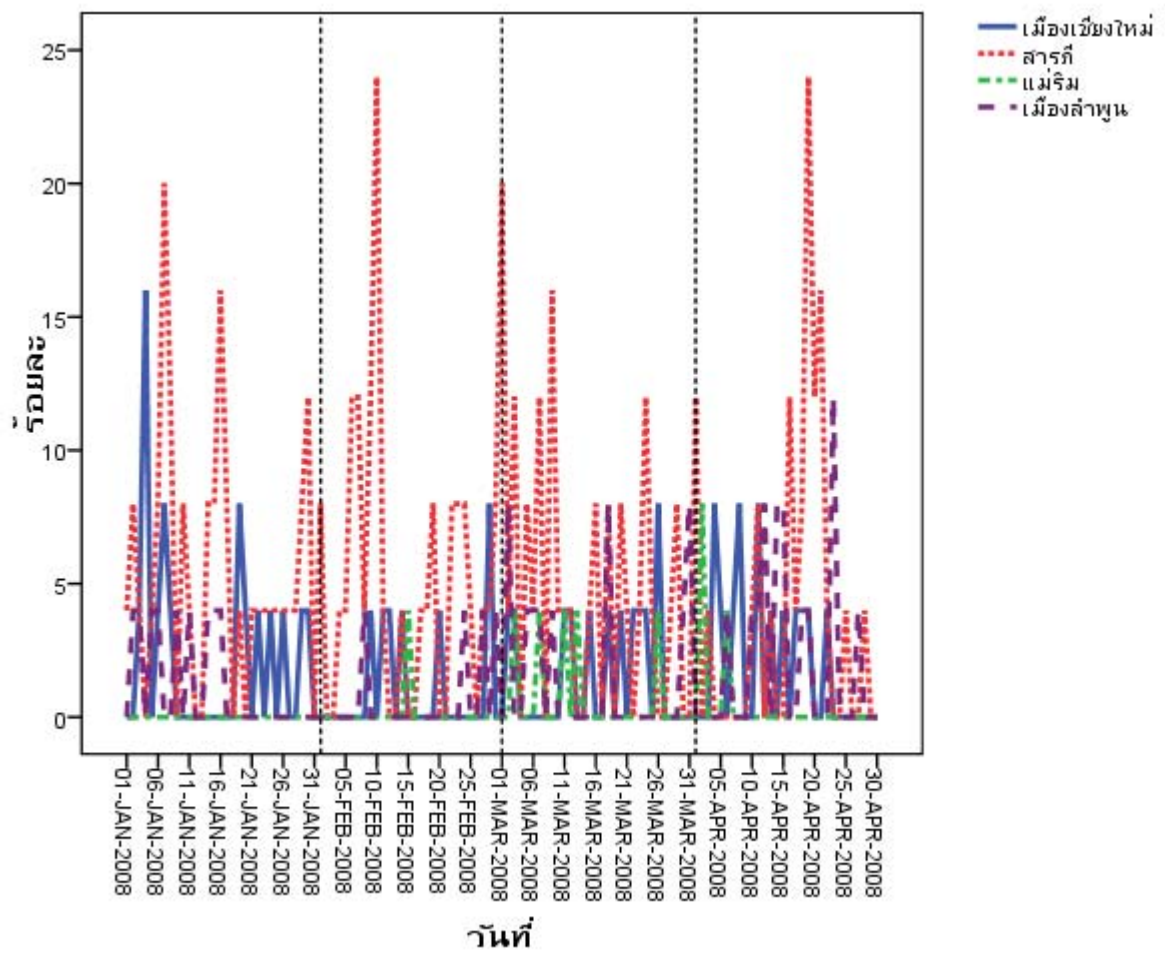
รูปที่ 22 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการมีน้ำมูก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



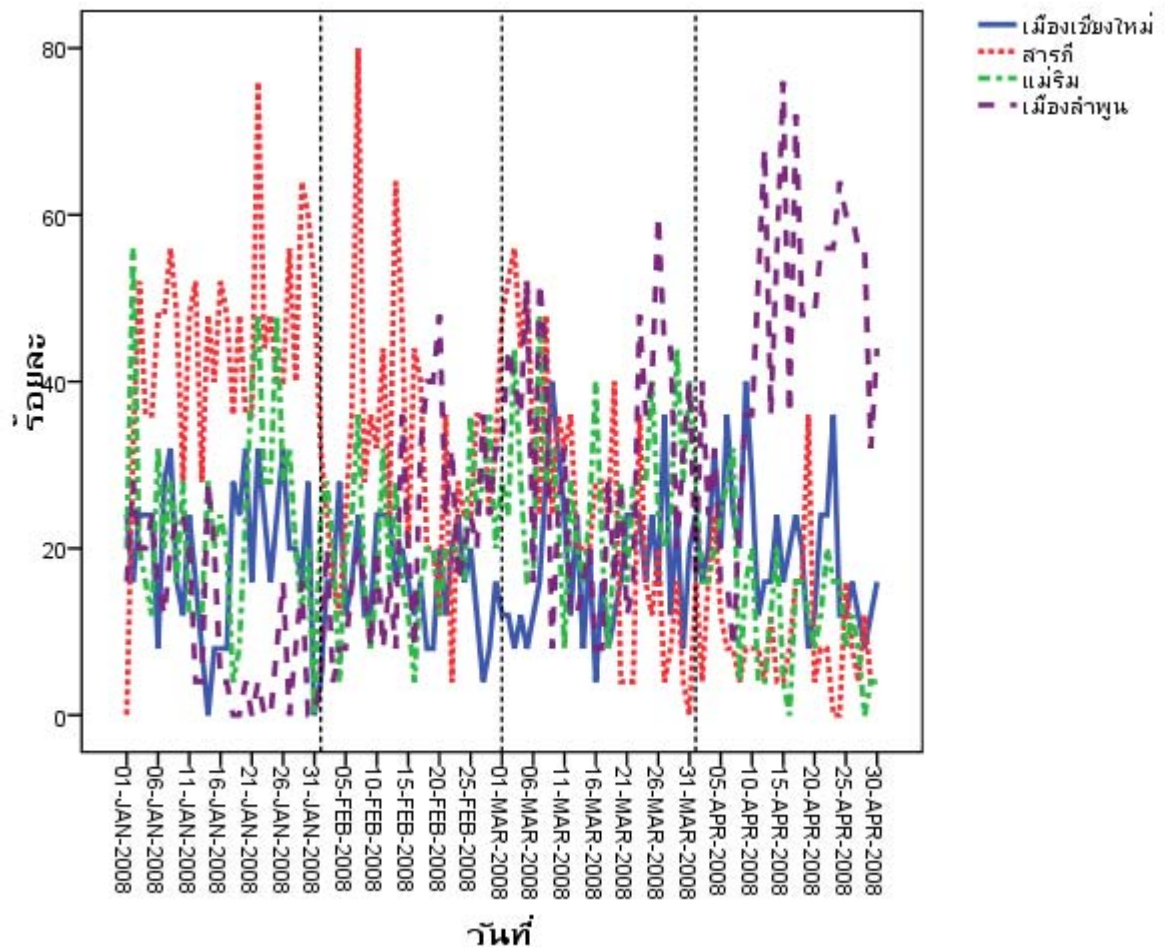
รูปที่ 23 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการแสบจุมก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



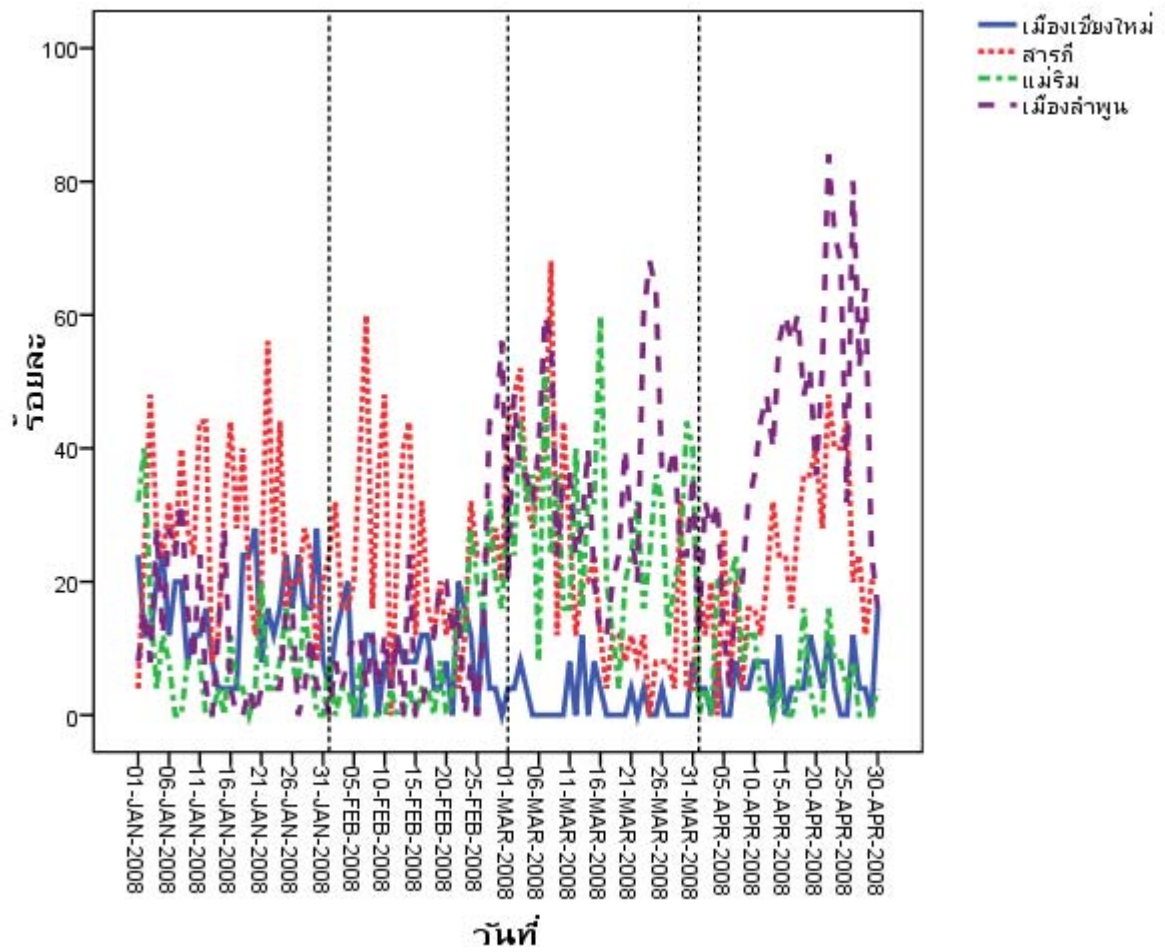
รูปที่ 24 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเลือดกำเดาไหล เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



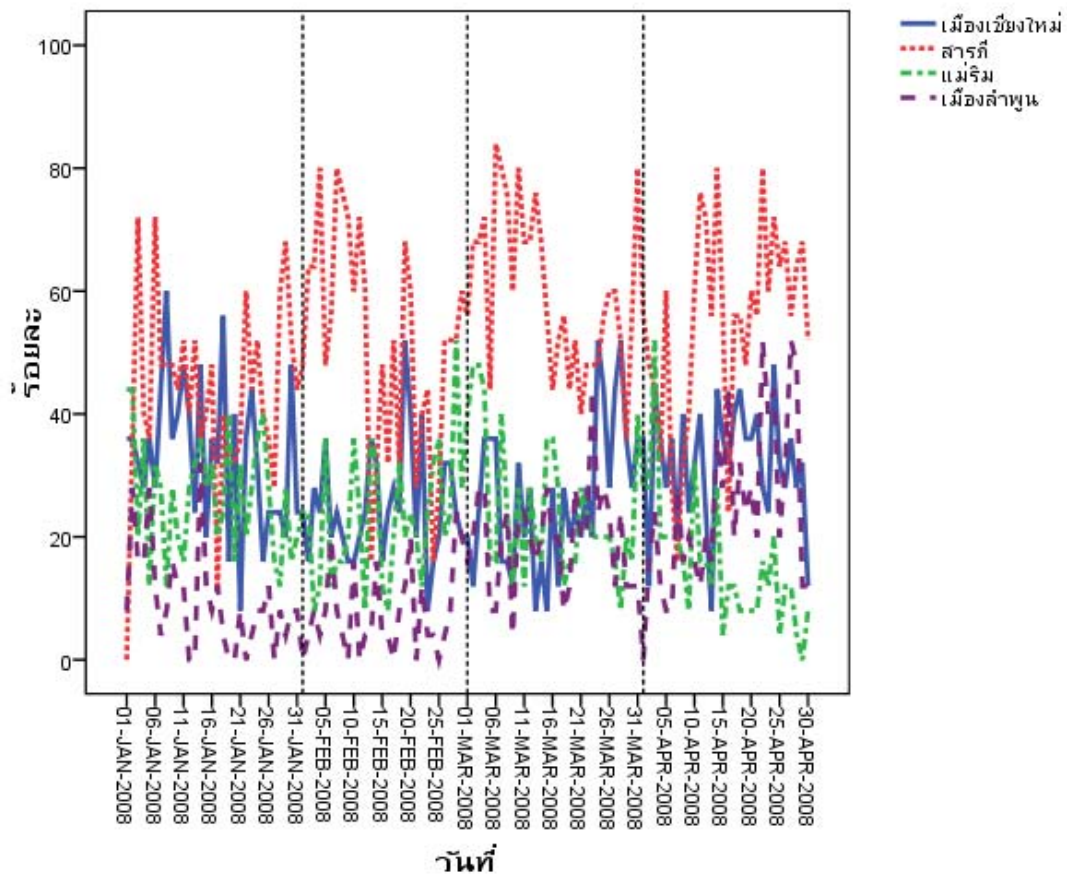
รูปที่ 25 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการแสบคอ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



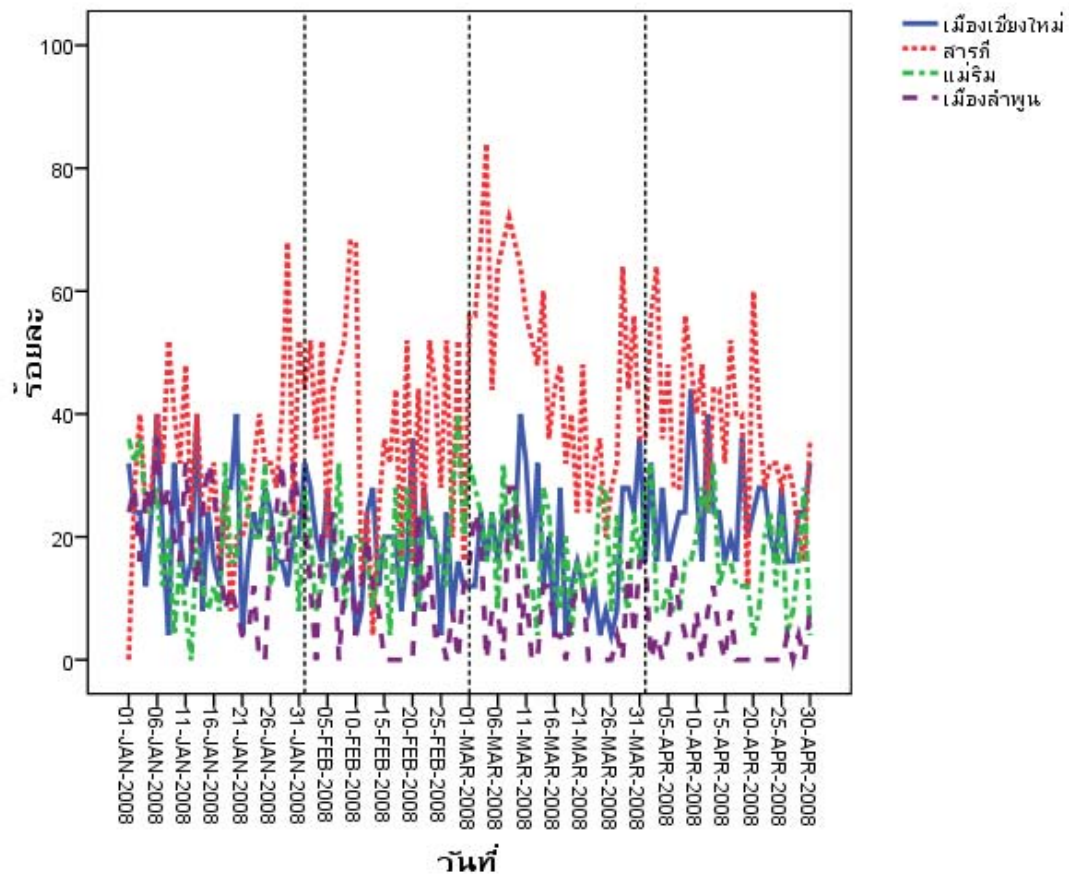
รูปที่ 26 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเสียงแหบ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



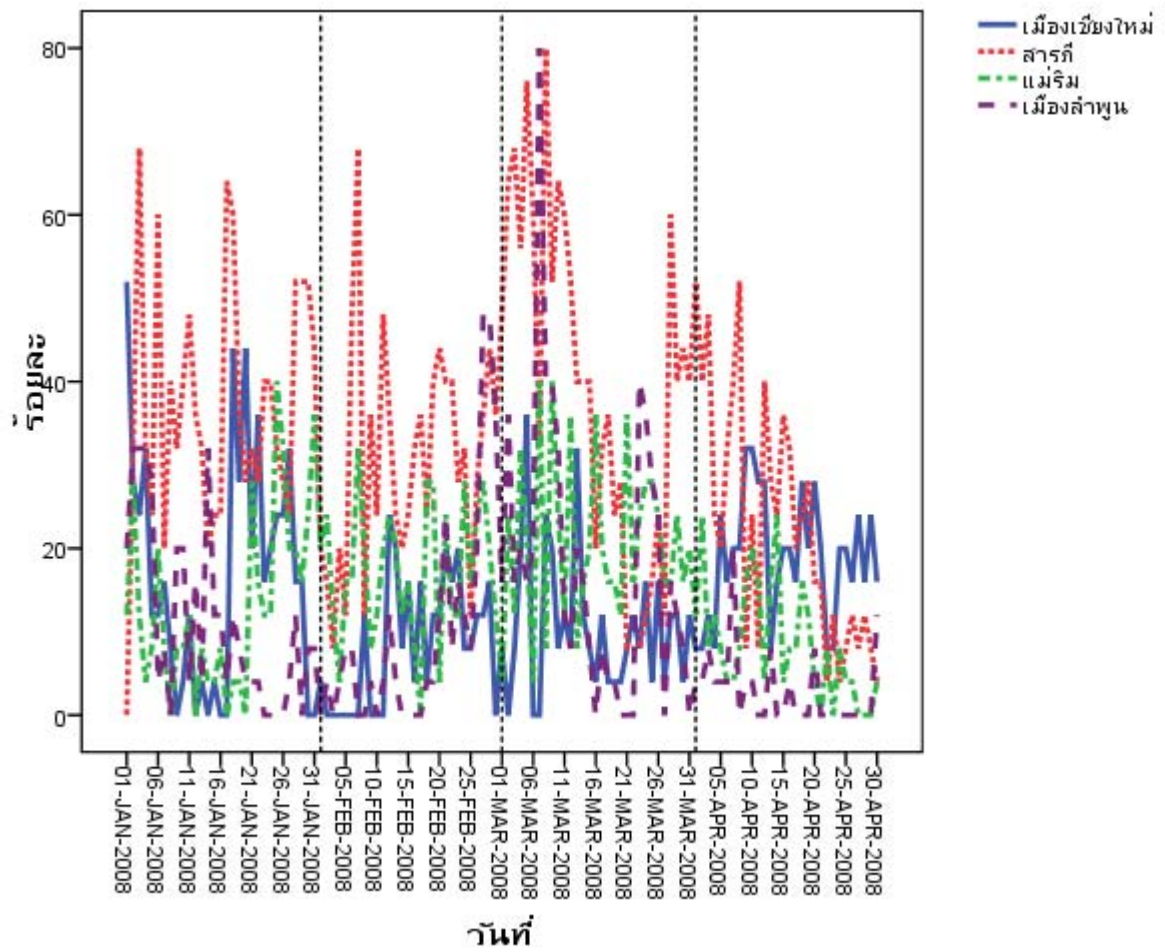
รูปที่ 27 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการไอแห้งๆ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



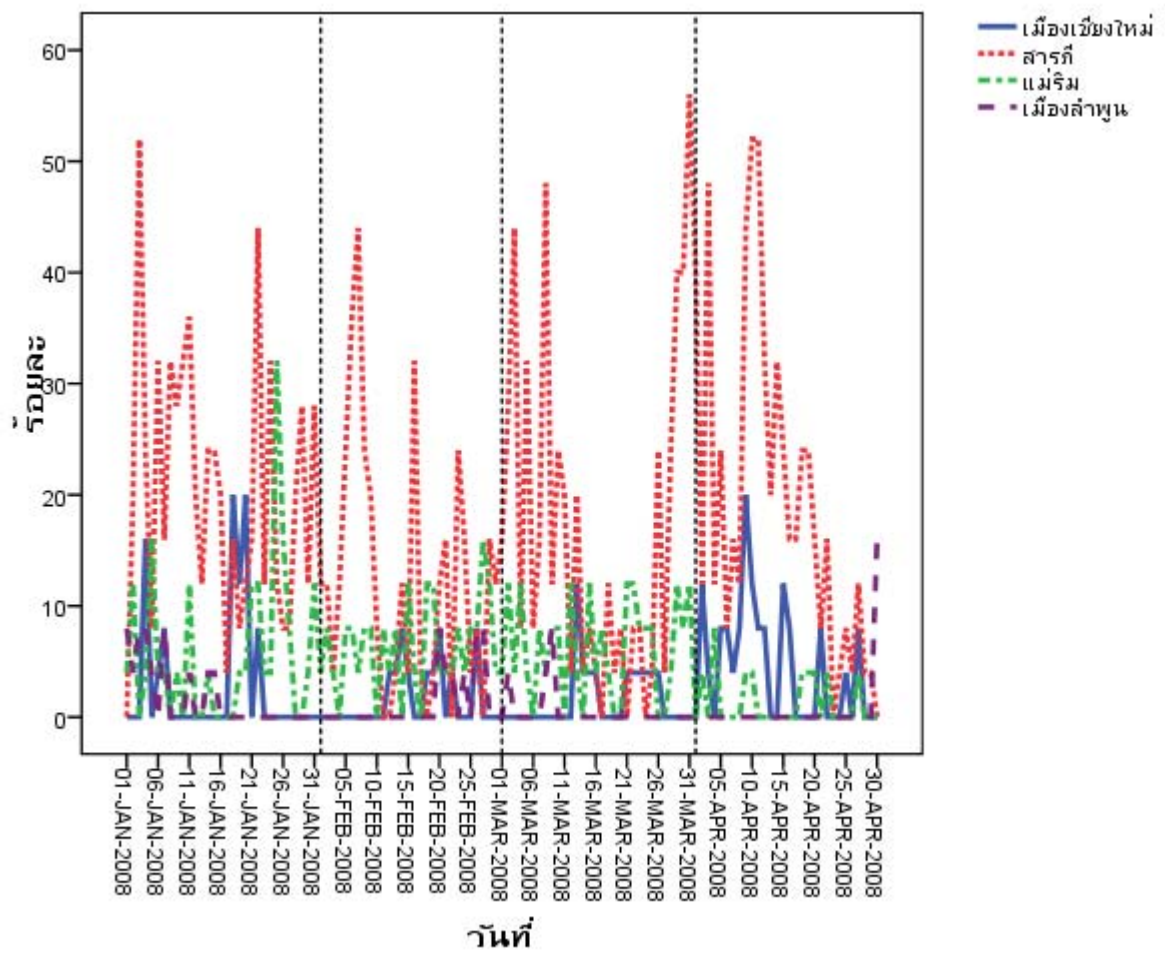
รูปที่ 28 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการไอมีเสมหะ เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



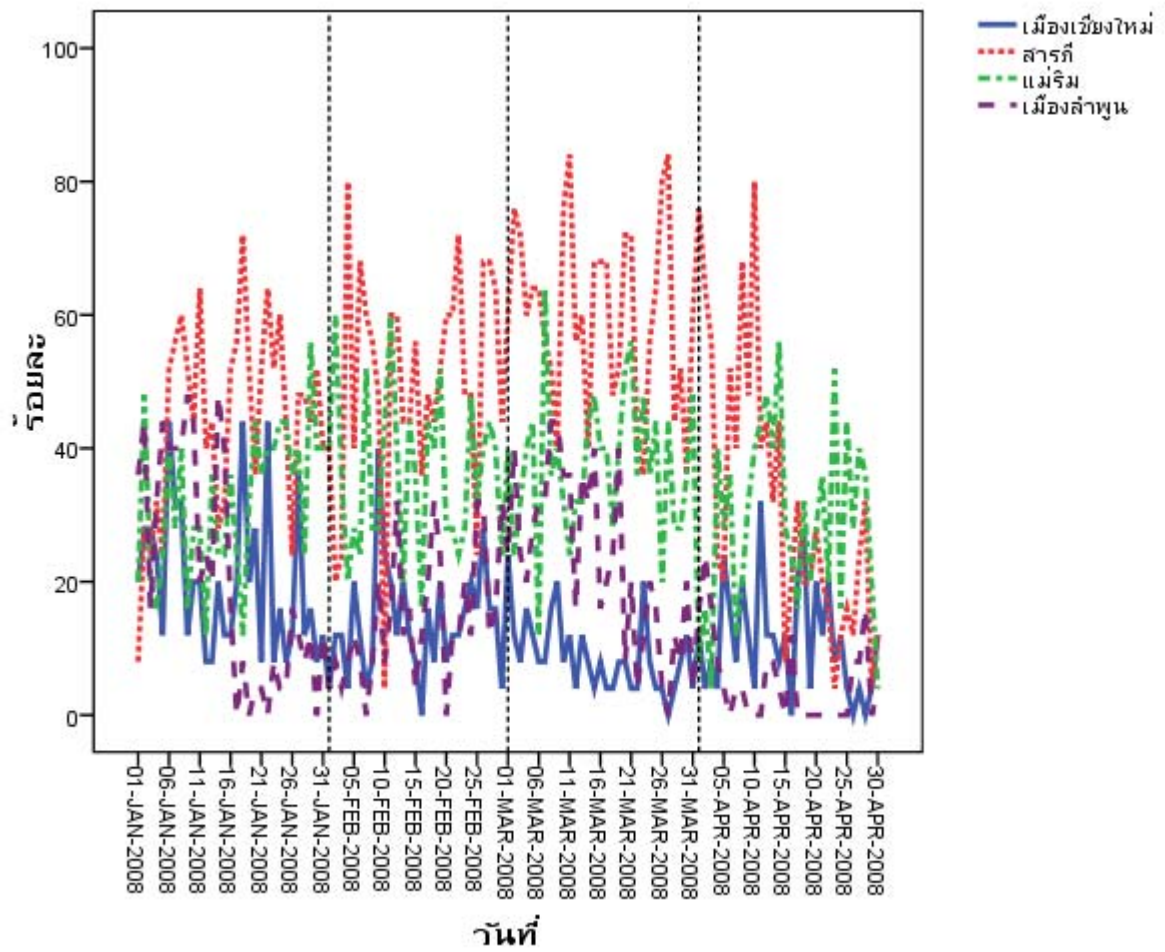
รูปที่ 29 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการหายใจลำบาก เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



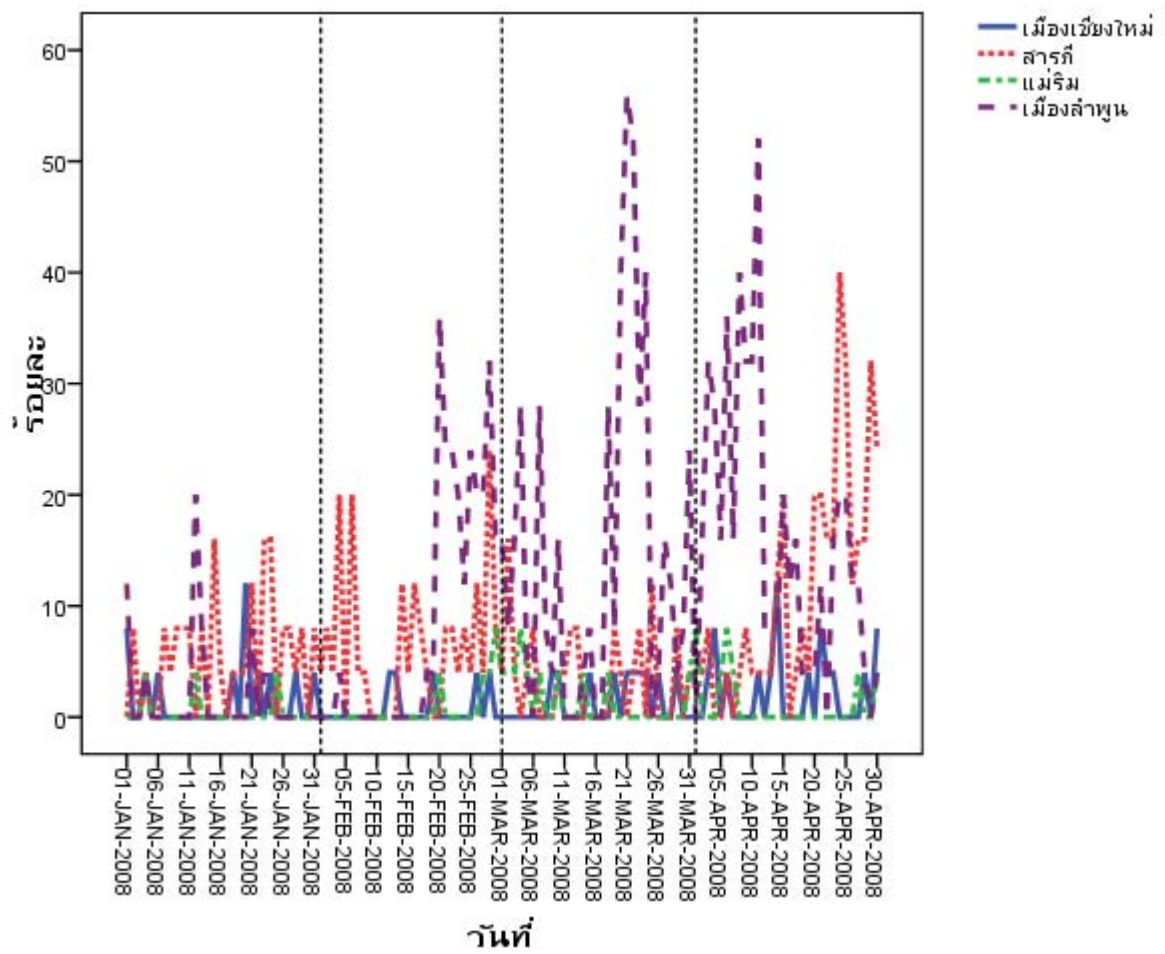
รูปที่ 30 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการหายใจมีเสียงหวีด เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



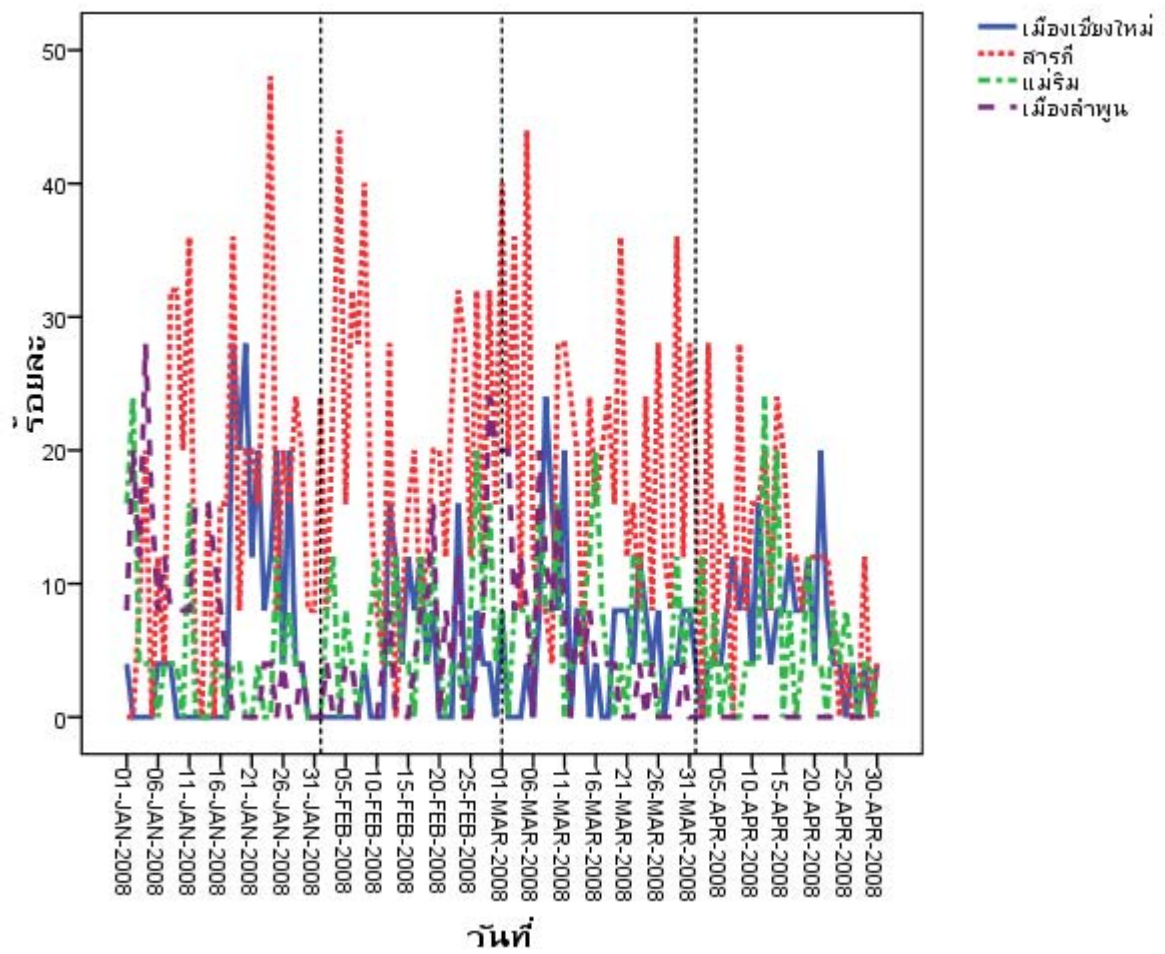
รูปที่ 31 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเหนื่อยง่าย เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



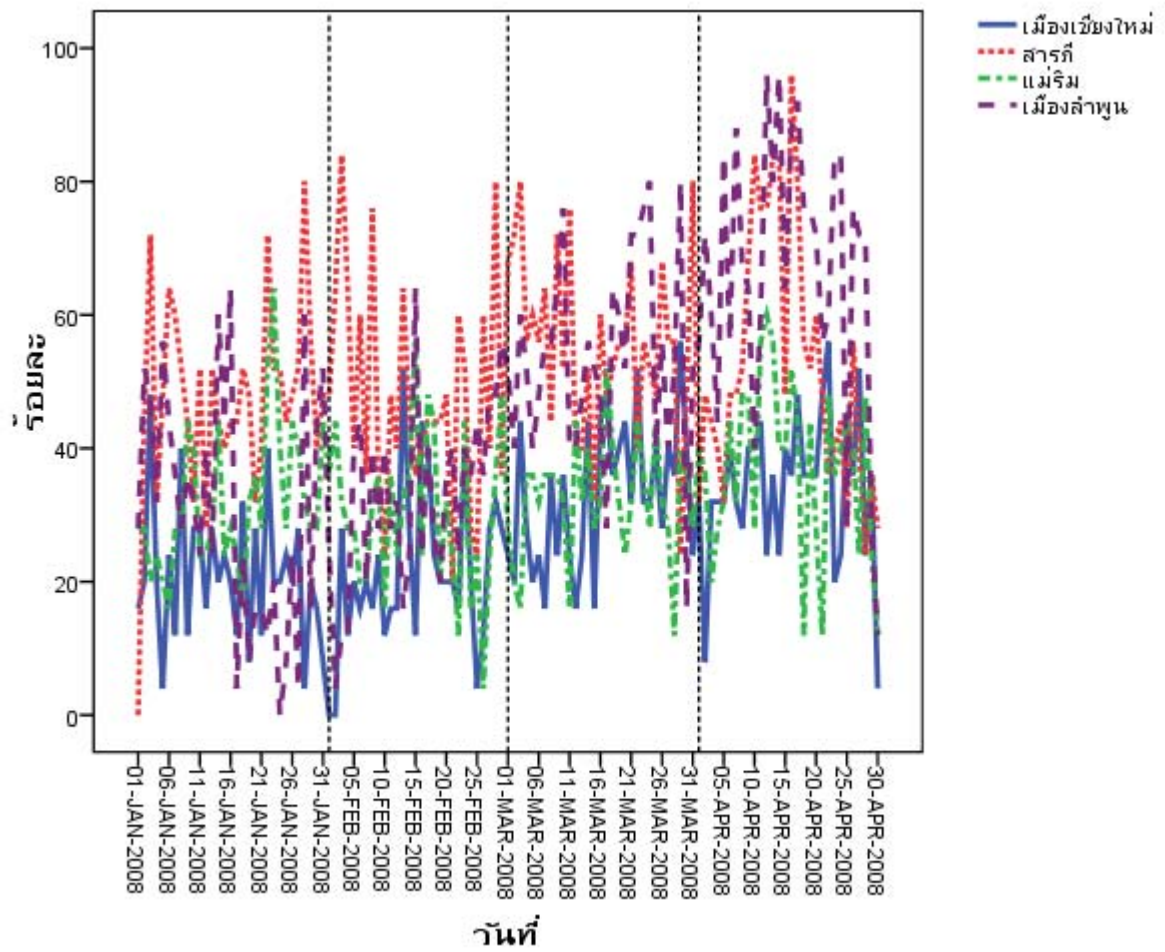
รูปที่ 32 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการเท่านั้น เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



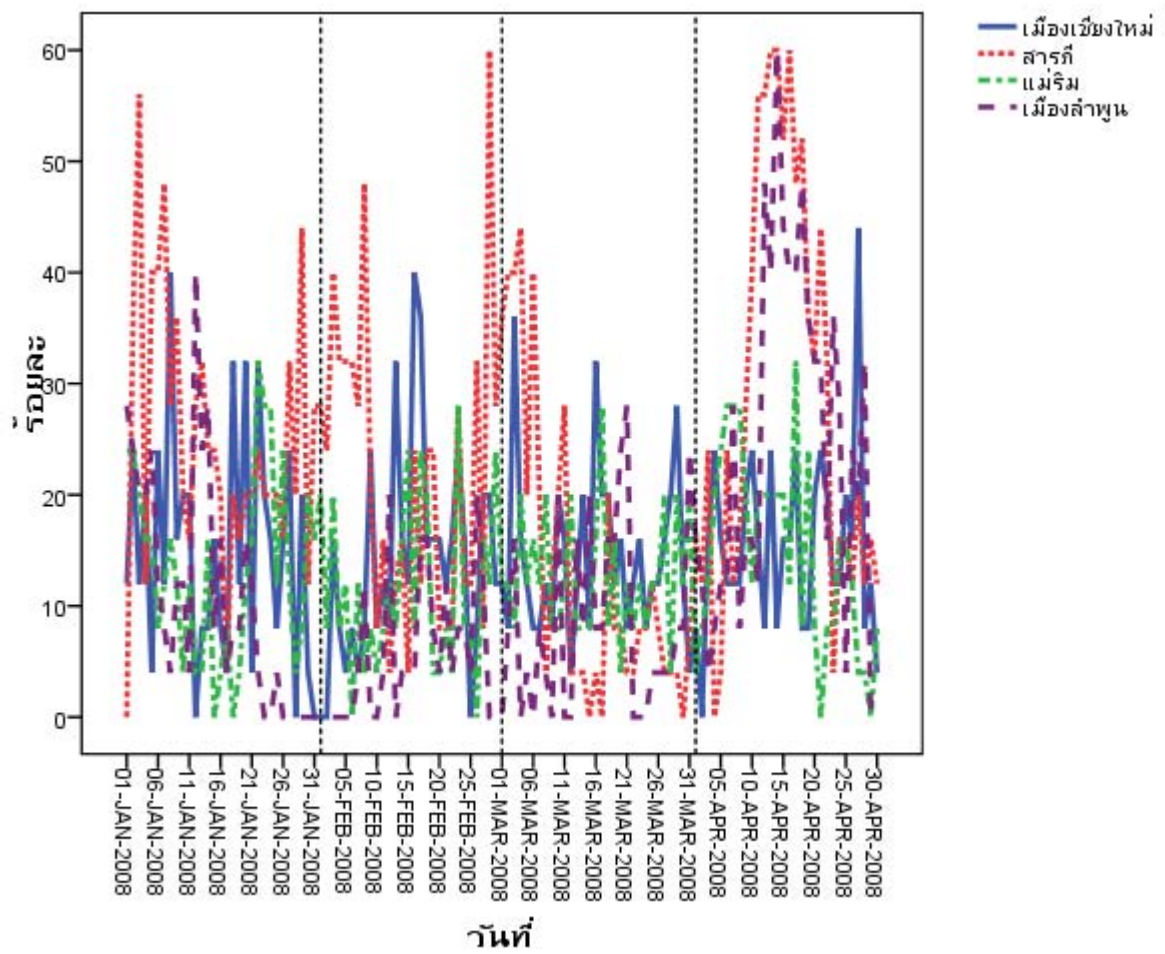
รูปที่ 33 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการไข้หวัด (หัวใจ) เต็มเร็ว เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



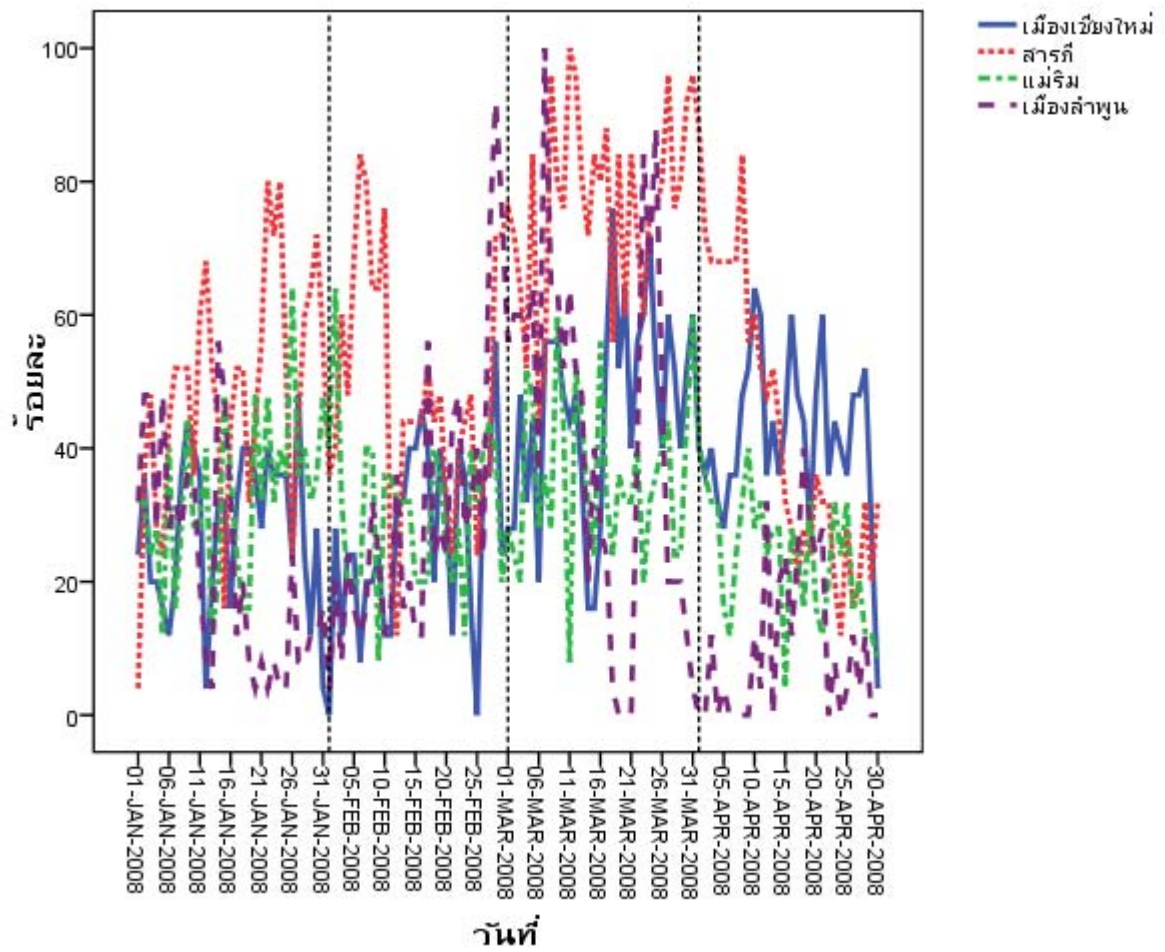
รูปที่ 34 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการคันตามร่างกาย เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



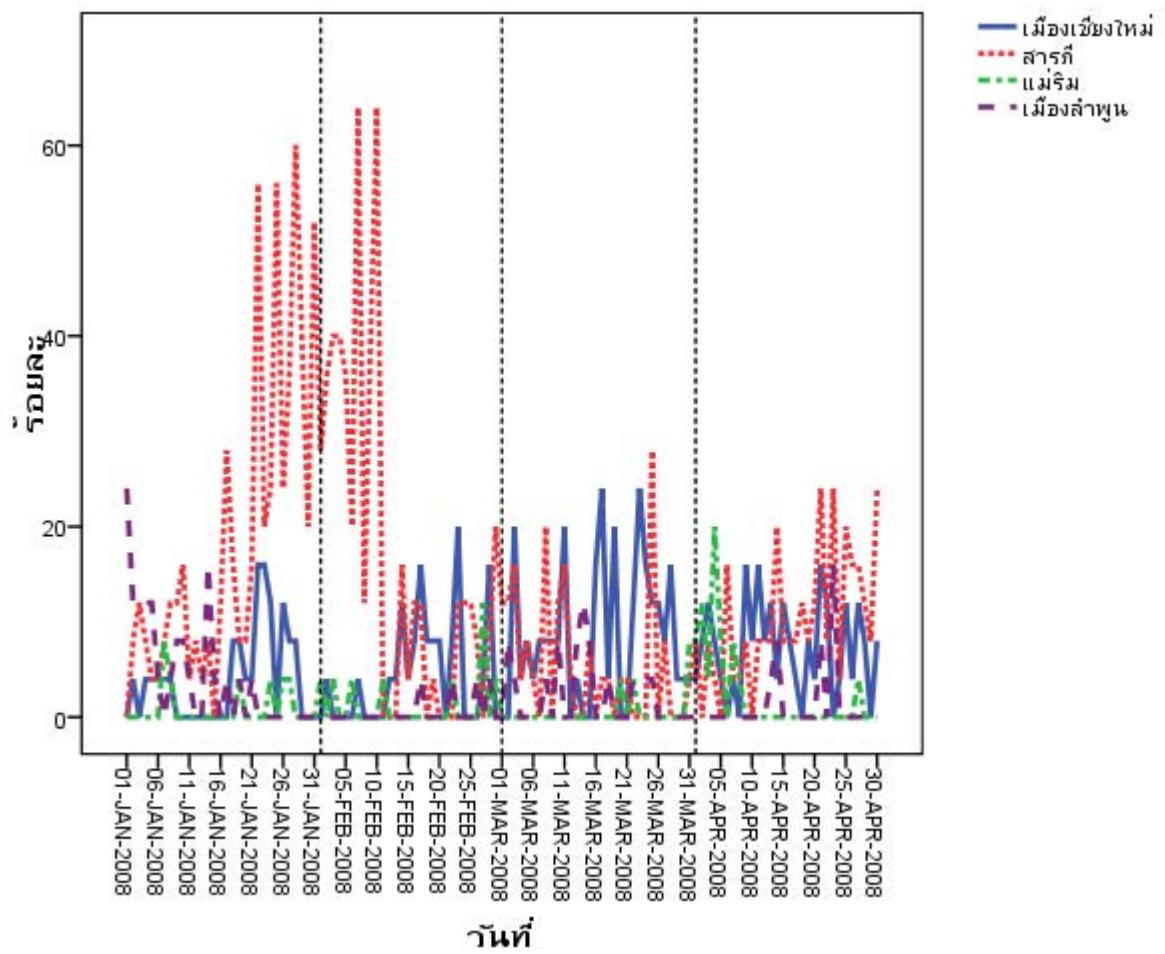
รูปที่ 35 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551



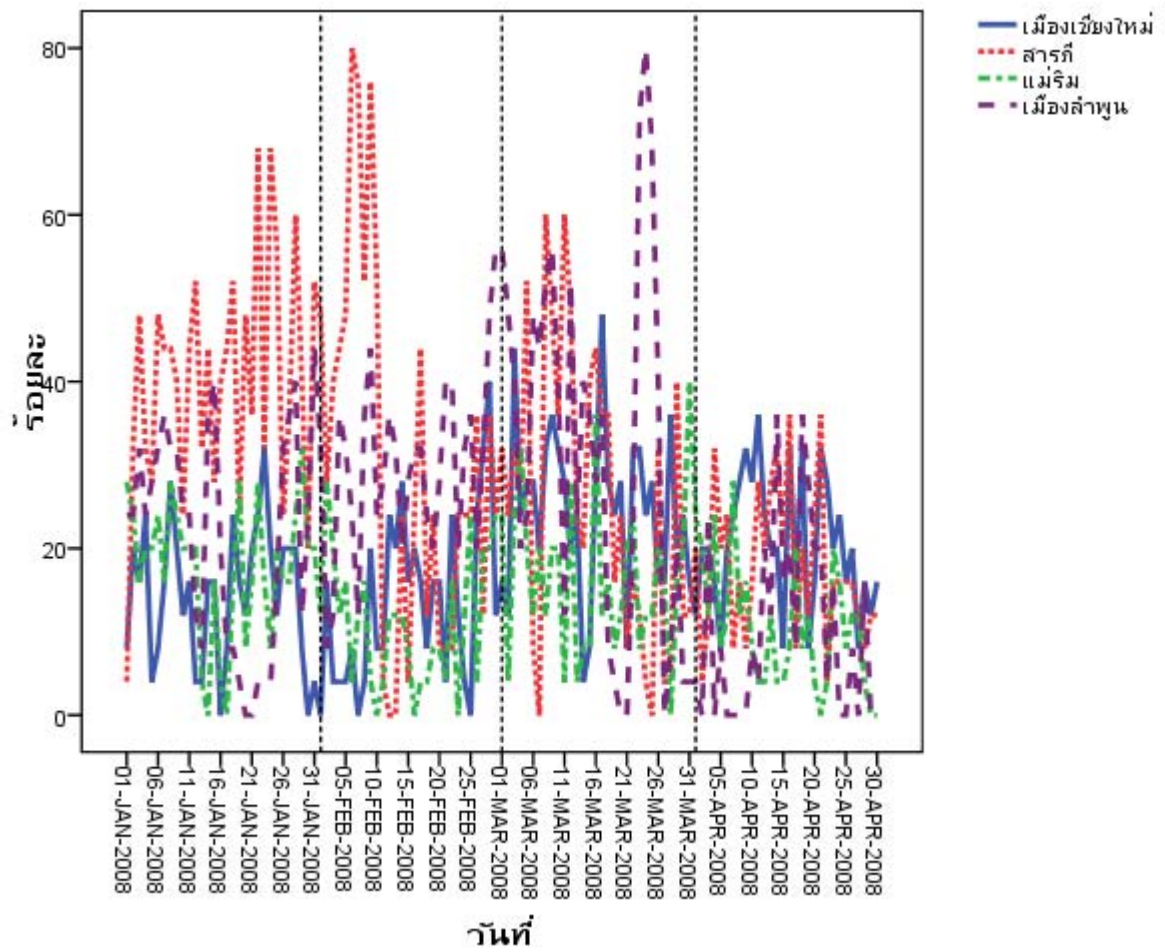
รูปที่ 36 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการแสบหรือคันตา เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



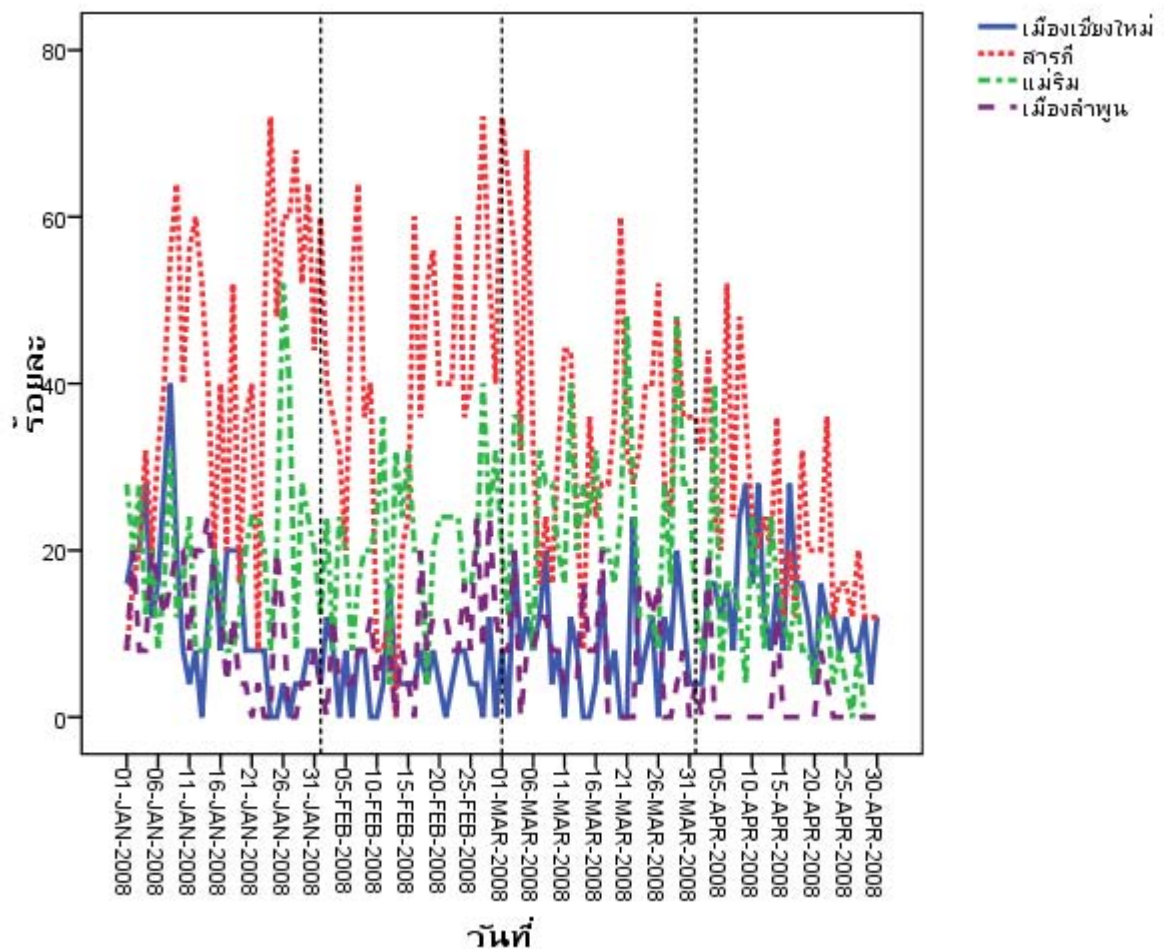
รูปที่ 37 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการตาแดง เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



รูปที่ 38 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการน้ำตาไหล เปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



รูปที่ 39 แสดง Sequence plot ของร้อยละของผู้มีอาการมองภาพไม่ชัดเปรียบเทียบ 4 อำเภอ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551



5. การหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน

ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างระดับฝุ่น PM_{10} และระดับก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และโอโซน (O_3) ของกรมควบคุมมลพิษ ที่สถานีตรวจคุณภาพอากาศโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย และศูนย์ราชการ จังหวัด เชียงใหม่ แสดงในตารางที่ 11 และตารางที่ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน ที่สถานีตรวจวัดโรงเรียน
ยุพราชวิทยาลัย ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

สารมลพิษ		ระดับ SO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	ระดับ NO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	ระดับ CO เฉลี่ย รายวัน (ppm)	ระดับ O ₃ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	ระดับ PM ₁₀ เฉลี่ย รายวัน (µg/m ³)
ระดับ SO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	Pearson Correlation	1	0.605(*)	0.383(*)	0.192(*)	0.486(*)
	<i>p</i> -value	–	0.000	0.000	0.037	0.000
ระดับ NO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	Pearson Correlation	0.605(*)	1	0.438(*)	0.399(*)	0.629(*)
	<i>p</i> -value	0.000	–	0.000	0.000	0.000
ระดับ CO เฉลี่ย รายวัน (ppm)	Pearson Correlation	0.383(*)	0.438(*)	1	0.236(*)	0.347(*)
	<i>p</i> -value	0.000	0.000	–	0.010	0.000
ระดับ O ₃ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	Pearson Correlation	0.192(*)	0.399(*)	0.236(*)	1	0.617(*)
	<i>p</i> -value	0.037	0.000	0.010	–	0.000
ระดับ PM ₁₀ เฉลี่ย รายวัน (µg/m ³)	Pearson Correlation	0.486(*)	0.629(*)	0.347(*)	0.617(*)	1
	<i>p</i> -value	0.000	0.000	0.000	0.000	–

*มีนัยสำคัญที่ $p\text{-value} < 0.05$

ตารางที่ 12 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นและก๊าซพิษเฉลี่ยรายวัน ที่สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

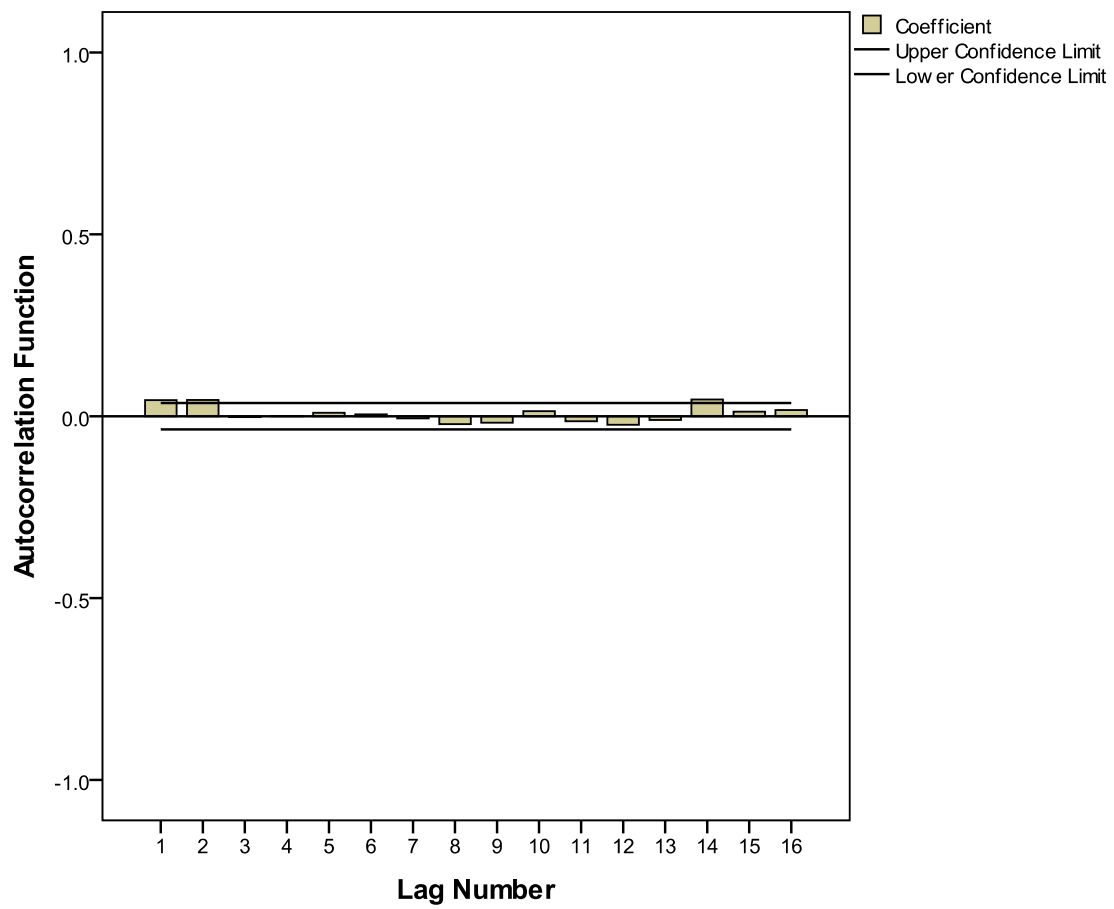
สารมลพิษ		ระดับ SO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	ระดับ NO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	ระดับ CO เฉลี่ย รายวัน (ppm)	ระดับ O ₃ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	ระดับ PM ₁₀ เฉลี่ย รายวัน (µg/m ³)
ระดับ SO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	Pearson Correlation	1	0.169	-0.010	0.304(*)	0.390(*)
	<i>p</i> -value	–	0.064	0.910	0.001	0.000
ระดับ NO ₂ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	Pearson Correlation	0.169	1	0.160	0.131	0.575(*)
	<i>p</i> -value	0.064	–	0.080	0.154	0.000
ระดับ CO เฉลี่ย รายวัน (ppm)	Pearson Correlation	-0.010	0.160	1	0.082	0.355(*)
	<i>p</i> -value	0.910	0.080	–	0.373	0.000
ระดับ O ₃ เฉลี่ย รายวัน (ppb)	Pearson Correlation	0.304(*)	0.131	0.082	1	0.525(*)
	<i>p</i> -value	0.001	0.154	0.373	–	0.000
ระดับ PM ₁₀ เฉลี่ย รายวัน (µg/m ³)	Pearson Correlation	0.390(*)	0.575(*)	0.355(*)	0.525(*)	1
	<i>p</i> -value	0.000	0.000	0.000	0.000	–

*มีนัยสำคัญที่ $p\text{-value} < 0.05$

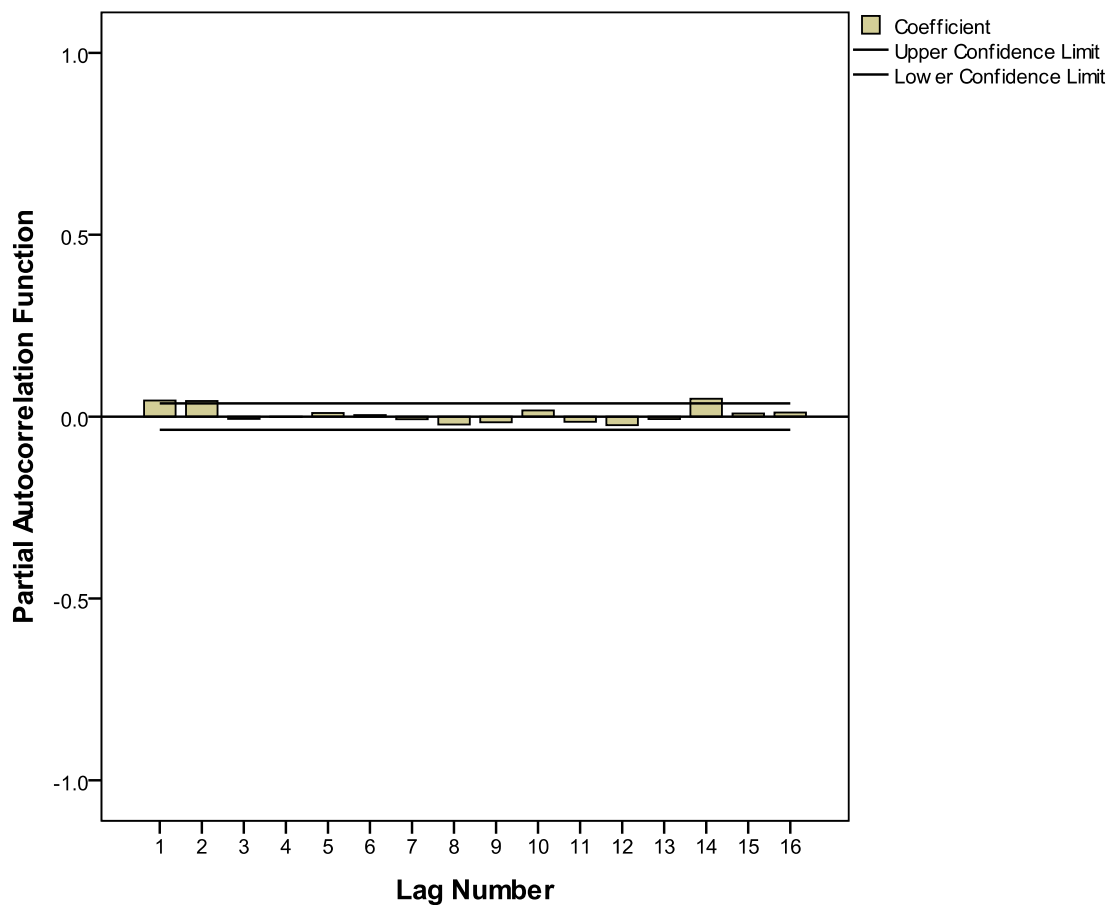
6. การวิเคราะห์ correlational structure ของตัวแปรตาม (อาการต่างๆ)

การวิเคราะห์ correlational structure ของตัวแปรตาม (อาการต่างๆ) ทำได้โดยพิจารณาจากการทำ autocorrelation function plot และ partial autocorrelation function plot ตัวอย่างผลการวิเคราะห์โดยเลือกอาการคัดจมูกในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ แสดงในรูปที่ 40 และรูปที่ 41 จากกราฟแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ภายในของตัวแปรตามเป็นแบบ independent (ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

รูปที่ 40 แสดง autocorrelation function plot ของการคัดจมูกในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่



รูปที่ 41 แสดง partial autocorrelation function plot ของอาการคัดจมูกในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่



7. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษเดียวกับอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน ในแต่ละอำเภอ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง การมี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษรายวันแต่ละอาการ กับระดับสารมลพิษเดี่ยวต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็ก PM_{10} , SO_2 , NO_2 , CO , และ O_3 , ที่ lag period ต่างๆ กันตั้งแต่ lag 0 ถึง lag 6 ด้วยสถิติ GEE (binary logistic regression) แยกตามพื้นที่ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน (ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน) แสดงด้วยค่า p -value ในตารางที่ 13 ถึงตารางที่ 16 ตามลำดับ

ตารางที่ 13 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของสารมลพิษเดี่ยว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀
คัดจมูก	Lag 0	0.202	0.378	0.641	0.733	0.953
	Lag 1	0.553	0.375	0.400	0.623	0.574*
	Lag 2	0.176	0.363	0.537	0.138	0.727
	Lag 3	0.101	0.248*	0.440	0.148	0.893
	Lag 4	0.082*	0.668	0.601	0.245	0.862
	Lag 5	0.214	0.846	0.147*	0.079*	0.624
	Lag 6	0.087	0.469	0.672	0.145	0.740
มีน้ำมูก	Lag 0	0.000*	0.023	0.003	0.000	0.020
	Lag 1	0.000	0.008	0.000*	0.000*	0.095
	Lag 2	0.001	0.008*	0.002	0.005	0.006
	Lag 3	0.001	0.015	0.000	0.004	0.004*
	Lag 4	0.003	0.102	0.002	0.057	0.020
	Lag 5	0.006	0.712	0.000	0.001	0.005
	Lag 6	0.007	0.119	0.002	0.001	0.088
แสบจมูก	Lag 0	0.000*	0.184	0.001*	0.183	0.125
	Lag 1	0.047	0.834	0.180	0.300	0.005
	Lag 2	0.058	0.592	0.011	0.003	0.001*
	Lag 3	0.129	0.031*	0.118	0.001*	0.001
	Lag 4	0.258	0.587	0.038	0.003	0.008
	Lag 5	0.021	0.340	0.185	0.010	0.012
	Lag 6	0.080	0.217	0.066	0.033	0.388
เลือดกำเดาไหล	Lag 0	0.491	0.079*	0.504	0.106*	0.148*
	Lag 1	0.333*	0.934	0.852	0.463	0.971
	Lag 2	0.355	0.433	0.355*	0.337	0.515
	Lag 3	0.685	0.269	0.920	0.715	0.894
	Lag 4	0.927	0.898	0.426	0.423	0.760
	Lag 5	0.373	0.731	0.751	0.689	0.992
	Lag 6	0.734	0.591	0.709	0.602	0.558
แสบคอ	Lag 0	0.064	0.421	0.235	0.742	0.726
	Lag 1	0.639	0.190	0.131	0.010*	0.008*
	Lag 2	0.681	0.325	0.792	0.086	0.048
	Lag 3	0.984	0.176	0.648	0.158	0.152
	Lag 4	0.996	0.373	0.896	0.342	0.070
	Lag 5	0.343	0.073*	0.295	0.768	0.394
	Lag 6	0.049*	0.476	0.097*	0.628	0.150
เสียงแหบ	Lag 0	0.433	0.287	0.252	0.001	0.022
	Lag 1	0.165	0.411	0.000*	0.027	0.149
	Lag 2	0.689	0.712	0.125	0.001	0.015
	Lag 3	0.285	0.231	0.143	0.001	0.008
	Lag 4	0.097*	0.056	0.000	0.000	0.139
	Lag 5	0.535	0.043*	0.115	0.000	0.005*
	Lag 6	0.818	0.092	0.386	0.000*	0.005

ไอแห้งๆ	Lag 0	0.004	0.820	0.038	0.420	0.988
	Lag 1	0.005	0.405	0.124	0.038*	0.858
	Lag 2	0.009	0.940	0.136	0.965	0.704
	Lag 3	0.000*	0.656	0.006*	0.953	0.690
	Lag 4	0.055	0.998	0.209	0.280	0.083*
	Lag 5	0.009	0.325*	0.019	0.441	0.475
	Lag 6	0.056	0.683	0.240	0.316	0.612
ไอมีเสมหะ	Lag 0	0.000*	0.068	0.798	0.892	0.088
	Lag 1	0.008	0.338	0.075	0.808	0.583
	Lag 2	0.001	0.009*	1.000	0.533	0.067*
	Lag 3	0.005	0.229	0.257	0.645	0.273
	Lag 4	0.008	0.016	0.026	0.210*	0.472
	Lag 5	0.028	0.399	0.187	0.695	0.814
	Lag 6	0.004	0.082	0.010*	0.944	0.736
หายใจลำบาก	Lag 0	0.000	0.446	0.086	0.085	0.651
	Lag 1	0.003	0.784	0.939	0.174	0.409
	Lag 2	0.003	0.549	0.589	0.009*	0.152*
	Lag 3	0.000	0.665	0.818	0.025	0.823
	Lag 4	0.000*	0.142*	0.015*	0.379	0.240
	Lag 5	0.000	0.847	0.398	0.108	0.735
	Lag 6	0.000	0.721	0.025	0.248	0.204
หายใจมีเสียงหวีด	Lag 0	0.010	0.607	0.020*	0.010*	0.459
	Lag 1	0.002	0.617	0.154	0.606	0.551
	Lag 2	0.001	0.311	0.073	0.858	0.655
	Lag 3	0.001*	0.654	0.354	0.441	0.901
	Lag 4	0.008	0.240	0.382	0.462	0.069*
	Lag 5	0.001	0.005*	0.770	0.227	0.206
	Lag 6	0.004	0.468	0.842	0.853	0.321
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.667	0.002*	0.217	0.828	0.796
	Lag 1	0.716	0.032	0.009	0.560	0.527
	Lag 2	0.943	0.044	0.001*	0.312	0.602
	Lag 3	0.871	0.286	0.018	0.313	0.037
	Lag 4	0.540*	0.502	0.416	0.038	0.000*
	Lag 5	0.951	0.246	0.033	0.085	0.120
	Lag 6	0.938	0.883	0.638	0.001*	0.001
เท้าบวม	Lag 0	0.162	0.517	0.008*	0.554	0.514
	Lag 1	0.305	0.536	0.812	0.056	0.108
	Lag 2	0.173	0.649	0.514	0.336	0.109
	Lag 3	0.460	0.160*	0.320	0.025*	0.030*
	Lag 4	0.186	0.699	0.956	0.054	0.395
	Lag 5	0.093*	0.387	0.224	0.563	0.633
	Lag 6	0.163	0.987	0.050	0.591	0.789
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	Lag 0	0.851	0.026	0.466	0.000*	0.000
	Lag 1	0.194	0.018	0.140	0.000	0.000*
	Lag 2	0.370	0.029	0.249	0.000	0.000
	Lag 3	0.291	0.011*	0.051*	0.005	0.003
	Lag 4	0.696	0.013	0.076	0.076	0.064
	Lag 5	0.863	0.216	0.776	0.092	0.813
	Lag 6	0.168*	0.408	0.060	0.819	0.324

คั่นตาม ร่างกาย	Lag 0	0.001	0.053	0.006	0.000*	0.012
	Lag 1	0.005	0.835	0.064	0.005	0.002
	Lag 2	0.004	0.048	0.023	0.000	0.025
	Lag 3	0.004	0.007*	0.001	0.001	0.024
	Lag 4	0.038	0.529	0.001	0.000	0.001
	Lag 5	0.066	0.994	0.005	0.000	0.001*
	Lag 6	0.003*	0.704	0.000*	0.000	0.085
มีพื้นแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.864	0.767	0.403	0.120*	0.544
	Lag 1	0.891	0.523	0.102*	0.967	0.179
	Lag 2	0.370	0.202	0.698	0.316	0.726
	Lag 3	0.546	0.477	0.487	0.827	0.516
	Lag 4	0.864	0.436	0.283	0.146	0.230
	Lag 5	0.618	0.052*	0.929	0.133	0.172
	Lag 6	0.037*	0.867	0.156	0.965	0.102*
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.188	0.027	0.027	0.000	0.000*
	Lag 1	0.844	0.015*	0.517	0.000	0.000
	Lag 2	0.329	0.194	0.036	0.000*	0.000
	Lag 3	0.483	0.266	0.066	0.000	0.000
	Lag 4	0.442	0.241	0.005	0.000	0.000
	Lag 5	0.125	0.663	0.001	0.000	0.002
	Lag 6	0.009*	0.073	0.000*	0.000	0.071
ตาแดง	Lag 0	0.115	0.024	0.052*	0.000*	0.000*
	Lag 1	0.356	0.014*	0.662	0.006	0.000
	Lag 2	0.383	0.389	0.599	0.001	0.000
	Lag 3	0.637	0.876	0.468	0.001	0.000
	Lag 4	0.783	0.681	0.146	0.001	0.000
	Lag 5	0.846	0.770	0.322	0.015	0.442
	Lag 6	0.044*	0.412	0.095	0.223	0.649
น้ำตาไหล	Lag 0	0.448	0.020	0.760	0.000	0.000*
	Lag 1	0.663	0.018*	0.387	0.000	0.000
	Lag 2	0.622	0.105	0.864	0.000*	0.000
	Lag 3	0.957	0.881	0.471	0.000	0.001
	Lag 4	0.793	0.939	0.030	0.000	0.002
	Lag 5	0.476	0.686	0.025*	0.000	0.256
	Lag 6	0.157*	0.596	0.116	0.007	0.626
มองภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.000	0.098	0.080	0.680	0.272
	Lag 1	0.000	0.725	0.835	0.234*	0.944
	Lag 2	0.000*	0.013*	0.068	0.874	0.113
	Lag 3	0.000	0.140	0.536	0.655	0.457
	Lag 4	0.000	0.098	0.119	0.436	0.601
	Lag 5	0.000	0.119	0.027	0.881	0.079*
	Lag 6	0.000	0.664	0.005*	0.669	0.177

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

ตารางที่ 14 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ
 สารมลพิษเดี่ยว อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀
คัดจมูก	Lag 0	0.956	0.001*	0.877	0.748	0.006*
	Lag 1	0.864	0.002	0.188	0.029*	0.064
	Lag 2	0.081	0.009	0.135	0.086	0.080
	Lag 3	0.239	0.010	0.000*	0.096	0.010
	Lag 4	0.421	0.158	0.069	0.798	0.018
	Lag 5	0.064*	0.410	0.065	0.066	0.030
	Lag 6	0.814	0.013	0.891	0.755	0.040
มีน้ำมูก	Lag 0	0.297	0.000*	0.550	0.806	0.000*
	Lag 1	0.232	0.000	0.392	0.478	0.001
	Lag 2	0.141*	0.010	0.207	0.132	0.060
	Lag 3	0.816	0.106	0.008*	0.014	0.149
	Lag 4	0.289	0.239	0.064	0.025	0.181
	Lag 5	0.282	0.856	0.066	0.007*	0.218
	Lag 6	0.724	0.242	0.996	0.123	0.235
แสบจมูก	Lag 0	0.535	0.000	0.541	0.008	0.692
	Lag 1	0.572	0.000*	0.746	0.003	0.370
	Lag 2	0.698	0.006	0.058	0.003	0.306
	Lag 3	0.567	0.031	0.032*	0.001*	0.669
	Lag 4	0.127	0.048	0.669	0.004	0.415
	Lag 5	0.048*	0.022	0.086	0.002	0.061
	Lag 6	0.237	0.002	0.421	0.074	0.009*
เลือดกำเดาไหล	Lag 0	0.117	0.229	0.915	0.758	0.753
	Lag 1	0.267	0.385	0.713	0.807	0.714
	Lag 2	0.064	0.072	0.589*	0.754	0.006*
	Lag 3	0.631	0.232	0.964	0.418	0.196
	Lag 4	0.339	0.802	0.921	0.405	0.181
	Lag 5	0.759	0.548	0.771	0.688	0.031
	Lag 6	0.046*	0.004*	0.642	0.284*	0.033
แสบคอ	Lag 0	0.524	0.000	0.915	0.973	0.001
	Lag 1	0.456	0.000*	0.137*	0.712	0.000*
	Lag 2	0.072	0.000	0.173	0.727	0.010
	Lag 3	0.880	0.019	0.243	0.059	0.049
	Lag 4	0.014*	0.024	0.820	0.044*	0.105
	Lag 5	0.107	0.108	0.242	0.091	0.049
	Lag 6	0.495	0.082	0.235	0.309	0.050
เสียงแหบ	Lag 0	0.000	0.000*	0.064	0.000	0.000*
	Lag 1	0.000	0.000	0.120	0.000	0.000
	Lag 2	0.000*	0.000	0.306	0.000*	0.000
	Lag 3	0.008	0.002	0.089	0.001	0.000
	Lag 4	0.962	0.000	0.636	0.000	0.000
	Lag 5	0.164	0.428	0.404	0.000	0.000
	Lag 6	0.004	0.002	0.003*	0.000	0.000
ไอแห้งๆ	Lag 0	0.331	0.008*	0.926	0.001	0.286*
	Lag 1	0.625	0.017	0.291	0.001	0.547
	Lag 2	0.884	0.148	0.021*	0.000*	0.683
	Lag 3	0.741	0.612	0.381	0.003	0.551
	Lag 4	0.209*	0.875	0.243	0.007	0.874
	Lag 5	0.756	0.428	0.518	0.047	0.906
	Lag 6	1.000	0.931	0.935	0.109	0.948

ไอมี่เสมอหะ	Lag 0	0.511	0.036*	0.420	0.499	0.093
	Lag 1	0.730	0.191	0.037	0.478	0.028*
	Lag 2	0.098*	0.724	0.892	0.727	0.169
	Lag 3	0.356	0.588	0.036*	0.909	0.103
	Lag 4	0.525	0.469	0.842	0.462	0.761
	Lag 5	0.147	0.203	0.298	0.646	0.273
	Lag 6	0.411	0.321	0.389	0.176*	0.362
หายใจ ลำบาก	Lag 0	0.066	0.000	0.181	0.833	0.000*
	Lag 1	0.007*	0.000*	0.817	0.779	0.000
	Lag 2	0.015	0.001	0.001*	0.793	0.000
	Lag 3	0.020	0.004	0.001	0.578*	0.000
	Lag 4	0.487	0.133	0.776	0.979	0.010
	Lag 5	0.758	0.407	0.006	0.857	0.001
	Lag 6	0.485	0.061	0.299	0.844	0.090
หายใจมี เสียงหวีด	Lag 0	0.885	0.012	0.202	0.819	0.005*
	Lag 1	0.113	0.007*	0.706	0.487	0.096
	Lag 2	0.523	0.750	0.033	0.121	0.582
	Lag 3	0.798	0.535	0.030*	0.366	0.333
	Lag 4	0.011*	0.958	0.666	0.086*	0.699
	Lag 5	0.097	0.977	0.561	0.562	0.272
	Lag 6	0.376	0.204	0.518	0.918	0.158
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.064*	0.004*	0.530	0.213*	0.001*
	Lag 1	0.601	0.010	0.073	0.933	0.022
	Lag 2	0.255	0.493	0.238	0.949	0.119
	Lag 3	0.985	0.725	0.009*	0.542	0.277
	Lag 4	0.112	0.916	0.794	0.531	0.695
	Lag 5	0.193	0.658	0.973	0.482	0.970
	Lag 6	0.279	0.982	0.587	0.536	0.595
เท้าบวม	Lag 0	0.142	0.390	0.871	0.608	0.926
	Lag 1	0.466	0.387	0.795	0.932	0.811
	Lag 2	0.146	0.499	0.568	0.943	0.252*
	Lag 3	0.123*	0.765	0.635	0.531	0.267
	Lag 4	0.777	0.195*	0.111*	0.812	0.782
	Lag 5	0.780	0.202	0.826	0.740	0.718
	Lag 6	0.922	0.457	0.972	0.289*	0.521
ชีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว	Lag 0	0.017	0.038*	0.754	0.207	0.001*
	Lag 1	0.014	0.277	0.068*	0.408	0.001
	Lag 2	0.002*	0.527	0.788	0.061*	0.016
	Lag 3	0.006	0.217	0.076	0.098	0.040
	Lag 4	0.508	0.058	0.986	0.293	0.416
	Lag 5	0.476	0.085	0.371	0.389	0.685
	Lag 6	0.595	0.592	0.913	0.119	0.818
คันตาม ร่างกาย	Lag 0	0.072	0.883	0.207	0.039*	0.520
	Lag 1	0.179	0.463	0.117	0.134	0.085*
	Lag 2	0.098	0.024*	0.308	0.514	0.306
	Lag 3	0.002*	0.051	0.219	0.107	0.859
	Lag 4	0.059	0.361	0.771	0.539	0.531
	Lag 5	0.786	0.126	0.378	0.652	0.914
	Lag 6	0.068	0.470	0.033*	0.714	0.540

มีฝนแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.144	0.479	0.399	0.673	0.955
	Lag 1	0.023	0.352	0.121*	0.414	0.922
	Lag 2	0.019	0.256	0.387	0.843	0.711
	Lag 3	0.009*	0.073*	0.341	0.489	0.987
	Lag 4	0.089	0.153	0.323	0.057*	0.754
	Lag 5	0.409	0.084	0.919	0.107	0.510
	Lag 6	0.887	0.486	0.340	0.160	0.473*
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.433	0.005	0.600	0.024*	0.016
	Lag 1	0.534	0.000	0.846	0.058	0.057
	Lag 2	0.172	0.004	0.014*	0.499	0.006
	Lag 3	0.070	0.000	0.027	0.495	0.000*
	Lag 4	0.210	0.000*	0.488	0.918	0.034
	Lag 5	0.066*	0.003	0.990	0.272	0.219
	Lag 6	0.190	0.053	0.370	0.594	0.133
ตาแดง	Lag 0	0.721	0.194	0.292	0.006	0.001*
	Lag 1	0.536	0.748	0.618	0.002	0.022
	Lag 2	0.022*	0.613	0.608	0.009	0.072
	Lag 3	0.138	0.976	0.702	0.000*	0.146
	Lag 4	0.854	0.185	0.702	0.002	0.417
	Lag 5	0.912	0.057	0.795	0.133	0.777
	Lag 6	0.416	0.015*	0.154*	0.993	0.855
น้ำตาไหล	Lag 0	0.598	0.020	0.295	0.003*	0.836
	Lag 1	0.883	0.008	0.561	0.009	0.774
	Lag 2	0.572	0.001	0.717	0.087	0.496
	Lag 3	0.093	0.000*	0.591	0.088	0.011*
	Lag 4	0.468	0.000	0.810	0.031	0.183
	Lag 5	0.861	0.001	0.867	0.078	0.051
	Lag 6	0.016*	0.003	0.115*	0.673	0.105
มองเห็นภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.403	0.002	0.060	0.207	0.002
	Lag 1	0.055	0.001*	0.024	0.280	0.000*
	Lag 2	0.007*	0.007	0.862	0.142*	0.008
	Lag 3	0.058	0.018	0.044	0.182	0.001
	Lag 4	0.045	0.046	0.039	0.174	0.010
	Lag 5	0.686	0.127	0.020*	0.878	0.001
	Lag 6	0.567	0.276	0.041	0.671	0.095

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

ตารางที่ 15 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ
สารมลพิษเดี่ยว อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀
คัดจมูก	Lag 0	0.000	0.000	0.001	0.005	0.075
	Lag 1	0.000	0.014	0.000	0.000	0.813
	Lag 2	0.000	0.437	0.000*	0.001	0.717
	Lag 3	0.000	0.451	0.110	0.010	0.606
	Lag 4	0.000	0.043	0.039	0.054	0.019
	Lag 5	0.000*	0.000*	0.001	0.157	0.002*
	Lag 6	0.000	0.006	0.542	0.000*	0.796

มีน้ำมูก	Lag 0	0.000*	0.001*	0.009	0.000	0.308
	Lag 1	0.001	0.257	0.001*	0.000*	0.001*
	Lag 2	0.004	0.185	0.022	0.000	0.002
	Lag 3	0.000	0.091	0.002	0.002	0.065
	Lag 4	0.000	0.839	0.007	0.000	0.064
	Lag 5	0.000	0.376	0.003	0.000	0.033
	Lag 6	0.000	0.253	0.170	0.000	0.005
สแนบจมูก	Lag 0	0.000*	0.000*	0.000	0.048	0.039
	Lag 1	0.000	0.000	0.000	0.001	0.312
	Lag 2	0.000	0.000	0.000*	0.002	0.813
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.003	0.569
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.001	0.674
	Lag 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.347
	Lag 6	0.000	0.001	0.000	0.000*	0.016*
เลือด กำเดาไหล	Lag 0	0.323	0.026	0.631	0.010*	0.044
	Lag 1	0.116*	0.001*	0.005*	0.026	0.030*
	Lag 2	0.961	0.947	0.468	0.217	0.863
	Lag 3	0.407	0.478	0.047	0.125	0.846
	Lag 4	0.446	0.985	0.387	0.228	0.570
	Lag 5	0.812	0.190	0.125	0.036	0.069
	Lag 6	0.442	0.436	0.563	0.497	0.292
สแนบคอ	Lag 0	0.000*	0.000	0.000	0.001	0.583
	Lag 1	0.000	0.000*	0.000*	0.000	0.979
	Lag 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.218
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.180
	Lag 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012
	Lag 6	0.000	0.000	0.000	0.000*	0.000*
เสียงแหบ	Lag 0	0.573	0.568	0.006	0.547	0.239
	Lag 1	0.849	0.872	0.004*	0.736	0.247
	Lag 2	0.522	0.903	0.015	0.790	0.370
	Lag 3	0.313	0.813	0.207	0.479	0.012
	Lag 4	0.432	0.875	0.252	0.192*	0.048
	Lag 5	0.049	0.809	0.192	0.483	0.052
	Lag 6	0.015*	0.471*	0.171	0.910	0.002*
ไอแห้งๆ	Lag 0	0.888	0.187	0.204	0.545	0.036
	Lag 1	0.388	0.090	0.908	0.730	0.074
	Lag 2	0.421	0.954	0.639	0.090	0.153
	Lag 3	0.353	0.092	0.319	0.017	0.399
	Lag 4	0.854	0.301	0.063*	0.005	0.016*
	Lag 5	0.198*	0.026	0.502	0.000	0.541
	Lag 6	0.721	0.007*	0.423	0.000*	0.637
ไอมีเสมหะ	Lag 0	0.497	0.441	0.004*	0.013	0.020
	Lag 1	0.681	0.059	0.373	0.020	0.526
	Lag 2	0.423	0.728	0.012	0.019	0.247
	Lag 3	0.218	0.018*	0.560	0.002*	0.132
	Lag 4	0.003*	0.248	0.925	0.008	0.016*
	Lag 5	0.013	0.733	0.858	0.013	0.021
	Lag 6	0.367	0.422	0.621	0.958	0.745

หายใจลำบาก	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.262	0.111
	Lag 1	0.000	0.120	0.000	0.533	0.102
	Lag 2	0.000	0.000*	0.000*	0.738	0.007
	Lag 3	0.000	0.175	0.001	0.738	0.202
	Lag 4	0.000*	0.012	0.033	0.730	0.001*
	Lag 5	0.000	0.003	0.767	0.241*	0.193
	Lag 6	0.000	0.001	0.014	0.355	0.224
หายใจมีเสียงหวีด	Lag 0	0.000	0.558	0.684	0.536	0.279
	Lag 1	0.000*	0.230	0.289	0.579	0.298
	Lag 2	0.000	0.017	0.094	0.741	0.419
	Lag 3	0.000	0.008*	0.135	0.508	0.198*
	Lag 4	0.001	0.013	0.527	0.973	0.509
	Lag 5	0.013	0.032	0.001	0.108*	0.385
	Lag 6	0.128	0.618	0.000*	0.756	0.669
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.042	0.000
	Lag 1	0.000*	0.000*	0.000	0.000*	0.000*
	Lag 2	0.000	0.000	0.494	0.226	0.000
	Lag 3	0.000	0.001	0.836	0.821	0.006
	Lag 4	0.000	0.000	0.085	0.528	0.021
	Lag 5	0.000	0.023	0.017	0.308	0.483
	Lag 6	0.000	0.005	0.000*	0.045	0.201
เท้าบวม	Lag 0	0.000	0.000	0.001	0.000*	0.000*
	Lag 1	0.000*	0.000*	0.000*	0.003	0.000
	Lag 2	0.000	0.219	0.429	0.874	0.335
	Lag 3	0.000	0.017	0.907	0.053	0.204
	Lag 4	0.000	0.095	0.322	0.256	0.050
	Lag 5	0.000	0.007	0.113	0.121	0.103
	Lag 6	0.000	0.004	0.017	0.234	0.100
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	Lag 0	0.004	0.437	0.521	0.833	0.829
	Lag 1	0.000	0.058*	0.021*	0.119	0.452
	Lag 2	0.001	0.777	0.757	0.776	0.473
	Lag 3	0.000	0.203	0.100	0.942	0.650
	Lag 4	0.000	0.163	0.026	0.523	0.154*
	Lag 5	0.000	0.917	0.786	0.110*	0.677
	Lag 6	0.000*	0.186	0.696	0.306	0.825
คันตามร่างกาย	Lag 0	0.783	0.807	0.027*	0.000*	0.000*
	Lag 1	0.552	0.951	0.342	0.000	0.013
	Lag 2	0.885	0.201	0.121	0.001	0.732
	Lag 3	0.655	0.810	0.499	0.003	0.022
	Lag 4	0.689	0.693	0.110	0.008	0.028
	Lag 5	0.194	0.355	0.726	0.001	0.286
	Lag 6	0.084*	0.175*	0.311	0.299	0.020
มีผื่นแดงตามร่างกาย	Lag 0	0.000	0.240	0.036*	0.000*	0.689
	Lag 1	0.000	0.182	0.302	0.021	0.027
	Lag 2	0.000	0.034	0.385	0.098	0.006
	Lag 3	0.000	0.010	0.165	0.019	0.008
	Lag 4	0.000	0.001	0.278	0.175	0.000
	Lag 5	0.000	0.000*	0.392	0.561	0.000*
	Lag 6	0.000*	0.002	0.734	0.913	0.184

แสงหรือ คันตา	Lag 0	0.001	0.024	0.769	0.102	0.000
	Lag 1	0.000	0.001	0.954	0.013*	0.000
	Lag 2	0.000	0.292	0.062*	0.076	0.000
	Lag 3	0.000	0.042	0.517	0.171	0.000*
	Lag 4	0.000	0.006	0.281	0.343	0.000
	Lag 5	0.000*	0.001	0.755	0.685	0.000
	Lag 6	0.000	0.000*	0.334	0.449	0.000
ตาแดง	Lag 0	0.847	0.031	0.938	0.000*	0.000
	Lag 1	0.363	0.429	0.492	0.000	0.001
	Lag 2	0.896	0.095	0.019*	0.000	0.000
	Lag 3	0.816	0.177	0.434	0.000	0.000
	Lag 4	0.235	0.014	0.182	0.000	0.000
	Lag 5	0.943	0.366	0.139	0.000	0.000
	Lag 6	0.118*	0.000*	0.170	0.000	0.000*
น้ำตาไหล	Lag 0	0.000	0.000*	0.000	0.001	0.007
	Lag 1	0.000	0.001	0.000*	0.002	0.055
	Lag 2	0.000*	0.359	0.001	0.000	0.322
	Lag 3	0.000	0.326	0.001	0.000	0.054
	Lag 4	0.000	0.876	0.019	0.000	0.034
	Lag 5	0.000	0.137	0.001	0.000	0.062
	Lag 6	0.000	0.235	0.029	0.000*	0.000*
มองเห็นภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.000	0.002	0.035	0.778	0.387
	Lag 1	0.000	0.000*	0.007	0.227	0.977
	Lag 2	0.000	0.001	0.011	0.934	0.336
	Lag 3	0.000	0.001	0.001*	0.436	0.901
	Lag 4	0.000	0.023	0.007	0.175	0.752
	Lag 5	0.000	0.016	0.134	0.103	0.895
	Lag 6	0.000*	0.038	0.027	0.010*	0.170*

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

ตารางที่ 16 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0-6 วันของ
สารมลพิษเดี่ยว อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม-30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	PM ₁₀
คัดจมูก	Lag 0	0.032	0.384	0.006*	0.548	0.014
	Lag 1	0.087	0.200	0.273	0.904	0.000*
	Lag 2	0.013	0.090	0.014	0.773	0.002
	Lag 3	0.000	0.008*	0.152	0.478	0.000
	Lag 4	0.009	0.009	0.504	0.321	0.000
	Lag 5	0.000*	0.017	0.097	0.018*	0.000
	Lag 6	0.004	0.993	0.694	0.112	0.012
มีน้ำมูก	Lag 0	0.627	0.158*	0.452	0.000	0.000*
	Lag 1	0.745	0.747	0.015*	0.000	0.163
	Lag 2	0.447	0.637	0.557	0.000	0.034
	Lag 3	0.446	0.758	0.092	0.000*	0.026
	Lag 4	0.203*	0.307	0.140	0.000	0.065
	Lag 5	0.727	0.361	0.830	0.007	0.302
	Lag 6	0.973	0.441	0.829	0.029	0.729

สแนบจุมก	Lag 0	0.295	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Lag 1	0.171	0.010	0.147	0.000	0.000
	Lag 2	0.015*	0.099	0.233	0.000	0.000
	Lag 3	0.083	0.907	0.239	0.000	0.001
	Lag 4	0.236	0.008	0.950	0.000	0.001
	Lag 5	0.831	0.132	0.414	0.000	0.512
	Lag 6	0.221	0.001	0.345	0.000	0.181
เลือด กำเดาไหล	Lag 0	0.163	0.196	0.471	0.629	0.934
	Lag 1	0.009	0.339	0.820	0.337	0.798
	Lag 2	0.054	0.712	0.761	0.031	0.749
	Lag 3	0.021	0.721	0.809	0.033	0.437
	Lag 4	0.002*	0.001*	0.293	0.602	0.264*
	Lag 5	0.002	0.124	0.421	0.190	0.633
	Lag 6	0.040	0.527	0.069*	0.006*	0.930
สแนบคอ	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030
	Lag 1	0.000	0.000	0.000*	0.000	0.067
	Lag 2	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000*
	Lag 3	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000
	Lag 4	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.002	0.000*	0.027
	Lag 6	0.000*	0.000*	0.001	0.000	0.539
เสียงแหบ	Lag 0	0.000	0.006	0.000*	0.000	0.000
	Lag 1	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000*
	Lag 2	0.000	0.486	0.001	0.000	0.000
	Lag 3	0.000*	0.009	0.000	0.000	0.000
	Lag 4	0.000	0.028	0.007	0.000	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 6	0.000	0.000*	0.001	0.000*	0.002
ไอแห้งๆ	Lag 0	0.000	0.076	0.000*	0.015	0.100
	Lag 1	0.000	0.004*	0.000	0.002	0.107
	Lag 2	0.000*	0.008	0.003	0.003	0.084
	Lag 3	0.000	0.006	0.009	0.000	0.026
	Lag 4	0.000	0.062	0.019	0.000	0.010
	Lag 5	0.000	0.028	0.001	0.000	0.090
	Lag 6	0.000	0.076	0.415	0.000*	0.002*
ไอมิเสมหะ	Lag 0	0.014	0.173	0.000	0.000	0.002*
	Lag 1	0.002	0.247	0.000	0.000	0.094
	Lag 2	0.000*	0.285	0.000*	0.000*	0.166
	Lag 3	0.001	0.098	0.003	0.000	0.009
	Lag 4	0.006	0.003	0.000	0.000	0.036
	Lag 5	0.001	0.003	0.004	0.000	0.226
	Lag 6	0.000	0.001*	0.103	0.000	0.184
หายใจ ลำบาก	Lag 0	0.000*	0.000	0.975	0.001	0.000
	Lag 1	0.000	0.000	0.411	0.001	0.000*
	Lag 2	0.000	0.000*	0.000	0.009	0.000
	Lag 3	0.000	0.000	0.000*	0.000*	0.000
	Lag 4	0.000	0.000	0.014	0.002	0.035
	Lag 5	0.000	0.000	0.003	0.024	0.185
	Lag 6	0.000	0.169	0.115	0.066	0.845

หายใจมี เสียงหวีด	Lag 0	0.415	0.309*	0.097*	0.172	0.216
	Lag 1	0.858	0.612	0.213	0.858	0.374
	Lag 2	0.255	0.702	0.884	0.207	0.422
	Lag 3	0.138*	0.340	0.421	0.888	0.661
	Lag 4	0.846	0.974	0.387	0.079*	0.169*
	Lag 5	0.894	0.914	0.399	0.135	0.414
	Lag 6	0.686	0.952	0.320	0.105	0.322
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.000*	0.000*	0.000	0.346	0.003
	Lag 1	0.000	0.000	0.002	0.390	0.004
	Lag 2	0.000	0.000	0.000	0.362	0.003*
	Lag 3	0.000	0.000	0.000*	0.316	0.017
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.446	0.075
	Lag 5	0.000	0.203	0.008	0.058	0.553
	Lag 6	0.000	0.023	0.001	0.030*	0.111
เท้าบวม	Lag 0	0.000	0.133	0.086	0.000	0.000*
	Lag 1	0.000	0.821	0.199	0.000	0.258
	Lag 2	0.000*	0.015	0.015	0.000	0.351
	Lag 3	0.007	0.680	0.267	0.000*	0.065
	Lag 4	0.627	0.017	0.038	0.000	0.110
	Lag 5	0.095	0.016	0.000*	0.000	0.818
	Lag 6	0.034	0.001*	0.024	0.000	0.250
ชีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว	Lag 0	0.000	0.006	0.001	0.282*	0.752
	Lag 1	0.000*	0.014	0.004	0.493	0.689
	Lag 2	0.000	0.006*	0.003	0.372	0.746
	Lag 3	0.000	0.014	0.000*	0.387	0.678
	Lag 4	0.000	0.006	0.004	0.836	0.991
	Lag 5	0.000	0.035	0.013	0.645	0.321*
	Lag 6	0.005	0.069	0.156	0.617	0.386
คันตาม ร่างกาย	Lag 0	0.000	0.000	0.000*	0.000	0.004
	Lag 1	0.000	0.082	0.004	0.000	0.000*
	Lag 2	0.000*	0.000	0.221	0.000	0.000
	Lag 3	0.000	0.001	0.000	0.000	0.162
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
	Lag 5	0.000	0.000*	0.000	0.000	0.000
	Lag 6	0.000	0.016	0.046	0.000*	0.000
มีผื่นแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.000	0.000	0.000*	0.009	0.170
	Lag 1	0.000	0.000	0.023	0.000	0.446
	Lag 2	0.000*	0.000	0.015	0.000	0.399
	Lag 3	0.000	0.000	0.002	0.000	0.677
	Lag 4	0.000	0.000*	0.005	0.000	0.716
	Lag 5	0.000	0.000	0.007	0.000	0.317
	Lag 6	0.000	0.002	0.061	0.000*	0.067*
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.000*	0.000	0.864	0.000	0.000
	Lag 1	0.000	0.000*	0.006	0.000*	0.000*
	Lag 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	Lag 5	0.000	0.000	0.000*	0.000	0.001
	Lag 6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.141

ตาแดง	Lag 0	0.935	0.183	0.019*	0.001*	0.402
	Lag 1	0.527	0.973	0.900	0.745	0.108*
	Lag 2	0.704	0.318	0.671	0.341	0.207
	Lag 3	0.943	0.066	0.025	0.220	0.328
	Lag 4	0.767	0.138	0.037	0.043	0.127
	Lag 5	0.612	0.047*	0.071	0.168	0.351
	Lag 6	0.174*	0.080	0.135	0.032	0.259
น้ำตาไหล	Lag 0	0.000*	0.000	0.304	0.000	0.000
	Lag 1	0.000	0.000	0.054	0.000*	0.000*
	Lag 2	0.000	0.000*	0.000	0.000	0.000
	Lag 3	0.000	0.000	0.000*	0.003	0.000
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.361	0.455
	Lag 5	0.000	0.003	0.000	0.443	0.547
	Lag 6	0.000	0.000	0.000	0.029	0.127
มองภาพไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.000*	0.000	0.569	0.530	0.282
	Lag 1	0.000	0.000*	0.402	0.408	0.068
	Lag 2	0.001	0.000	0.014	0.698	0.058*
	Lag 3	0.001	0.024	0.001*	0.197	0.732
	Lag 4	0.009	0.039	0.013	0.040	0.489
	Lag 5	0.000	0.098	0.020	0.036*	0.184
	Lag 6	0.000	0.012	0.010	0.263	0.846

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

8. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางอุตุนิยมวิทยากับอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศรายวัน ในแต่ละอำเภอ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง การมี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษรายวันแต่ละอาการ กับค่าทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ ได้แก่ ทิศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเร็วลม ที่ lag period ต่างๆ กันตั้งแต่ lag 0 ถึง lag 6 ด้วยสถิติ GEE (binary logistic regression) แยกตามพื้นที่ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ อำเภอแมริม อำเภอสารภี และอำเภอเมืองลำพูน (ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน) แสดงด้วยค่า p -value ในตารางที่ 17 ถึงตารางที่ 20 ตามลำดับ

ตารางที่ 17 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ
ค่าทางอตุณิยมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		ทัศนวิสัย	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	อุณหภูมิ	ความเร็วลม
คัดจมูก	Lag 0	0.332	0.962	0.086*	0.003*	0.935
	Lag 1	0.877	0.819	0.260	0.513	0.419
	Lag 2	0.717	0.644	0.845	0.824	0.737
	Lag 3	0.131*	0.784	0.859	0.679	0.210*
	Lag 4	0.977	0.937	0.489	0.523	0.268
	Lag 5	0.878	0.040*	0.289	0.853	0.573
	Lag 6	0.970	0.356	0.926	0.661	0.563
มีน้ำมูก	Lag 0	0.002	0.002	0.000	0.000*	0.101
	Lag 1	0.006	0.034	0.000	0.000	0.473
	Lag 2	0.000*	0.006	0.000	0.000	0.032*
	Lag 3	0.000	0.001	0.000	0.000	0.035
	Lag 4	0.000	0.000*	0.001	0.000	0.196
	Lag 5	0.002	0.002	0.000	0.000	0.163
	Lag 6	0.011	0.018	0.000*	0.000	0.045
แสบจมูก	Lag 0	0.496	0.762	0.273	0.014	0.252
	Lag 1	0.016	0.250	0.009	0.003	0.399
	Lag 2	0.000	0.000*	0.253	0.015	0.687
	Lag 3	0.000*	0.013	0.017	0.004	0.309
	Lag 4	0.002	0.120	0.587	0.000*	0.960
	Lag 5	0.007	0.019	0.021	0.000	0.082*
	Lag 6	0.008	0.054	0.005*	0.000	0.525
เลือดกำเดาไหล	Lag 0	0.618	0.571	0.518	0.413	0.169
	Lag 1	0.869	0.257	0.944	0.554	0.353
	Lag 2	0.290*	0.304	0.500*	0.152*	0.713
	Lag 3	0.419	0.973	0.800	0.774	0.321
	Lag 4	0.332	0.892	0.888	0.934	0.561
	Lag 5	0.852	0.267	0.919	0.959	0.710
	Lag 6	0.806	0.110*	0.805	0.645	0.149*
แสบคอ	Lag 0	0.487	0.432	0.384	0.112*	0.640
	Lag 1	0.398	0.763	0.641	0.250	0.933
	Lag 2	0.163*	0.631	0.771	0.479	0.841
	Lag 3	0.449	0.313	0.634	0.692	0.695
	Lag 4	0.218	0.342	0.307	0.314	0.939
	Lag 5	0.884	0.111*	0.362	0.477	0.978
	Lag 6	0.211	0.221	0.133*	0.747	0.159*
เสียงแหบ	Lag 0	0.019	0.140	0.163	0.000	0.000
	Lag 1	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 2	0.012	0.000	0.001	0.000	0.000
	Lag 3	0.002*	0.000*	0.000	0.000	0.000
	Lag 4	0.013	0.006	0.038	0.000	0.000*
	Lag 5	0.018	0.073	0.000	0.000	0.003
	Lag 6	0.012	0.009	0.000*	0.000*	0.000

ไอแห้งๆ	Lag 0	0.355	0.301*	0.944	0.986	0.569
	Lag 1	0.765	0.711	0.855	0.313	0.666
	Lag 2	0.254	0.571	0.950	0.814	0.007*
	Lag 3	0.046	0.860	0.796	0.862	0.075
	Lag 4	0.022	0.393	0.815	0.431	0.962
	Lag 5	0.029	0.556	0.111*	0.180	0.466
	Lag 6	0.020*	0.325	0.838	0.136*	0.721
ไอมีเสมหะ	Lag 0	0.331	0.110	0.649	0.823	0.720
	Lag 1	0.470	0.032	0.321*	0.379	0.487
	Lag 2	0.262	0.014*	0.444	0.199	0.487
	Lag 3	0.186*	0.058	0.891	0.204	0.181
	Lag 4	0.365	0.213	0.997	0.645	0.054
	Lag 5	0.862	0.709	0.387	0.101*	0.388
	Lag 6	0.912	0.316	0.738	0.158	0.032*
หายใจลำบาก	Lag 0	0.317	0.816	0.759	0.292	0.222
	Lag 1	0.518	0.516	0.688	0.023*	0.052
	Lag 2	0.908	0.260*	0.261	0.209	0.024
	Lag 3	0.058*	0.689	0.537	0.269	0.024*
	Lag 4	0.133	0.888	0.203	0.098	0.041
	Lag 5	0.422	0.612	0.563	0.045	0.740
	Lag 6	0.272	0.823	0.128*	0.034	0.458
หายใจมีเสียงหวีด	Lag 0	0.963	0.060*	0.386	0.137	0.222
	Lag 1	0.128	0.316	0.344	0.138	0.199
	Lag 2	0.802	0.428	0.053*	0.707	0.213
	Lag 3	0.649	0.306	0.829	0.606	0.182
	Lag 4	0.562	0.104	0.730	0.081	0.516
	Lag 5	0.066*	0.078	0.373	0.049*	0.003*
	Lag 6	0.140	0.237	0.228	0.063	0.010
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.652	0.127	0.005	0.000	0.172
	Lag 1	0.672	0.132	0.046	0.000	0.084*
	Lag 2	0.004*	0.702	0.078	0.000	0.433
	Lag 3	0.842	0.338	0.019	0.000	0.617
	Lag 4	0.010	0.056	0.000	0.000*	0.650
	Lag 5	0.028	0.041*	0.000	0.000	0.286
	Lag 6	0.158	0.645	0.000*	0.000	0.636
เท้าบวม	Lag 0	0.630	0.833	0.095	0.033	0.272
	Lag 1	0.178	0.912	0.061	0.021*	0.245
	Lag 2	0.118	0.124*	0.013*	0.445	0.121
	Lag 3	0.378	0.531	0.551	0.187	0.594
	Lag 4	0.030*	0.382	0.037	0.411	0.800
	Lag 5	0.730	0.792	0.207	0.042	0.027*
	Lag 6	0.245	0.809	0.045	0.066	0.360
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	Lag 0	0.005	0.308	0.010*	0.016*	0.148
	Lag 1	0.003*	0.137	0.139	0.028	0.105
	Lag 2	0.004	0.100	0.272	0.215	0.097
	Lag 3	0.004	0.628	0.678	0.448	0.130
	Lag 4	0.079	0.027*	0.573	0.611	0.074*
	Lag 5	0.716	0.882	0.806	0.977	0.897
	Lag 6	0.160	0.804	0.759	0.914	0.810

คั่นตาม ร่างกาย	Lag 0	0.001	0.001	0.001	0.000*	0.021
	Lag 1	0.002	0.000	0.000	0.000	0.039
	Lag 2	0.009	0.000	0.121	0.000	0.001
	Lag 3	0.001	0.000	0.000	0.000	0.032
	Lag 4	0.037	0.010	0.032	0.000	0.045
	Lag 5	0.000*	0.000	0.000*	0.000	0.007
	Lag 6	0.001	0.000*	0.000	0.000	0.000*
มีพื้นแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.584	0.034	0.943	0.174*	0.774
	Lag 1	0.088*	0.126	0.884	0.741	0.108
	Lag 2	0.458	0.360	0.000*	0.313	0.400
	Lag 3	0.825	0.165	0.792	0.476	0.105
	Lag 4	0.594	0.523	0.409	0.424	0.875
	Lag 5	0.329	0.012*	0.144	0.658	0.134
	Lag 6	0.892	0.012	0.979	0.185	0.000*
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.129
	Lag 1	0.000*	0.001	0.000	0.000*	0.042
	Lag 2	0.000	0.000	0.002	0.000	0.024
	Lag 3	0.000	0.000	0.036	0.000	0.017
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001*
	Lag 5	0.000	0.000*	0.000*	0.000	0.007
	Lag 6	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003
ตาแดง	Lag 0	0.000	0.005	0.093	0.000*	0.460
	Lag 1	0.000*	0.030	0.010	0.001	0.893
	Lag 2	0.017	0.047	0.583	0.000	0.271
	Lag 3	0.004	0.000	0.089	0.020	0.092
	Lag 4	0.020	0.000	0.000*	0.007	0.156
	Lag 5	0.009	0.000	0.055	0.000	0.233
	Lag 6	0.896	0.000*	0.004	0.007	0.059*
น้ำตาไหล	Lag 0	0.000*	0.107	0.065	0.000	0.104
	Lag 1	0.000	0.218	0.137	0.000*	0.016
	Lag 2	0.002	0.003	0.007*	0.001	0.002
	Lag 3	0.000	0.000	0.039	0.001	0.072
	Lag 4	0.004	0.000*	0.024	0.052	0.170
	Lag 5	0.064	0.000	0.126	0.001	0.010
	Lag 6	0.360	0.000	0.731	0.019	0.002*
มองภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.657	0.892	0.969	0.449	0.197
	Lag 1	0.771	0.989	0.952	0.416	0.672
	Lag 2	0.878	0.706	0.376	0.800	0.979
	Lag 3	0.631	0.811	0.239*	0.870	0.329
	Lag 4	0.229*	0.095*	0.889	0.543	0.971
	Lag 5	0.734	0.215	0.942	0.046*	0.290
	Lag 6	0.823	0.664	0.691	0.273	0.124*

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

ตารางที่ 18 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ
ค่าทางอุตุนิยมวิทยา อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		ทัศนวิสัย	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	อุณหภูมิ	ความเร็วลม
คัดจมูก	Lag 0	0.511	0.340	0.125	0.110	0.137*
	Lag 1	0.243	0.007	0.786	0.000*	0.745
	Lag 2	0.550	0.001*	0.773	0.030	0.145
	Lag 3	0.016	0.004	0.610	0.085	0.813
	Lag 4	0.066	0.683	0.020*	0.048	0.244
	Lag 5	0.080	0.670	0.867	0.017	0.869
	Lag 6	0.009*	0.454	0.045	0.495	0.539
มีน้ำมูก	Lag 0	0.163	0.842	0.027	0.000	0.345
	Lag 1	0.590	0.023	0.409	0.000	0.325
	Lag 2	0.204	0.001*	0.062	0.000	0.779
	Lag 3	0.429	0.003	0.219	0.000*	0.263*
	Lag 4	0.355	0.147	0.301	0.000	0.526
	Lag 5	0.684	0.899	0.004	0.000	0.766
	Lag 6	0.058*	0.745	0.000*	0.004	0.934
แสบจมูก	Lag 0	0.059	0.033	0.116*	0.093	0.046
	Lag 1	0.207	0.027	0.732	0.032*	0.062
	Lag 2	0.939	0.003*	0.834	0.194	0.007*
	Lag 3	0.890	0.061	0.672	0.038	0.060
	Lag 4	0.483	0.650	0.535	0.038	0.014
	Lag 5	0.144	0.071	0.838	0.283	0.058
	Lag 6	0.021*	0.085	0.082	0.421	0.448
เลือดกำเดาไหล	Lag 0	0.561	0.138	0.811	0.964	0.491
	Lag 1	0.839	0.916	0.679	0.839	0.333
	Lag 2	0.094	0.956	0.895	0.551	0.184
	Lag 3	0.882	0.890	0.598	0.018*	0.040*
	Lag 4	0.387	0.891	0.590*	0.072	0.468
	Lag 5	0.532	0.980	0.822	0.404	0.073
	Lag 6	0.011*	0.136*	0.966	0.234	0.425
แสบคอ	Lag 0	0.426	0.213	0.471	0.087	0.039*
	Lag 1	0.776	0.031	0.437	0.059	0.166
	Lag 2	0.081	0.000*	0.880	0.322	0.149
	Lag 3	0.964	0.001	0.326	0.008*	0.059
	Lag 4	0.810	0.103	0.967	0.010	0.106
	Lag 5	0.049	0.030	0.851	0.010	0.636
	Lag 6	0.009*	0.365	0.000*	0.015	0.550
เสียงแหบ	Lag 0	0.000	0.000	0.130	0.013	0.000
	Lag 1	0.009	0.000	0.401	0.002	0.000*
	Lag 2	0.000	0.000*	0.065*	0.001*	0.000
	Lag 3	0.000	0.000	0.137	0.052	0.000
	Lag 4	0.000	0.000	0.230	0.120	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.324	0.480	0.000
	Lag 6	0.000*	0.000	0.130	0.326	0.000

ไอแห้งๆ	Lag 0	0.484	0.590	0.042	0.000*	0.282
	Lag 1	0.674	0.931	0.009	0.000	0.889
	Lag 2	0.783	0.246*	0.023	0.000	0.140
	Lag 3	0.691	0.649	0.547	0.001	0.006*
	Lag 4	0.454	0.406	0.367	0.020	0.194
	Lag 5	0.730	0.691	0.083	0.005	0.993
	Lag 6	0.412*	0.414	0.000*	0.001	0.033
ไอมีเสมหะ	Lag 0	0.567	0.923	0.011*	0.299	0.864
	Lag 1	0.065*	0.529	0.695	0.130*	0.592
	Lag 2	0.184	0.190	0.940	0.489	0.886
	Lag 3	0.197	0.216	0.802	0.858	0.438
	Lag 4	0.931	0.126	0.114	0.937	0.115*
	Lag 5	0.237	0.959	0.382	0.179	0.784
	Lag 6	0.337	0.116*	0.314	0.498	0.996
หายใจลำบาก	Lag 0	0.208	0.013	0.366	0.486	0.015*
	Lag 1	0.203	0.004	0.435	0.666	0.145
	Lag 2	0.016*	0.000*	0.073*	0.896	0.324
	Lag 3	0.026	0.041	0.207	0.677	0.530
	Lag 4	0.126	0.022	0.236	0.984	0.480
	Lag 5	0.375	0.004	0.443	0.466*	0.868
	Lag 6	0.146	0.616	0.182	0.841	0.565
หายใจมีเสียงหวีด	Lag 0	0.550	0.280	0.659	0.074	0.287
	Lag 1	0.476	0.018*	0.859	0.150	0.251*
	Lag 2	0.842	0.022	0.450	0.130	0.303
	Lag 3	0.407	0.129	0.652	0.001*	0.773
	Lag 4	0.604	0.663	0.345	0.009	0.788
	Lag 5	0.878	0.036	0.991	0.075	0.598
	Lag 6	0.168*	0.438	0.046*	0.085	0.541
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.044	0.016	0.930	0.223*	0.718
	Lag 1	0.012*	0.006*	0.069	0.778	0.044
	Lag 2	0.283	0.009	0.749	0.765	0.168
	Lag 3	0.477	0.070	0.752	0.721	0.991
	Lag 4	0.417	0.486	0.313	0.345	0.029*
	Lag 5	0.174	0.641	0.030*	0.539	0.921
	Lag 6	0.806	0.466	0.186	0.566	0.670
เท้าบวม	Lag 0	0.920	0.256	0.590	0.916	0.153
	Lag 1	0.368	0.207	0.617	0.844	0.490
	Lag 2	0.424	0.816	0.160	0.358*	0.135
	Lag 3	0.022*	0.059*	0.641	0.879	0.045
	Lag 4	0.904	0.750	0.935	0.556	0.287
	Lag 5	0.292	0.730	0.151*	0.938	0.235
	Lag 6	0.033	0.414	0.700	0.987	0.007*
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	Lag 0	0.006	0.084	0.174	0.937	0.243
	Lag 1	0.054	0.360	0.629	0.576	0.397
	Lag 2	0.003*	0.012	0.127	0.070	0.974
	Lag 3	0.444	0.003*	0.116	0.085	0.043*
	Lag 4	0.134	0.045	0.334	0.171	0.110
	Lag 5	0.562	0.057	0.099*	0.017*	0.063
	Lag 6	0.466	0.260	0.990	0.060	0.912

คั่นตาม ร่างกาย	Lag 0	0.032*	0.963	0.177	0.022	0.000*
	Lag 1	0.115	0.775	0.075	0.008	0.325
	Lag 2	0.048	0.758	0.005	0.000*	0.028
	Lag 3	0.697	0.088*	0.502	0.002	0.025
	Lag 4	0.798	0.548	0.010	0.046	0.599
	Lag 5	0.127	0.591	0.003*	0.113	0.048
	Lag 6	0.626	0.978	0.149	0.056	0.875
มีพื้นแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.319	0.393	0.551	0.235	0.268
	Lag 1	0.182*	0.095*	0.315	0.188	0.841
	Lag 2	0.874	0.486	0.087	0.013*	0.315
	Lag 3	0.540	0.228	0.310	0.047	0.545
	Lag 4	0.309	0.692	0.020*	0.033	0.059
	Lag 5	0.378	0.375	0.311	0.222	0.008*
	Lag 6	0.551	0.246	0.623	0.139	0.641
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.815	0.969	0.494	0.014*	0.971
	Lag 1	0.498	0.711	0.496	0.415	0.678
	Lag 2	0.963	0.213	0.696	0.442	0.587
	Lag 3	0.202*	0.118*	0.574	0.142	0.578
	Lag 4	0.234	0.836	0.707	0.324	0.750
	Lag 5	0.717	0.177	0.384	0.276	0.136*
	Lag 6	0.899	0.922	0.005*	0.061	0.252
ตาแดง	Lag 0	0.038	0.411	0.679	0.395	0.707
	Lag 1	0.000*	0.816	0.889	0.605	0.258
	Lag 2	0.409	0.485	0.531	0.537	0.340
	Lag 3	0.067	0.735	0.404	0.618	0.049*
	Lag 4	0.649	0.357	0.186	0.074	0.256
	Lag 5	0.832	0.117*	0.022*	0.018	0.052
	Lag 6	0.472	0.372	0.148	0.000*	0.254
น้ำตาไหล	Lag 0	0.110	0.972	0.983	0.001*	0.866
	Lag 1	0.047*	0.123	0.190	0.116	0.778
	Lag 2	0.527	0.503	0.108	0.485	0.986
	Lag 3	0.703	1.000	0.505	0.031	0.709
	Lag 4	0.445	0.696	0.959	0.096	0.399
	Lag 5	0.675	0.021*	0.361	0.058	0.154
	Lag 6	0.069	0.738	0.010*	0.087	0.125*
มองเห็นภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.496	0.073	0.759	0.992	0.190
	Lag 1	0.895	0.084	0.850	0.635	0.088
	Lag 2	0.026*	0.001	0.563	0.379	0.372
	Lag 3	0.708	0.090	0.813	0.013	0.105
	Lag 4	0.326	0.565	0.918	0.060	0.028*
	Lag 5	0.510	0.003*	0.958	0.010*	0.463
	Lag 6	0.177	0.033	0.000*	0.038	0.042

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

ตารางที่ 19 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ
ค่าทางอตุณิยมวิทยา อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		ทัศนวิสัย	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	อุณหภูมิ	ความเร็วลม
คัดจมูก	Lag 0	0.641	0.094	0.025	0.009	0.695
	Lag 1	0.171	0.649	0.002	0.000	0.314
	Lag 2	0.002*	0.165	0.058	0.000	0.068*
	Lag 3	0.138	0.040	0.854	0.000	0.586
	Lag 4	0.005	0.226	0.095	0.000	0.078
	Lag 5	0.419	0.053	0.936	0.000	0.624
	Lag 6	0.227	0.014*	0.000*	0.000*	0.242
มีน้ำมูก	Lag 0	0.003	0.000	0.000	0.000	0.250
	Lag 1	0.013	0.000	0.008	0.000	0.003*
	Lag 2	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.435
	Lag 3	0.000	0.013	0.007	0.000	0.086
	Lag 4	0.000	0.057	0.002	0.000	0.057
	Lag 5	0.002	0.000	0.000	0.000	0.004
	Lag 6	0.015	0.000*	0.000*	0.000*	0.128
แสบจมูก	Lag 0	0.022	0.102	0.000	0.000	0.665
	Lag 1	0.016	0.016	0.000	0.000	0.046
	Lag 2	0.003	0.042	0.000	0.000	0.012*
	Lag 3	0.001	0.008	0.000	0.000	0.443
	Lag 4	0.000*	0.009	0.000	0.000	0.470
	Lag 5	0.020	0.000	0.000	0.000	0.321
	Lag 6	0.559	0.000*	0.000*	0.000*	0.134
เลือดกำเดาไหล	Lag 0	0.999	0.874	0.511	0.302	0.354
	Lag 1	0.317	0.480	0.858	0.101	0.105
	Lag 2	0.816	0.084*	0.644	0.216	0.967
	Lag 3	0.852	0.660	0.442	0.135	0.237
	Lag 4	0.787	0.874	0.319	0.200	0.159
	Lag 5	0.191*	0.894	0.595	0.020*	0.561
	Lag 6	0.297	0.919	0.140*	0.335	0.011*
แสบคอ	Lag 0	0.016	0.008	0.000	0.000	0.000
	Lag 1	0.000*	0.014	0.000	0.000	0.000*
	Lag 2	0.000	0.003	0.000	0.000	0.003
	Lag 3	0.002	0.000	0.000	0.000	0.050
	Lag 4	0.001	0.000	0.000	0.000*	0.051
	Lag 5	0.059	0.000*	0.000	0.000	0.001
	Lag 6	0.019	0.000	0.000*	0.000	0.006
เสียงแหบ	Lag 0	0.858	0.000*	0.000*	0.001	0.470
	Lag 1	0.184	0.023	0.002	0.000*	0.007*
	Lag 2	0.042	0.465	0.079	0.000	0.457
	Lag 3	0.796	0.484	0.911	0.007	0.809
	Lag 4	0.005*	0.015	0.093	0.000	0.804
	Lag 5	0.190	0.000	0.015	0.000	0.087
	Lag 6	0.297	0.000	0.003	0.002	0.157

ไอแห้งๆ	Lag 0	0.004*	0.875	0.309	0.015	0.677
	Lag 1	0.149	0.343*	0.416	0.054	0.021
	Lag 2	0.446	0.781	0.051	0.076	0.181
	Lag 3	0.170	0.369	0.169	0.000*	0.018*
	Lag 4	0.720	0.485	0.121	0.008	0.019
	Lag 5	0.998	0.448	0.047	0.088	0.157
	Lag 6	0.443	0.762	0.006*	0.186	0.741
ไอมีเสมหะ	Lag 0	0.832	0.911	0.273	0.062	0.000*
	Lag 1	0.004*	0.845	0.943	0.209	0.263
	Lag 2	0.867	0.232	0.752	0.426	0.118
	Lag 3	0.089	0.980	0.206	0.005*	0.356
	Lag 4	0.927	0.002*	0.111*	0.172	0.152
	Lag 5	0.048	0.714	0.769	0.049	0.190
	Lag 6	0.063	0.161	0.853	0.659	0.026
หายใจลำบาก	Lag 0	0.972	0.733	0.001	0.006	0.472
	Lag 1	0.315	0.349	0.000	0.000	0.594
	Lag 2	0.075	0.165*	0.000	0.000	0.476
	Lag 3	0.062	0.220	0.001	0.006	0.746
	Lag 4	0.297	0.335	0.005	0.000*	0.051
	Lag 5	0.028*	0.315	0.005	0.001	0.006*
	Lag 6	0.049	0.453	0.000*	0.000	0.202
หายใจมีเสียงหวีด	Lag 0	0.248	0.039*	0.818	0.011*	0.732
	Lag 1	0.930	0.880	0.396	0.126	0.146
	Lag 2	0.394	0.775	0.803	0.026	0.957
	Lag 3	0.309	0.389	0.143*	0.023	0.830
	Lag 4	0.353	0.158	0.381	0.155	0.104*
	Lag 5	0.073*	0.058	0.508	0.315	0.286
	Lag 6	0.532	0.702	0.333	0.683	0.844
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.148	0.000*	0.905	0.733	0.203
	Lag 1	0.081	0.000	0.635	0.127	0.000
	Lag 2	0.001*	0.117	0.095	0.006	0.010
	Lag 3	0.127	0.237	0.040	0.033	0.000*
	Lag 4	0.527	0.008	0.836	0.000	0.002
	Lag 5	0.561	0.028	0.124	0.000	0.010
	Lag 6	0.351	0.019	0.000*	0.000*	0.000
เท้าบวม	Lag 0	0.113	0.000*	0.017	0.866	0.937
	Lag 1	0.056*	0.003	0.265	0.472	0.179
	Lag 2	0.109	0.016	0.202	0.013	0.082
	Lag 3	0.448	0.045	0.003	0.011*	0.024*
	Lag 4	0.652	0.203	0.656	0.029	0.664
	Lag 5	0.787	0.147	0.903	0.376	0.603
	Lag 6	0.169	0.718	0.000*	0.451	0.114
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	Lag 0	0.749	0.021*	0.874	0.812	0.179
	Lag 1	0.589	0.100	0.647	0.917	0.056*
	Lag 2	0.584	0.441	0.879	0.107	0.473
	Lag 3	0.806	0.623	0.410	0.168	0.626
	Lag 4	0.275*	0.060	0.425	0.001	0.430
	Lag 5	0.859	0.692	0.914	0.001	0.441
	Lag 6	0.278	0.986	0.003*	0.000*	0.583

คั่นตาม ร่างกาย	Lag 0	0.000	0.053*	0.001*	0.007	0.167
	Lag 1	0.000*	0.955	0.268	0.005	0.218
	Lag 2	0.013	0.330	0.174	0.004	0.756
	Lag 3	0.003	0.464	0.002	0.002*	0.838
	Lag 4	0.032	0.123	0.024	0.032	0.002*
	Lag 5	0.467	0.062	0.001	0.091	0.098
	Lag 6	0.329	0.178	0.063	0.046	0.889
มีพื้นแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.184	0.172	0.999	0.418	0.000
	Lag 1	0.006*	0.034	0.576	0.238*	0.000
	Lag 2	0.454	0.001	0.397	0.611	0.000
	Lag 3	0.518	0.000*	0.347*	0.570	0.000
	Lag 4	0.422	0.023	0.694	0.355	0.000
	Lag 5	0.396	0.002	0.415	0.691	0.000*
	Lag 6	0.044	0.041	0.404	0.493	0.000
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.115	0.000	0.001	0.000*	0.000
	Lag 1	0.089	0.000*	0.000*	0.001	0.000
	Lag 2	0.382	0.000	0.001	0.002	0.000
	Lag 3	0.063	0.000	0.042	0.002	0.000
	Lag 4	0.316	0.014	0.026	0.995	0.000*
	Lag 5	0.079	0.024	0.534	0.064	0.000
	Lag 6	0.003*	0.001	0.027	0.003	0.000
ตาแดง	Lag 0	0.000	0.000	0.048	0.000	0.258
	Lag 1	0.000	0.000	0.149	0.000	0.000
	Lag 2	0.000	0.000	0.710	0.000	0.019
	Lag 3	0.000	0.000	0.510	0.014	0.000
	Lag 4	0.000*	0.001	0.256	0.001	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.038*	0.000	0.000
	Lag 6	0.000	0.000*	0.517	0.000*	0.000*
น้ำตาไหล	Lag 0	0.001	0.000	0.000	0.000	0.008
	Lag 1	0.000	0.004	0.000	0.000	0.028
	Lag 2	0.000*	0.001	0.001	0.000	0.019
	Lag 3	0.007	0.000	0.006	0.000	0.021
	Lag 4	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000*
	Lag 5	0.000	0.000*	0.000	0.000*	0.000
	Lag 6	0.129	0.000	0.000*	0.000	0.001
มองเห็นภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.421	0.169	0.108	0.000	0.000*
	Lag 1	0.407	0.528	0.115	0.000	0.715
	Lag 2	0.033*	0.071*	0.017	0.000	0.190
	Lag 3	0.257	0.309	0.174	0.000	0.070
	Lag 4	0.169	0.371	0.320	0.000	0.089
	Lag 5	0.545	0.802	0.137	0.000	0.817
	Lag 6	0.810	0.944	0.000*	0.000*	0.922

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

ตารางที่ 20 แสดงค่า p -value ของ GEE (binary logistic regression) ของอาการต่างๆ ที่ lag 0–6 วันของ
ค่าทางอุตุนิยมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	Lag	p -value				
		ทัศนวิสัย	ความชื้นสัมพัทธ์	ความกดอากาศ	อุณหภูมิ	ความเร็วลม
คัดจมูก	Lag 0	0.001	0.134	0.124	0.716	0.000*
	Lag 1	0.000	0.507	0.717	0.452	0.032
	Lag 2	0.000	0.536	0.048	0.558	0.002
	Lag 3	0.000	0.000*	0.617	0.815	0.036
	Lag 4	0.000*	0.010	0.555	0.219	0.161
	Lag 5	0.000	0.050	0.006*	0.185*	0.002
	Lag 6	0.002	0.009	0.480	0.771	0.000
มีน้ำมูก	Lag 0	0.292	0.000*	0.000	0.000	0.034
	Lag 1	0.588	0.000	0.000*	0.001	0.082
	Lag 2	0.340	0.000	0.000	0.001	0.018
	Lag 3	0.168	0.040	0.000	0.000*	0.144
	Lag 4	0.969	0.199	0.020	0.003	0.008*
	Lag 5	0.892	0.073	0.000	0.212	0.022
	Lag 6	0.159*	0.245	0.255	0.020	0.424
แสบจมูก	Lag 0	0.000*	0.000	0.711	0.000	0.060
	Lag 1	0.000	0.000	0.060	0.000	0.258
	Lag 2	0.000	0.000	0.131	0.000	0.013
	Lag 3	0.000	0.000*	0.004	0.000	0.005
	Lag 4	0.000	0.000	0.013	0.000*	0.001
	Lag 5	0.000	0.000	0.113	0.000	0.000*
	Lag 6	0.042	0.001	0.000*	0.000	0.000
เลือดกำเดาไหล	Lag 0	0.004*	0.513	0.818	0.722	0.412
	Lag 1	0.009	0.455	0.280	0.011*	0.394
	Lag 2	0.074	0.700	0.794	0.011	0.726
	Lag 3	0.761	0.628	0.259	0.181	0.079*
	Lag 4	0.128	0.815	0.295	0.067	0.761
	Lag 5	0.620	0.107*	0.153	0.151	0.641
	Lag 6	0.719	0.737	0.059*	0.142	0.892
แสบคอ	Lag 0	0.000	0.002	0.000	0.000	0.023
	Lag 1	0.000	0.002	0.002	0.000	0.135
	Lag 2	0.000	0.001	0.000	0.000	0.559
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000*
	Lag 4	0.000*	0.000*	0.000	0.000	0.010
	Lag 5	0.000	0.000	0.000	0.000*	0.011
	Lag 6	0.000	0.000	0.000*	0.000	0.002
เสียงแหบ	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
	Lag 1	0.000	0.000	0.026	0.000	0.022
	Lag 2	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.219
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000*
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 6	0.000	0.000*	0.000*	0.000*	0.000

ไอแห้งๆ	Lag 0	0.340	0.002	0.000	0.000	0.013
	Lag 1	0.000	0.082	0.021	0.000	0.751
	Lag 2	0.000*	0.182	0.526	0.000	0.369
	Lag 3	0.000	0.003	0.093	0.000	0.001
	Lag 4	0.010	0.016	0.000	0.000	0.010
	Lag 5	0.000	0.045	0.000	0.000	0.016
	Lag 6	0.000	0.000*	0.000*	0.000*	0.001*
ไอมีเสมหะ	Lag 0	0.005	0.000*	0.000	0.000	0.001
	Lag 1	0.003	0.000	0.000	0.000	0.069
	Lag 2	0.017	0.000	0.000	0.000	0.001*
	Lag 3	0.006	0.000	0.000	0.000	0.576
	Lag 4	0.010	0.000	0.000	0.000*	0.174
	Lag 5	0.020	0.000	0.000	0.000	0.136
	Lag 6	0.001*	0.053	0.000*	0.000	0.312
หายใจลำบาก	Lag 0	0.000	0.356	0.000	0.000	0.000*
	Lag 1	0.000*	0.152	0.000*	0.000*	0.003
	Lag 2	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000
	Lag 3	0.001	0.000*	0.013	0.000	0.000
	Lag 4	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001
	Lag 5	0.000	0.018	0.000	0.002	0.004
	Lag 6	0.002	0.014	0.000	0.024	0.000
หายใจมีเสียงหวีด	Lag 0	0.266	0.000*	0.001	0.000*	0.024
	Lag 1	0.995	0.009	0.008	0.005	0.028
	Lag 2	0.302	0.273	0.317	0.000	0.114
	Lag 3	0.840	0.182	0.217	0.000	0.499
	Lag 4	0.009*	0.530	0.280	0.157	0.017*
	Lag 5	0.533	0.396	0.000*	0.325	0.084
	Lag 6	0.205	0.876	0.004	0.004	0.118
เหนื่อยง่าย	Lag 0	0.786	0.101	0.000	0.000*	0.001
	Lag 1	0.002*	0.095	0.000	0.000	0.000
	Lag 2	0.002	0.709	0.000	0.000	0.000
	Lag 3	0.128	0.510	0.000	0.000	0.000
	Lag 4	0.819	0.007*	0.000	0.000	0.000*
	Lag 5	0.547	0.208	0.000	0.000	0.000
	Lag 6	0.889	0.030	0.000*	0.000	0.006
เท้าบวม	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.000*	0.000
	Lag 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 2	0.001	0.000	0.000	0.000	0.006
	Lag 3	0.069	0.000	0.000*	0.000	0.000
	Lag 4	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 5	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 6	0.184	0.000*	0.000	0.000	0.000*
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	Lag 0	0.895	0.236	0.000	0.000	0.060
	Lag 1	0.307*	0.201	0.000	0.000*	0.006
	Lag 2	0.659	0.455	0.000	0.000	0.000*
	Lag 3	0.515	0.573	0.000	0.000	0.033
	Lag 4	0.772	0.383	0.000	0.000	0.013
	Lag 5	0.487	0.578	0.000	0.000	0.155
	Lag 6	0.791	0.046*	0.000*	0.000	0.495

คั่นตาม ร่างกาย	Lag 0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110
	Lag 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052
	Lag 2	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.016
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000*
	Lag 4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 6	0.000	0.000*	0.000*	0.000*	0.000
มีพื้นแดง ตาม ร่างกาย	Lag 0	0.001	0.025*	0.000	0.000	0.176
	Lag 1	0.000	0.094	0.009	0.000	0.008*
	Lag 2	0.000*	0.166	0.000	0.000	0.040
	Lag 3	0.000	0.277	0.103	0.000	0.639
	Lag 4	0.000	0.056	0.000*	0.000	0.475
	Lag 5	0.000	0.402	0.000	0.000*	0.119
	Lag 6	0.001	0.070	0.000	0.000	0.421
แสบหรือ คันตา	Lag 0	0.000	0.000*	0.002	0.001	0.000
	Lag 1	0.000*	0.000	0.000	0.000	0.000
	Lag 2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000*
	Lag 3	0.000	0.000	0.000	0.000*	0.000
	Lag 4	0.000	0.000	0.031	0.000	0.000
	Lag 5	0.000	0.000	0.083	0.000	0.020
	Lag 6	0.000	0.000	0.000*	0.001	0.009
ตาแดง	Lag 0	0.760	0.344	0.002*	0.000*	0.141
	Lag 1	0.139	0.765	0.081	0.003	0.580
	Lag 2	0.078*	0.805	0.134	0.006	0.109
	Lag 3	0.978	0.118*	0.660	0.050	0.035
	Lag 4	0.588	0.325	0.553	0.027	0.018*
	Lag 5	0.816	0.661	0.382	0.152	0.085
	Lag 6	0.105	0.283	0.068	0.227	0.081
น้ำตาไหล	Lag 0	0.000	0.075	0.005	0.005	0.012
	Lag 1	0.000*	0.000*	0.003	0.001	0.023
	Lag 2	0.000	0.000	0.085	0.000	0.012
	Lag 3	0.003	0.003	0.001*	0.000	0.000*
	Lag 4	0.143	0.023	0.035	0.000*	0.004
	Lag 5	0.347	0.044	0.211	0.000	0.154
	Lag 6	0.018	0.101	0.001	0.000	0.322
มองเห็นภาพ ไม่ค่อยชัด	Lag 0	0.956	0.467	0.000	0.000	0.007*
	Lag 1	0.025*	0.484	0.000	0.000*	0.972
	Lag 2	0.546	0.750	0.000	0.000	0.209
	Lag 3	0.319	0.400	0.002	0.000	0.028
	Lag 4	0.396	0.023*	0.008	0.000	0.236
	Lag 5	0.181	0.621	0.006	0.000	0.913
	Lag 6	0.715	0.818	0.000*	0.000	0.018

*ค่า p -value น้อยที่สุดใน lag

9. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง การมี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษรายวันแต่ละอาการของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ กับระดับสารมลพิษและค่าทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็ก PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃, ทิศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเร็วลม โดยเลือก lag period ที่ให้ค่า *p*-value ที่น้อยที่สุดจากการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (ดูตารางที่ 13 และตารางที่ 17) แล้วนำมาวิเคราะห์แบบ forward stepwise (likelihood ratio) ร่วมกับตัวแปรด้านเวลา และบุคคล ได้แก่ วันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ อายุ และเพศ ได้ผลการวิเคราะห์แสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์ *p*-value ค่า odds ratio และ 95% confidence interval (95% CI) ในตารางที่ 21 ถึงตารางที่ 39 ตามลำดับ ตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ รวมทั้ง lag period ที่ศึกษาความสัมพันธ์ และค่า odds ratio สรุปในตารางที่ 40

ตารางที่ 21 แสดง Odds ratio และค่า *p*-value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการคัดจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	<i>p</i> -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 4)	−0.162	0.062	*0.009	0.851	0.753	0.961
NO ₂ (lag 3)	0.010	0.005	*0.042	1.010	1.000	1.020
ค่าคงที่	−0.564	0.119	0.000	0.569		

*มีนัยสำคัญที่ *p*-value < 0.05

ตารางที่ 22 แสดง Odds ratio และค่า *p*-value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมีน้ำมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	<i>p</i> -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	−0.004	0.002	0.056	0.996	0.992	1.000
เพศ	−0.185	0.091	*0.043	0.831	0.694	0.994
CO (lag 1)	0.472	0.160	*0.003	1.603	1.171	2.193
ทัศนวิสัย (lag 2)	0.066	0.023	*0.004	1.069	1.022	1.117
อุณหภูมิ (lag 0)	−0.042	0.018	*0.017	0.959	0.926	0.993
ค่าคงที่	−0.521	0.455	0.252	0.594		

*มีนัยสำคัญที่ *p*-value < 0.05

ตารางที่ 23 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	−0.218	0.098	*0.026	0.805	0.664	0.974
SO ₂ (lag 0)	−0.244	0.071	*0.001	0.783	0.682	0.899
NO ₂ (lag 3)	0.015	0.006	*0.011	1.015	1.003	1.026
ทัศนวิสัย (lag 3)	−0.057	0.022	*0.010	0.945	0.904	0.987
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	−0.017	0.005	*0.001	0.983	0.974	0.993
ค่าคงที่	−0.125	0.311	0.688	0.882		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 24 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเลือดกำเดาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
O ₃ (lag 0)	0.033	0.013	*0.010	1.034	1.008	1.060
ค่าคงที่	−5.084	0.436	0.000	0.006		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 25 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบคอ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	−0.226	0.103	*0.028	0.798	0.652	0.976
SO ₂ (lag 6)	−0.160	0.073	*0.027	0.852	0.739	0.982
PM ₁₀ (lag 1)	0.004	0.002	*0.009	1.004	1.001	1.007
ค่าคงที่	−1.547	0.144	0.000	0.213		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 26 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเสียงแหบ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.463	0.162	*0.004	0.629	0.458	0.864
CO (lag 1)	1.137	0.310	*0.000	3.119	1.700	5.722
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 3)	0.021	0.007	*0.003	1.022	1.008	1.036
อุณหภูมิ (lag 6)	-0.084	0.020	*0.000	0.920	0.885	0.956
ความเร็วลม (lag 4)	0.066	0.014	*0.000	1.068	1.038	1.098
ค่าคงที่	-2.804	0.783	0.000	0.061		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 27 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอแห้งๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.013	0.003	*0.000	1.013	1.008	1.019
SO ₂ (lag 3)	-0.144	0.066	*0.029	0.866	0.762	0.985
CO (lag 3)	-0.371	0.140	*0.008	0.690	0.524	0.908
ทัศนวิสัย (lag 6)	-0.041	0.020	*0.037	0.960	0.923	0.997
ความเร็วลม (lag 2)	0.041	0.009	*0.000	1.041	1.022	1.061
ค่าคงที่	-0.810	0.223	0.000	0.445		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 28 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอมีเสมหะ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 0)	-0.297	0.070	*0.000	0.743	0.648	0.852
O ₃ (lag 4)	-0.008	0.004	*0.038	0.992	0.984	1.000
ค่าคงที่	-0.916	0.139	0.000	0.400		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 29 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการหายใจลำบาก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 4)	−0.284	0.081	*0.000	0.753	0.643	0.882
O ₃ (lag 2)	0.011	0.004	*0.012	1.011	1.002	1.020
ความเร็วลม (lag 3)	0.040	0.012	*0.001	1.041	1.017	1.065
ค่าคงที่	−2.151	0.195	0.000	0.116		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 30 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการหายใจมีเสียงหวีด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 3)	−0.520	0.215	*0.016	0.595	0.390	0.907
CO (lag 0)	−1.180	0.393	*0.003	0.307	0.142	0.664
O ₃ (lag 0)	0.045	0.011	*0.000	1.046	1.023	1.069
ทัศนวิสัย (lag 5)	0.144	0.059	*0.015	1.155	1.029	1.297
ความกดอากาศ (lag 2)	0.156	0.051	*0.002	1.169	1.058	1.290
ความเร็วลม (lag 5)	−0.076	0.033	*0.023	0.927	0.868	0.990
ค่าคงที่	−161.498	51.009	0.002	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 31 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	-0.462	0.230	*0.044	0.630	0.401	0.988
วันของสัปดาห์ (2)	0.144	0.215	0.504	1.154	0.758	1.758
วันของสัปดาห์ (3)	-0.515	0.242	*0.033	0.598	0.372	0.960
วันของสัปดาห์ (4)	-0.347	0.230	0.131	0.707	0.451	1.108
วันของสัปดาห์ (5)	-0.088	0.226	0.696	0.916	0.588	1.426
วันของสัปดาห์ (6)	0.002	0.231	0.993	1.002	0.637	1.577
อายุ	0.032	0.004	*0.000	1.033	1.025	1.040
NO ₂ (lag 0)	0.021	0.007	*0.002	1.022	1.008	1.036
PM ₁₀ (lag 4)	-0.006	0.002	*0.006	0.994	0.989	0.998
ความเร็วลม (lag 1)	0.045	0.013	*0.000	1.047	1.020	1.074
ค่าคงที่	-3.454	0.363	0.000	0.032		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 32 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเท้าบวม ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.778	0.373	*0.037	0.459	0.221	0.954
CO (lag 0)	-1.063	0.391	*0.007	0.346	0.161	0.744
ค่าคงที่	-3.014	0.371	0.000	0.049		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 33 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการซีฟง (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
NO ₂ (lag 3)	0.026	0.010	*0.008	1.026	1.007	1.046
O ₃ (lag 0)	0.014	0.007	*0.049	1.014	1.000	1.029
ความกดอากาศ (lag 0)	-0.061	0.030	*0.041	0.941	0.887	0.998
ความเร็วลม (lag 4)	0.043	0.015	*0.006	1.044	1.012	1.076
ค่าคงที่	57.462	30.202	0.057	9.023×10 ²⁴		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 34 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.187	0.089	*0.036	0.829	0.696	0.988
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 6)	-0.012	0.004	*0.002	0.988	0.980	0.995
อุณหภูมิ (lag 0)	0.072	0.011	*0.000	1.075	1.052	1.099
ค่าคงที่	-2.283	0.384	0.000	0.102		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 35 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.338	0.114	*0.003	0.713	0.570	0.892
อายุ	0.008	0.004	*0.036	1.008	1.000	1.015
NO ₂ (lag 5)	0.014	0.007	*0.043	1.014	1.000	1.028
PM ₁₀ (lag 6)	-0.005	0.002	*0.013	0.995	0.991	0.999
ความเร็วลม (lag 6)	-0.033	0.013	*0.010	0.968	0.944	0.992
ค่าคงที่	-1.685	0.268	0.000	0.185		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 36 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.016	0.003	*0.000	1.016	1.011	1.022
PM ₁₀ (lag 0)	0.008	0.001	*0.000	1.008	1.005	1.011
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 5)	-0.015	0.004	*0.001	0.986	0.977	0.994
ความกดอากาศ (lag 5)	-0.046	0.014	*0.001	0.955	0.930	0.981
อุณหภูมิ (lag 1)	0.042	0.012	*0.001	1.043	1.018	1.068
ค่าคงที่	43.883	13.789	0.001	1.144×10^{19}		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 37 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 6)	−0.243	0.120	*0.043	0.785	0.620	0.993
NO ₂ (lag 1)	0.025	0.010	*0.013	1.026	1.005	1.047
ทัศนวิสัย (lag 1)	−0.090	0.037	*0.014	0.914	0.851	0.982
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 6)	−0.028	0.009	*0.003	0.972	0.954	0.990
อุณหภูมิ (lag 0)	0.065	0.023	*0.005	1.067	1.020	1.117
ค่าคงที่	−3.032	1.061	0.004	0.048		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 38 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.018	0.003	*0.000	1.018	1.011	1.025
NO ₂ (lag 1)	0.014	0.006	*0.022	1.014	1.002	1.026
O ₃ (lag 2)	0.011	0.004	*0.008	1.011	1.003	1.020
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 4)	−0.015	0.005	*0.003	0.985	0.975	0.995
อุณหภูมิ (lag 1)	0.046	0.014	*0.001	1.047	1.018	1.077
ค่าคงที่	−3.408	0.567	0.000	0.033		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 39 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมองเห็นภาพไม่ค่อยชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.044	0.004	*0.000	1.045	1.036	1.054
SO ₂ (lag 2)	−0.452	0.101	*0.000	0.637	0.523	0.775
ทัศนวิสัย (lag 4)	−0.073	0.030	*0.014	0.929	0.876	0.985
ค่าคงที่	−3.112	0.309	0.000	0.044		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 40 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	ตัวแปรที่สัมพันธ์	Lag	ทิศทางความสัมพันธ์	Odds ratio/หน่วยของตัวแปร
คัดจมูก	SO ₂	4	ลบ	0.851
	NO ₂	3	บวก	1.010
มีน้ำมูก	เพศ	–	–	0.831
	CO	1	บวก	1.603
	ทัศนวิสัย	2	บวก	1.069
	อุณหภูมิ	0	ลบ	0.959
แสบจมูก	เพศ	–	–	0.805
	SO ₂	0	ลบ	0.783
	NO ₂	3	บวก	1.015
	ทัศนวิสัย	3	ลบ	0.945
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	ลบ	0.983
เลือดกำเดาไหล	O ₃	0	บวก	1.034
แสบคอ	เพศ	–	–	0.798
	SO ₂	6	ลบ	0.852
	PM ₁₀	1	บวก	1.004
เสียงแหบ	เพศ	–	–	0.629
	CO	1	บวก	3.119
	ความชื้นสัมพัทธ์	3	บวก	1.022
	อุณหภูมิ	6	ลบ	0.920
	ความเร็วลม	4	บวก	1.068
ไอแห้งๆ	อายุ	–	บวก	1.013
	SO ₂	3	ลบ	0.866
	CO	3	ลบ	0.690
	ทัศนวิสัย	6	ลบ	0.960
	ความเร็วลม	2	บวก	1.041
ไอมีเสมหะ	SO ₂	0	ลบ	0.743
	O ₃	4	ลบ	0.992
หายใจลำบาก	SO ₂	4	ลบ	0.753
	O ₃	2	บวก	1.011
	ความเร็วลม	3	บวก	1.041
หายใจมีเสียงหวีด	SO ₂	3	ลบ	0.595
	CO	0	ลบ	0.307
	O ₃	0	บวก	1.046
	ทัศนวิสัย	5	บวก	1.155
	ความกดอากาศ	2	บวก	1.169

เหนือง่าย	วันของสัปดาห์ (1)	–	–	0.630
	วันของสัปดาห์ (2)	–	–	1.154
	วันของสัปดาห์ (3)	–	–	0.598
	วันของสัปดาห์ (4)	–	–	0.707
	วันของสัปดาห์ (5)	–	–	0.916
	วันของสัปดาห์ (6)	–	–	1.002
	อายุ	–	บวก	1.033
	NO ₂	0	บวก	1.022
	PM ₁₀	4	ลบ	0.994
	ความเร็วลม	1	บวก	1.047
เท้าบวก	เพศ	–	–	0.459
	CO	0	ลบ	0.346
ชีพจร (หัวใจ) เด่นเร็ว	NO ₂	3	บวก	1.026
	O ₃	0	บวก	1.014
	ความกดอากาศ	0	ลบ	0.941
	ความเร็วลม	4	บวก	1.044
คันตามร่างกาย	เพศ	–	–	0.829
	ความชื้นสัมพัทธ์	6	ลบ	0.988
	อุณหภูมิ	0	บวก	1.075
มีผื่นแดงตามร่างกาย	เพศ	–	–	0.713
	อายุ	–	บวก	1.008
	NO ₂	5	บวก	1.014
	PM ₁₀	6	ลบ	0.995
	ความเร็วลม	6	ลบ	0.968
แสบหรือคันตา	อายุ	–	บวก	1.016
	PM ₁₀	0	บวก	1.008
	ความชื้นสัมพัทธ์	5	ลบ	0.986
	ความกดอากาศ	5	ลบ	0.955
	อุณหภูมิ	1	บวก	1.043
ตาแดง	SO ₂	6	ลบ	0.785
	NO ₂	1	บวก	1.026
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.914
	ความชื้นสัมพัทธ์	6	ลบ	0.972
	อุณหภูมิ	0	บวก	1.067
น้ำตาไหล	อายุ	–	บวก	1.018
	NO ₂	1	บวก	1.014
	O ₃	2	บวก	1.011
	ความชื้นสัมพัทธ์	4	ลบ	0.985
	อุณหภูมิ	1	บวก	1.047

มองภาพไม่ค่อยชัด	อายุ	–	บวก	1.045
	SO ₂	2	ลบ	0.637
	ทัศนวิสัย	4	ลบ	0.929

10. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง การมี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษรายวันแต่ละอาการของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ กับระดับสารมลพิษและค่าทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็ก PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃, ทัศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเร็วลม โดยเลือก lag period ที่ให้ค่า *p*-value ที่น้อยที่สุดจากการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (ดูตารางที่ 14 และตารางที่ 18) แล้วนำมาวิเคราะห์แบบ forward stepwise (likelihood ratio) ร่วมกับตัวแปรด้านเวลา และบุคคล ได้แก่ วันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ อายุ และเพศ ได้ผลการวิเคราะห์แสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์ *p*-value ค่า odds ratio และ 95% confidence interval (95% CI) ในตารางที่ 41 ถึงตารางที่ 59 ตามลำดับ ตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ รวมทั้ง lag period ที่ศึกษาความสัมพันธ์ และค่า odds ratio สรุปในตารางที่ 60

ตารางที่ 41 แสดง Odds ratio และค่า *p*-value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการคัดจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	<i>p</i> -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	–0.006	0.001	*0.000	0.994	0.991	0.997
CO (lag 3)	0.127	0.051	*0.013	1.136	1.027	1.256
ทัศนวิสัย (lag 6)	–0.064	0.019	*0.001	0.938	0.903	0.974
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	–0.011	0.004	*0.005	0.989	0.982	0.997
ค่าคงที่	0.671	0.279	0.016	1.957		

*มีนัยสำคัญที่ *p*-value < 0.05

ตารางที่ 42 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมีน้ำมูกในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 2)	0.189	0.085	*0.026	1.208	1.023	1.426
NO ₂ (lag 0)	0.029	0.010	*0.003	1.029	1.010	1.049
O ₃ (lag 5)	-0.013	0.006	*0.019	0.987	0.976	0.998
ทัศนวิสัย (lag 6)	-0.062	0.022	*0.005	0.940	0.900	0.982
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	-0.009	0.004	*0.038	0.991	0.983	0.999
ความกดอากาศ (lag 6)	0.030	0.017	0.083	1.031	0.996	1.066
อุณหภูมิ (lag 3)	-0.048	0.014	*0.001	0.953	0.927	0.980
ค่าคงที่	-29.143	17.741	0.100	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 43 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบจมูกในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
NO ₂ (lag 1)	0.048	0.011	*0.000	1.049	1.028	1.071
CO (lag 3)	0.113	0.051	*0.028	1.119	1.012	1.238
O ₃ (lag 3)	-0.028	0.006	*0.000	0.973	0.961	0.984
ทัศนวิสัย (lag 6)	-0.074	0.024	*0.003	0.929	0.886	0.975
อุณหภูมิ (lag 1)	-0.034	0.014	*0.017	0.967	0.941	0.994
ความเร็วลม (lag 2)	-0.043	0.011	*0.000	0.958	0.938	0.978
ค่าคงที่	0.638	0.526	0.225	1.893		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 44 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเลือดกำเดาไหลในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
NO ₂ (lag 6)	0.206	0.071	*0.003	1.229	1.070	1.412
ความเร็วลม (lag 3)	-0.250	0.109	*0.022	0.779	0.630	0.964
ค่าคงที่	-7.292	1.094	0.000	0.001		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 45 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบคอ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	-0.011	0.003	*0.001	0.989	0.983	0.995
NO ₂ (lag 1)	0.047	0.011	*0.000	1.048	1.027	1.070
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	-0.013	0.005	*0.005	0.987	0.978	0.996
ความกดอากาศ (lag 6)	0.067	0.016	*0.000	1.069	1.037	1.103
ค่าคงที่	-68.453	15.963	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 46 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเสียงแหบ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 2)	0.283	0.105	*0.007	1.327	1.080	1.631
NO ₂ (lag 0)	0.072	0.014	*0.000	1.075	1.046	1.103
ทัศนวิสัย (lag 6)	-0.112	0.026	*0.000	0.894	0.849	0.941
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	-0.019	0.007	*0.003	0.981	0.968	0.994
ความกดอากาศ (lag 2)	0.049	0.016	*0.002	1.051	1.018	1.085
ความเร็วลม (lag 1)	-0.079	0.014	*0.000	0.924	0.899	0.950
ค่าคงที่	-50.669	16.385	0.002	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 47 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอแห้งๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.009	0.003	*0.005	1.009	1.003	1.015
NO ₂ (lag 0)	0.034	0.010	*0.001	1.034	1.014	1.055
O ₃ (lag 2)	-0.021	0.006	*0.000	0.979	0.968	0.990
อุณหภูมิจึง (lag 0)	-0.058	0.013	*0.000	0.944	0.920	0.968
ความเร็วลม (lag 3)	-0.041	0.010	*0.000	0.959	0.941	0.979
ค่าคงที่	0.440	0.409	0.281	1.553		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 48 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการไอมีเสมหะ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
เพศ	0.298	0.104	*0.004	1.348	1.098	1.654
อายุ	0.018	0.003	*0.000	1.019	1.012	1.025
CO (lag 3)	0.099	0.051	0.050	1.104	1.000	1.220
ทัศนวิสัย (lag 1)	-0.049	0.022	*0.024	0.952	0.912	0.994
ความกดอากาศ (lag 0)	0.024	0.011	*0.023	1.024	1.003	1.046
ค่าคงที่	-26.486	10.597	0.012	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 49 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการหายใจลำบาก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.006	0.002	*0.002	0.994	0.991	0.998
NO ₂ (lag 1)	0.039	0.012	*0.001	1.040	1.016	1.064
CO (lag 2)	0.126	0.050	*0.012	1.134	1.028	1.252
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	-0.018	0.005	*0.001	0.983	0.972	0.993
ความเร็วลม (lag 0)	-0.028	0.012	*0.018	0.972	0.950	0.995
ค่าคงที่	-0.945	0.349	0.007	0.389		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 50 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการหายใจมีเสียงหวีด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	−0.016	0.003	*0.000	0.984	0.977	0.991
อายุ	0.014	0.006	*0.021	1.014	1.002	1.026
PM ₁₀ (lag 0)	0.006	0.003	0.090	1.006	0.999	1.013
ทัศนวิสัย (lag 6)	−0.114	0.046	*0.013	0.892	0.815	0.976
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 1)	−0.020	0.009	*0.033	0.980	0.963	0.998
ค่าคงที่	−1.271	0.806	0.115	0.280		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 51 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.011	0.003	*0.000	1.011	1.006	1.016
NO ₂ (lag 0)	0.024	0.009	*0.006	1.024	1.007	1.042
CO (lag 3)	0.111	0.047	*0.018	1.118	1.019	1.226
ค่าคงที่	−1.543	0.173	0.000	0.214		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 52 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเท้าบวม ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 3)	0.882	0.343	*0.010	2.416	1.233	4.731
ทัศนวิสัย (lag 3)	0.276	0.089	*0.002	1.318	1.106	1.570
ความเร็วลม (lag 6)	−0.163	0.056	*0.004	0.850	0.761	0.949
ค่าคงที่	−6.846	0.992	0.000	0.001		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 53 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการชีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
SO ₂ (lag 2)	0.287	0.145	*0.047	1.332	1.003	1.768
PM ₁₀ (lag 0)	0.009	0.003	*0.002	1.009	1.003	1.015
อุณหภูมิ (lag 5)	0.045	0.021	*0.032	1.046	1.004	1.091
ค่าคงที่	-4.829	0.621	0.000	0.008		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 54 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.006	0.003	*0.034	1.006	1.000	1.011
SO ₂ (lag 3)	0.185	0.077	*0.017	1.204	1.034	1.401
อุณหภูมิ (lag 2)	0.037	0.011	*0.001	1.037	1.016	1.059
ความเร็วลม (lag 0)	0.033	0.008	*0.000	1.033	1.017	1.049
ค่าคงที่	-2.289	0.327	0.000	0.101		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 55 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.340	0.126	*0.007	0.712	0.556	0.911
SO ₂ (lag 3)	0.260	0.112	*0.020	1.297	1.043	1.614
O ₃ (lag 4)	-0.021	0.007	*0.003	0.980	0.966	0.993
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 1)	-0.012	0.005	*0.025	0.989	0.979	0.999
อุณหภูมิ (lag 2)	0.037	0.016	*0.020	1.037	1.006	1.070
ความเร็วลม (lag 5)	0.031	0.011	*0.005	1.032	1.010	1.055
ค่าคงที่	-1.983	0.510	0.000	0.138		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 56 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	−0.223	0.091	*0.014	0.800	0.669	0.955
อายุ	0.011	0.003	*0.000	1.011	1.005	1.016
NO ₂ (lag 4)	0.049	0.009	*0.000	1.050	1.031	1.070
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 3)	−0.011	0.004	*0.007	0.989	0.982	0.997
อุณหภูมิ (lag 0)	−0.050	0.012	*0.000	0.951	0.930	0.973
ค่าคงที่	−0.008	0.421	0.984	0.992		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 57 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	−0.024	0.011	*0.038	0.977	0.955	0.999
SO ₂ (lag 2)	1.081	0.357	*0.002	2.948	1.463	5.940
O ₃ (lag 3)	−0.115	0.026	*0.000	0.891	0.847	0.938
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 5)	−0.036	0.018	0.051	0.965	0.930	1.000
อุณหภูมิ (lag 6)	0.203	0.064	*0.001	1.225	1.081	1.388
ความเร็วลม (lag 3)	−0.129	0.051	*0.011	0.879	0.796	0.970
ค่าคงที่	−3.403	2.113	0.107	0.033		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 58 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
เพศ	-0.441	0.128	*0.001	0.644	0.501	0.826
อายุ	0.030	0.004	*0.000	1.031	1.023	1.039
NO ₂ (lag 3)	0.064	0.013	*0.000	1.066	1.040	1.093
ทัศนวิสัย (lag 1)	0.079	0.028	*0.004	1.082	1.025	1.142
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 5)	-0.016	0.006	*0.003	0.984	0.973	0.995
อุณหภูมิ (lag 0)	-0.047	0.015	*0.002	0.954	0.925	0.983
ค่าคงที่	-2.735	0.611	0.000	0.065		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 59 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการมองเห็นไม่ค่อยชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
อายุ	0.035	0.004	*0.000	1.035	1.028	1.042
SO ₂ (lag 2)	0.191	0.095	*0.045	1.210	1.004	1.459
O ₃ (lag 2)	-0.039	0.008	*0.000	0.962	0.947	0.977
PM ₁₀ (lag 1)	0.009	0.002	*0.000	1.009	1.004	1.014
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 5)	-0.025	0.005	*0.000	0.975	0.965	0.985
ความกดอากาศ (lag 6)	0.062	0.018	*0.000	1.064	1.028	1.102
ค่าคงที่	-64.471	17.865	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 60 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	ตัวแปรที่สัมพันธ์	Lag	ทิศทางความสัมพันธ์	Odds ratio/หน่วยของตัวแปร
คัดจมูก	วันที่ศึกษา	—	—	0.994
	CO	3	บวก	1.136
	ทัศนวิสัย	6	ลบ	0.938
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	ลบ	0.989

มีน้ำมูก	SO ₂	2	บวก	1.208
	NO ₂	0	บวก	1.029
	O ₃	5	ลบ	0.987
	ทัศนวิสัย	6	ลบ	0.940
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	ลบ	0.991
	อุณหภูมิ	3	ลบ	0.953
แสบจมูก	NO ₂	1	บวก	1.049
	CO	3	บวก	1.119
	O ₃	3	ลบ	0.973
	ทัศนวิสัย	6	ลบ	0.929
	อุณหภูมิ	1	ลบ	0.967
	ความเร็วลม	2	ลบ	0.958
เลือดกำเดาไหล	NO ₂	6	บวก	1.229
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.779
แสบคอ	อายุ	—	ลบ	0.989
	NO ₂	1	บวก	1.048
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	ลบ	0.987
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.069
เสียงแหบ	SO ₂	2	บวก	1.327
	NO ₂	0	บวก	1.075
	ทัศนวิสัย	6	ลบ	0.894
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	ลบ	0.981
	ความกดอากาศ	2	บวก	1.051
	ความเร็วลม	1	ลบ	0.924
ไอแห้งๆ	อายุ	—	บวก	1.009
	NO ₂	0	บวก	1.034
	O ₃	2	ลบ	0.979
	อุณหภูมิ	0	ลบ	0.944
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.959
ไอมีเสมหะ	เพศ	—	—	1.348
	อายุ	—	บวก	1.019
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.952
	ความกดอากาศ	0	บวก	1.024
หายใจลำบาก	วันที่ศึกษา	—	—	0.994
	NO ₂	1	บวก	1.040
	CO	2	บวก	1.134
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	ลบ	0.983
	ความเร็วลม	0	ลบ	0.972

หายใจมีเสียงหวีด	วันที่ศึกษา	—	—	0.984
	อายุ	—	บวก	1.014
	ทัศนวิสัย	6	ลบ	0.892
	ความชื้นสัมพัทธ์	1	ลบ	0.980
เหนื่อยง่าย	อายุ	—	บวก	1.011
	NO ₂	0	บวก	1.024
	CO	3	บวก	1.118
เท้าบวม	SO ₂	3	บวก	2.416
	ทัศนวิสัย	3	บวก	1.318
	ความเร็วลม	6	ลบ	0.850
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	SO ₂	2	บวก	1.332
	PM ₁₀	0	บวก	1.009
	อุณหภูมิ	5	บวก	1.046
คันตามร่างกาย	อายุ	—	บวก	1.006
	SO ₂	3	บวก	1.204
	อุณหภูมิ	2	บวก	1.037
	ความเร็วลม	0	บวก	1.033
มีผื่นแดงตามร่างกาย	เพศ	—	—	0.712
	SO ₂	3	บวก	1.297
	O ₃	4	ลบ	0.980
	ความชื้นสัมพัทธ์	1	ลบ	0.989
	อุณหภูมิ	2	บวก	1.037
	ความเร็วลม	5	บวก	1.032
แสบหรือคันตา	เพศ	—	—	0.800
	อายุ	—	บวก	1.011
	NO ₂	4	บวก	1.050
	ความชื้นสัมพัทธ์	3	ลบ	0.989
	อุณหภูมิ	0	ลบ	0.951
ตาแดง	วันที่ศึกษา	—	—	0.977
	SO ₂	2	บวก	2.948
	O ₃	3	ลบ	0.891
	อุณหภูมิ	6	บวก	1.225
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.879
น้ำตาไหล	เพศ	—	—	0.644
	อายุ	—	บวก	1.031
	NO ₂	3	บวก	1.066
	ทัศนวิสัย	1	บวก	1.082
	ความชื้นสัมพัทธ์	5	ลบ	0.984
	อุณหภูมิ	0	ลบ	0.954

มองภาพไม่ค่อยชัด	อายุ	–	บวก	1.035
	SO ₂	2	บวก	1.210
	O ₃	2	ลบ	0.962
	PM ₁₀	1	บวก	1.009
	ความชื้นสัมพัทธ์	5	ลบ	0.975
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.064

11. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการมี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษรายวันแต่ละอาการของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ กับระดับสารมลพิษและค่าทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็ก PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃, ทิศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเร็วลม โดยเลือก lag period ที่ให้ค่า *p*-value ที่น้อยที่สุดจากการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (ดูตารางที่ 15 และตารางที่ 19) แล้วนำมาวิเคราะห์แบบ forward stepwise (likelihood ratio) ร่วมกับตัวแปรด้านเวลา และบุคคล ได้แก่ วันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ อายุ และเพศ ได้ผลการวิเคราะห์แสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์ *p*-value ค่า odds ratio และ 95% confidence interval (95% CI) ในตารางที่ 61 ถึงตารางที่ 79 ตามลำดับ ตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ รวมทั้ง lag period ที่ศึกษาความสัมพันธ์ และค่า odds ratio สรุปในตารางที่ 80

ตารางที่ 61 แสดง Odds ratio และค่า *p*-value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการคัดจมูกในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	<i>p</i> -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.007	0.003	*0.011	1.007	1.002	1.013
SO ₂ (lag 5)	0.331	0.062	*0.000	1.393	1.233	1.574
O ₃ (lag 6)	–0.010	0.003	*0.003	0.990	0.983	0.997
ความกดอากาศ (lag 6)	0.043	0.015	*0.004	1.043	1.014	1.074
ค่าคงที่	–43.026	14.942	0.004	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ *p*-value < 0.05

ตารางที่ 62 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมีน้ำมูกในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	−0.109	0.155	*0.001	0.897	0.661	1.216
วันของสัปดาห์ (2)	0.107	0.150	0.484	1.113	0.829	1.494
วันของสัปดาห์ (3)	−0.421	0.155	0.478	0.656	0.484	0.889
วันของสัปดาห์ (4)	−0.454	0.158	*0.007	0.635	0.467	0.865
วันของสัปดาห์ (5)	−0.266	0.154	*0.004	0.766	0.567	1.037
วันของสัปดาห์ (6)	−0.223	0.153	0.084	0.800	0.593	1.080
CO (lag 1)	0.404	0.133	0.145	1.498	1.155	1.944
O ₃ (lag 1)	−0.009	0.004	*0.002	0.991	0.984	0.998
ทัศนวิสัย (lag 2)	0.035	0.021	*0.016	1.036	0.994	1.078
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 6)	0.011	0.004	0.091	1.011	1.004	1.018
อุณหภูมิ (lag 6)	−0.068	0.011	*0.003	0.935	0.915	0.955
ค่าคงที่	0.999	0.470	0.000	2.716		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 63 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบจมูกในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	−0.004	0.002	0.071	0.996	0.991	1.000
เพศ	−0.179	0.091	*0.048	0.836	0.700	0.998
SO ₂ (lag 0)	0.235	0.072	*0.001	1.264	1.098	1.456
CO (lag 2)	0.397	0.156	*0.011	1.487	1.096	2.017
ทัศนวิสัย (lag 4)	0.067	0.022	*0.003	1.070	1.024	1.118
ความกดอากาศ (lag 6)	0.098	0.021	*0.000	1.102	1.059	1.148
อุณหภูมิ (lag 6)	−0.035	0.017	*0.041	0.965	0.933	0.999
ค่าคงที่	−99.276	20.952	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 64 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเลือดกำเดาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
NO ₂ (lag 1)	0.026	0.011	*0.023	1.026	1.004	1.049
O ₃ (lag 0)	0.024	0.008	*0.005	1.024	1.007	1.041
อุณหภูมิ (lag 5)	-0.055	0.026	*0.034	0.947	0.900	0.996
ความเร็วลม (lag 6)	0.040	0.017	*0.020	1.041	1.006	1.076
ค่าคงที่	-3.130	0.745	0.000	0.044		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 65 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบคอ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.012	0.002	*0.000	0.988	0.983	0.992
SO ₂ (lag 0)	0.353	0.087	*0.000	1.423	1.201	1.686
NO ₂ (lag 1)	0.017	0.007	*0.011	1.017	1.004	1.031
ทัศนวิสัย (lag 1)	0.114	0.027	*0.000	1.120	1.062	1.181
ความกดอากาศ (lag 6)	0.047	0.020	*0.020	1.048	1.007	1.091
ความเร็วลม (lag 1)	0.024	0.012	*0.039	1.025	1.001	1.048
ค่าคงที่	-50.073	20.707	0.016	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 66 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเสียงแหบในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	0.252	0.149	0.092	1.286	0.960	1.724
วันของสัปดาห์ (2)	0.444	0.158	*0.005	1.559	1.143	2.125
วันของสัปดาห์ (3)	-0.035	0.151	0.817	0.966	0.718	1.299
วันของสัปดาห์ (4)	0.072	0.154	0.638	1.075	0.795	1.455
วันของสัปดาห์ (5)	0.244	0.153	0.112	1.276	0.945	1.724
วันของสัปดาห์ (6)	0.070	0.155	0.654	1.072	0.791	1.454
O ₃ (lag 4)	0.010	0.003	*0.000	1.010	1.005	1.016
ทัศนวิสัย (lag 4)	-0.025	0.005	*0.000	0.975	0.966	0.985
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	0.273	0.124	*0.027	1.315	1.032	1.675
อุณหภูมิ (lag 1)	0.019	0.003	*0.000	1.019	1.012	1.026
ความเร็วลม (lag 1)	-0.035	0.018	0.058	0.966	0.932	1.001
ค่าคงที่	-0.017	0.009	0.045	0.983	0.966	1.000

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 67 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอแห้งๆในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	0.252	0.149	0.092	1.286	0.960	1.724
วันของสัปดาห์ (2)	0.444	0.158	*0.005	1.559	1.143	2.125
วันของสัปดาห์ (3)	-0.035	0.151	0.817	0.966	0.718	1.299
วันของสัปดาห์ (4)	0.072	0.154	0.638	1.075	0.795	1.455
วันของสัปดาห์ (5)	0.244	0.153	0.112	1.276	0.945	1.724
วันของสัปดาห์ (6)	0.070	0.155	0.654	1.072	0.791	1.454
อายุ	0.010	0.003	*0.000	1.010	1.005	1.016
NO ₂ (lag 6)	-0.025	0.005	*0.000	0.975	0.966	0.985
CO (lag 4)	0.273	0.124	*0.027	1.315	1.032	1.675
O ₃ (lag 6)	0.019	0.003	*0.000	1.019	1.012	1.026
ทัศนวิสัย (lag 0)	-0.035	0.018	0.058	0.966	0.932	1.001
ความเร็วลม (lag 3)	-0.017	0.009	*0.045	0.983	0.966	1.000
ค่าคงที่	-0.274	0.278	0.324	0.760		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 68 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอมีเสมหะ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.009	0.003	*0.002	1.009	1.003	1.015
SO ₂ (lag 4)	0.247	0.067	*0.000	1.280	1.123	1.458
NO ₂ (lag 3)	-0.023	0.005	*0.000	0.977	0.967	0.987
CO (lag 0)	0.315	0.126	*0.012	1.370	1.071	1.754
O ₃ (lag 3)	0.010	0.004	*0.008	1.010	1.003	1.018
อุณหภูมิ (lag 3)	0.031	0.012	*0.009	1.032	1.008	1.057
ความเร็วลม (lag 0)	-0.019	0.009	*0.027	0.981	0.965	0.998
ค่าคงที่	-1.891	0.426	0.000	0.151		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 69 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการหายใจลำบาก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.190	0.088	*0.031	0.827	0.696	0.983
อายุ	0.011	0.003	*0.000	1.011	1.005	1.017
CO (lag 2)	0.433	0.137	*0.002	1.542	1.178	2.018
ทัศนวิสัย (lag 5)	-0.067	0.020	*0.001	0.935	0.899	0.974
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 2)	0.009	0.004	*0.039	1.009	1.000	1.018
ความกดอากาศ (lag 6)	0.092	0.014	*0.000	1.096	1.067	1.127
ความเร็วลม (lag 5)	-0.037	0.010	*0.000	0.964	0.945	0.982
ค่าคงที่	-94.226	14.005	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 70 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการหายใจมีเสียงหวีด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.012	0.003	*0.000	0.988	0.982	0.993
อายุ	0.022	0.004	*0.000	1.022	1.014	1.030
SO ₂ (lag 1)	-0.658	0.104	*0.000	0.518	0.423	0.635
CO (lag 6)	-0.359	0.172	*0.036	0.698	0.499	0.978
O ₃ (lag 5)	-0.016	0.005	*0.002	0.985	0.975	0.994
อุณหภูมิ (lag 0)	0.096	0.021	*0.000	1.100	1.055	1.148
ความเร็วลม (lag 4)	0.045	0.012	*0.000	1.046	1.023	1.071
ค่าคงที่	-3.408	0.611	0.000	0.033		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 71 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	0.415	0.152	*0.006	1.514	1.124	2.040
วันของสัปดาห์ (2)	0.501	0.157	*0.001	1.650	1.213	2.244
วันของสัปดาห์ (3)	0.497	0.151	*0.001	1.644	1.224	2.209
วันของสัปดาห์ (4)	0.680	0.156	*0.000	1.973	1.453	2.680
วันของสัปดาห์ (5)	0.205	0.156	0.188	1.228	0.905	1.665
วันของสัปดาห์ (6)	0.100	0.157	0.523	1.105	0.813	1.502
วันที่ศึกษา	-0.007	0.002	*0.000	0.993	0.989	0.996
อายุ	0.020	0.003	*0.000	1.020	1.014	1.026
NO ₂ (lag 1)	-0.016	0.007	*0.020	0.985	0.972	0.998
PM ₁₀ (lag 1)	0.010	0.002	*0.000	1.010	1.006	1.013
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	-0.015	0.004	*0.000	0.985	0.977	0.993
ความกดอากาศ (lag 6)	0.044	0.018	*0.014	1.045	1.009	1.083
ความเร็วลม (lag 3)	-0.038	0.009	*0.000	0.962	0.945	0.980
ค่าคงที่	-45.256	18.349	0.014	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 72 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแพ้บวมในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	0.006	0.003	*0.012	1.006	1.001	1.012
อายุ	0.024	0.006	*0.000	1.024	1.012	1.036
CO (lag 1)	-0.706	0.235	*0.003	0.494	0.311	0.782
PM ₁₀ (lag 0)	-0.009	0.003	*0.002	0.991	0.985	0.997
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	0.018	0.007	*0.006	1.018	1.005	1.032
ค่าคงที่	-3.810	0.627	0.000	0.022		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 73 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไข้พอร (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.038	0.004	*0.000	1.039	1.031	1.047
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	-0.016	0.005	*0.002	0.984	0.974	0.994
อุณหภูมิ (lag 6)	-0.057	0.014	*0.000	0.944	0.919	0.971
ความเร็วลม (lag 1)	-0.025	0.012	*0.037	0.975	0.952	0.998
ค่าคงที่	-1.108	0.529	0.036	0.330		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 74 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
เพศ	-0.174	0.081	*0.031	0.840	0.717	0.984
อายุ	0.010	0.003	*0.000	1.010	1.004	1.016
SO ₂ (lag 6)	-0.191	0.060	*0.001	0.826	0.735	0.928
O ₃ (lag 0)	0.007	0.003	*0.029	1.007	1.001	1.014
ทัศนวิสัย (lag 1)	-0.084	0.020	*0.000	0.919	0.884	0.956
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	-0.011	0.004	*0.008	0.989	0.982	0.997
ความเร็วลม (lag 4)	0.029	0.008	*0.000	1.030	1.013	1.047
ค่าคงที่	0.617	0.330	0.061	1.854		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 75 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95% CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.006	0.002	*0.001	0.994	0.991	0.998
SO ₂ (lag 6)	-0.480	0.087	*0.000	0.619	0.521	0.734
NO ₂ (lag 5)	-0.027	0.006	*0.000	0.973	0.962	0.984
O ₃ (lag 0)	0.015	0.004	*0.001	1.015	1.007	1.024
ทัศนวิสัย (lag 1)	-0.123	0.024	*0.000	0.885	0.844	0.927
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 3)	0.027	0.006	*0.000	1.027	1.016	1.039
ความเร็วลม (lag 5)	0.033	0.010	*0.001	1.034	1.013	1.055
ค่าคงที่	-0.594	0.424	0.162	0.552		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 76 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.011	0.003	*0.000	1.011	1.005	1.017
SO ₂ (lag 5)	0.494	0.064	*0.000	1.640	1.445	1.860
CO (lag 2)	-0.907	0.145	*0.000	0.404	0.304	0.537
ความกดอากาศ (lag 1)	-0.027	0.010	*0.009	0.973	0.954	0.993
ความเร็วลม (lag 4)	-0.054	0.009	*0.000	0.948	0.931	0.964
ค่าคงที่	27.871	10.431	0.008	1.271×10^{12}		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 77 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
NO ₂ (lag 6)	-0.025	0.010	*0.012	0.976	0.957	0.995
CO (lag 2)	-1.000	0.209	*0.000	0.368	0.244	0.554
O ₃ (lag 0)	-0.016	0.006	*0.003	0.984	0.973	0.995
PM ₁₀ (lag 6)	-0.007	0.003	*0.032	0.993	0.987	0.999
ทัศนวิสัย (lag 4)	0.129	0.033	*0.000	1.137	1.067	1.212
อุณหภูมิ (lag 6)	-0.071	0.018	*0.000	0.931	0.899	0.964
ความเร็วลม (lag 6)	0.054	0.015	*0.000	1.056	1.025	1.087
ค่าคงที่	0.666	0.655	0.309	1.946		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 78 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	-0.287	0.095	*0.003	0.750	0.623	0.905
อายุ	0.018	0.003	*0.000	1.018	1.012	1.025
NO ₂ (lag 0)	0.018	0.006	*0.001	1.018	1.007	1.029
CO (lag 1)	0.453	0.157	*0.004	1.573	1.156	2.140
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 5)	0.024	0.004	*0.000	1.025	1.016	1.034
ความกดอากาศ (lag 6)	-0.043	0.020	*0.027	0.958	0.922	0.995
อุณหภูมิ (lag 5)	-0.095	0.015	*0.000	0.910	0.883	0.937
ความเร็วลม (lag 4)	0.026	0.009	*0.003	1.027	1.009	1.045
ค่าคงที่	42.395	19.848	0.033	2.581×10^{-18}		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 79 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการมองเห็นภาพไม่ค่อยชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.056	0.004	*0.000	1.058	1.051	1.065
ทัศนวิสัย (lag 2)	-0.066	0.021	*0.002	0.936	0.897	0.976
อุณหภูมิ (lag 6)	-0.063	0.011	*0.000	0.939	0.918	0.960
ค่าคงที่	-1.107	0.425	0.009	0.330		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 80 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	ตัวแปรที่สัมพันธ์	Lag	ทิศทางความสัมพันธ์	Odds ratio/หน่วยของตัวแปร
คัดจมูก	อายุ	—	บวก	1.007
	SO ₂	5	บวก	1.393
	O ₃	6	ลบ	0.990
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.043

มีน้ำมูก	วันของสัปดาห์ (1)	—	—	0.897
	วันของสัปดาห์ (2)	—	—	1.113
	วันของสัปดาห์ (3)	—	—	0.656
	วันของสัปดาห์ (4)	—	—	0.635
	วันของสัปดาห์ (5)	—	—	0.766
	วันของสัปดาห์ (6)	—	—	0.800
	O ₃	1	ลบ	0.991
	ทัศนวิสัย	2	บวก	1.036
	อุณหภูมิ	6	ลบ	0.935
แสบจมูก	เพศ	—	—	0.836
	SO ₂	0	บวก	1.264
	CO	2	บวก	1.487
	ทัศนวิสัย	4	บวก	1.070
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.102
	อุณหภูมิ	6	ลบ	0.965
เลือดกำเดาไหล	NO ₂	1	บวก	1.026
	O ₃	0	บวก	1.024
	อุณหภูมิ	5	ลบ	0.947
	ความเร็วลม	6	บวก	1.041
แสบคอ	วันที่ศึกษา	—	—	0.988
	SO ₂	0	บวก	1.423
	NO ₂	1	บวก	1.017
	ทัศนวิสัย	1	บวก	1.120
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.048
	ความเร็วลม	1	บวก	1.025
เสียงแหบ	วันของสัปดาห์ (1)	—	—	1.286
	วันของสัปดาห์ (2)	—	—	1.559
	วันของสัปดาห์ (3)	—	—	0.966
	วันของสัปดาห์ (4)	—	—	1.075
	วันของสัปดาห์ (5)	—	—	1.276
	วันของสัปดาห์ (6)	—	—	1.072
	O ₃	4	บวก	1.010
	ทัศนวิสัย	4	ลบ	0.975
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	บวก	1.315
	อุณหภูมิ	1	บวก	1.019

ไอแห้งๆ	วันของสัปดาห์ (1)	—	—	1.286
	วันของสัปดาห์ (2)	—	—	1.559
	วันของสัปดาห์ (3)	—	—	0.966
	วันของสัปดาห์ (4)	—	—	1.075
	วันของสัปดาห์ (5)	—	—	1.276
	วันของสัปดาห์ (6)	—	—	1.072
	อายุ	—	บวก	1.010
	NO ₂	6	ลบ	0.975
	CO	4	บวก	1.315
	O ₃	6	บวก	1.019
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.983
ไอมีเสมหะ	อายุ	—	บวก	1.009
	SO ₂	4	บวก	1.280
	NO ₂	3	ลบ	0.977
	CO	0	บวก	1.370
	O ₃	3	บวก	1.010
	อุณหภูมิ	3	บวก	1.032
	ความเร็วลม	0	ลบ	0.981
หายใจลำบาก	เพศ	—	—	0.827
	อายุ	—	บวก	1.011
	CO	2	บวก	1.542
	ทัศนวิสัย	5	ลบ	0.935
	ความชื้นสัมพัทธ์	2	บวก	1.009
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.096
	ความเร็วลม	5	ลบ	0.964
หายใจมีเสียงหวีด	วันที่ศึกษา	—	—	0.988
	อายุ	—	บวก	1.022
	SO ₂	1	ลบ	0.518
	CO	6	ลบ	0.698
	O ₃	5	ลบ	0.985
	อุณหภูมิ	0	บวก	1.100
	ความเร็วลม	4	บวก	1.046

เหนื่อยง่าย	วันของสัปดาห์ (1)	—	—	1.514
	วันของสัปดาห์ (2)	—	—	1.650
	วันของสัปดาห์ (3)	—	—	1.644
	วันของสัปดาห์ (4)	—	—	1.973
	วันของสัปดาห์ (5)	—	—	1.228
	วันของสัปดาห์ (6)	—	—	1.105
	วันที่ศึกษา	—	—	0.993
	อายุ	—	บวก	1.020
	NO ₂	1	ลบ	0.985
	PM ₁₀	1	บวก	1.010
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	ลบ	0.985
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.045
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.962
เท้าบวม	วันที่ศึกษา	—	—	1.006
	อายุ	—	บวก	1.024
	CO	1	ลบ	0.494
	PM ₁₀	0	ลบ	0.991
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	บวก	1.018
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	อายุ	—	บวก	1.039
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	ลบ	0.984
	อุณหภูมิ	6	ลบ	0.944
	ความเร็วลม	1	ลบ	0.975
คันตามร่างกาย	เพศ	—	—	0.840
	อายุ	—	บวก	1.010
	SO ₂	6	ลบ	0.826
	O ₃	0	บวก	1.007
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.919
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	ลบ	0.989
	ความเร็วลม	4	บวก	1.030
มีผื่นแดงตามร่างกาย	วันที่ศึกษา	—	—	0.994
	SO ₂	6	ลบ	0.619
	NO ₂	5	ลบ	0.973
	O ₃	0	บวก	1.015
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.885
	ความชื้นสัมพัทธ์	3	บวก	1.027
	ความเร็วลม	5	บวก	1.034

แสบหรือคันตา	อายุ	—	บวก	1.011
	SO ₂	5	บวก	1.640
	CO	2	ลบ	0.404
	ความกดอากาศ	1	ลบ	0.973
	ความเร็วลม	4	ลบ	0.948
ตาแดง	NO ₂	6	ลบ	0.976
	CO	2	ลบ	0.368
	O ₃	0	ลบ	0.984
	PM ₁₀	6	ลบ	0.993
	ทัศนวิสัย	4	บวก	1.137
	อุณหภูมิ	6	ลบ	0.931
	ความเร็วลม	6	บวก	1.056
น้ำตาไหล	เพศ	—	—	0.750
	อายุ	—	บวก	1.018
	NO ₂	0	บวก	1.018
	CO	1	บวก	1.573
	ความชื้นสัมพัทธ์	5	บวก	1.025
	ความกดอากาศ	6	ลบ	0.958
	อุณหภูมิ	5	ลบ	0.910
	ความเร็วลม	4	บวก	1.027
มองภาพไม่ค่อยชัด	อายุ	—	บวก	1.058
	ทัศนวิสัย	2	ลบ	0.936
	อุณหภูมิ	6	ลบ	0.939

12. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษรายวันและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา กับอาการต่างๆ ในอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง การมี/ไม่มีอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษรายวันแต่ละอาการของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอเมืองลำพูน กับระดับสารมลพิษและค่าทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็ก PM₁₀, SO₂, NO₂, CO, O₃, ทัศนวิสัย ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเร็วลม โดยเลือก lag period ที่ให้ค่า *p*-value ที่น้อยที่สุดจากการวิเคราะห์แบบตัวแปรเดียว (ดูตารางที่ 16 และตารางที่ 20) แล้วนำมาวิเคราะห์แบบ forward stepwise (likelihood ratio) ร่วมกับตัวแปรด้านเวลา และบุคคล ได้แก่ วันที่ศึกษา วันของสัปดาห์ อายุ และเพศ ได้ผลการวิเคราะห์แสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์ *p*-value ค่า odds ratio และ 95% confidence interval (95% CI) ในตารางที่ 81 ถึงตาราง

ที่ 99 ตามลำดับ ตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ รวมทั้ง lag period ทิศทางความสัมพันธ์ และค่า odds ratio สรุปในตารางที่ 100

ตารางที่ 81 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการคัดจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	0.007	0.002	*0.001	1.007	1.003	1.012
อายุ	0.010	0.004	*0.030	1.010	1.001	1.018
SO ₂ (lag 5)	0.377	0.074	*0.000	1.457	1.260	1.685
PM ₁₀ (lag 1)	0.005	0.002	*0.001	1.005	1.002	1.008
ทัศนวิสัย (lag 4)	-0.071	0.024	*0.003	0.932	0.889	0.977
อุณหภูมิ (lag 5)	-0.040	0.017	*0.018	0.961	0.929	0.993
ค่าคงที่	-1.117	0.548	0.041	0.327		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 82 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับการมีน้ำมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.009	0.005	*0.050	1.009	1.000	1.018
O ₃ (lag 3)	-0.014	0.004	*0.001	0.987	0.979	0.994
PM ₁₀ (lag 0)	-0.006	0.002	*0.000	0.994	0.990	0.997
ความกดอากาศ (lag 1)	0.022	0.010	*0.026	1.023	1.003	1.043
ค่าคงที่	-23.575	10.264	0.022	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 83 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับการแสบจมูก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.007	0.002	*0.000	1.007	1.004	1.011
NO ₂ (lag 0)	0.032	0.006	*0.000	1.033	1.020	1.046
CO (lag 0)	-0.653	0.154	*0.000	0.520	0.385	0.703
ทัศนวิสัย (lag 0)	-0.119	0.022	*0.000	0.888	0.850	0.927
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 3)	-0.013	0.005	*0.009	0.987	0.978	0.997
ค่าคงที่	-0.316	0.396	0.425	0.729		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 84 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเลือดกำเดาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
เพศ	0.741	0.362	*0.041	2.099	1.032	4.270
NO ₂ (lag 4)	-0.040	0.016	*0.013	0.961	0.932	0.992
อุณหภูมิ (lag 1)	0.124	0.044	*0.005	1.132	1.039	1.233
ค่าคงที่	-7.400	1.404	0.000	0.001		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 85 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบคอ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	0.017	0.002	*0.000	1.017	1.013	1.020
NO ₂ (lag 6)	-0.018	0.005	*0.001	0.982	0.972	0.993
O ₃ (lag 5)	0.015	0.004	*0.000	1.015	1.006	1.023
PM ₁₀ (lag 2)	0.003	0.001	*0.017	1.003	1.001	1.006
ทัศนวิสัย (lag 4)	-0.080	0.021	*0.000	0.923	0.886	0.962
ค่าคงที่	-1.713	0.322	0.000	0.180		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 86 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเสียงแหบ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	0.015	0.002	*0.000	1.015	1.011	1.019
อายุ	0.010	0.005	*0.034	1.010	1.001	1.020
NO ₂ (lag 6)	-0.031	0.007	*0.000	0.970	0.957	0.982
O ₃ (lag 6)	0.035	0.005	*0.000	1.036	1.025	1.047
ทัศนวิสัย (lag 2)	-0.086	0.021	*0.000	0.917	0.880	0.957
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 6)	-0.011	0.005	*0.027	0.989	0.979	0.999
ค่าคงที่	-1.631	0.419	0.000	0.196		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 87 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอแห้งๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	0.014	0.002	*0.000	1.014	1.010	1.018
อายุ	0.013	0.005	*0.018	1.013	1.002	1.024
O ₃ (lag 6)	0.017	0.005	*0.001	1.017	1.007	1.027
ค่าคงที่	-3.735	0.301	0.000	0.024		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 88 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไอมีเสมหะ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.016	0.002	*0.000	0.984	0.980	0.989
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	0.035	0.006	*0.000	1.035	1.023	1.048
ค่าคงที่	-3.022	0.340	0.000	0.049		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 89 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการหายใจลำบาก ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.012	0.003	*0.000	0.988	0.983	0.994
อายุ	0.023	0.006	*0.000	1.023	1.011	1.036
NO ₂ (lag 2)	0.032	0.009	*0.001	1.033	1.014	1.052
O ₃ (lag 3)	0.027	0.008	*0.001	1.028	1.011	1.045
ทัศนวิสัย (lag 1)	-0.104	0.038	*0.007	0.902	0.836	0.972
ความกดอากาศ (lag 1)	0.091	0.019	*0.000	1.096	1.056	1.137
ความเร็วลม (lag 0)	-0.089	0.017	*0.000	0.915	0.885	0.946
ค่าคงที่	-95.054	19.056	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 90 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการหายใจมีเสียงหวีด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
ความกดอากาศ (lag 5)	0.300	0.094	*0.001	1.349	1.122	1.623
ค่าคงที่	-308.421	95.282	0.001	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 91 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการเหนื่อยง่าย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.025	0.005	*0.000	1.026	1.015	1.037
SO ₂ (lag 0)	0.266	0.094	*0.005	1.305	1.085	1.568
PM ₁₀ (lag 2)	0.006	0.002	*0.016	1.006	1.001	1.011
ความกดอากาศ (lag 6)	0.109	0.023	*0.000	1.115	1.066	1.166
อุณหภูมิ (lag 0)	-0.099	0.019	*0.000	0.906	0.873	0.940
ความเร็วลม (lag 4)	-0.109	0.015	*0.000	0.897	0.870	0.924
ค่าคงที่	-110.438	23.419	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 92 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแพ้บวมในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	0.361	0.267	0.176	1.434	0.850	2.419
วันของสัปดาห์ (2)	0.357	0.275	0.195	1.429	0.833	2.452
วันของสัปดาห์ (3)	0.262	0.281	0.352	1.299	0.748	2.255
วันของสัปดาห์ (4)	0.515	0.258	*0.046	1.674	1.010	2.774
วันของสัปดาห์ (5)	1.064	0.265	*0.000	2.899	1.726	4.870
วันของสัปดาห์ (6)	0.613	0.271	*0.024	1.845	1.086	3.136
วันที่ศึกษา	0.018	0.002	*0.000	1.018	1.013	1.023
อายุ	0.032	0.007	*0.000	1.033	1.020	1.046
NO ₂ (lag 6)	-0.015	0.007	*0.035	0.985	0.972	0.999
PM ₁₀ (lag 0)	0.006	0.002	*0.002	1.006	1.002	1.009
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 6)	-0.024	0.007	*0.001	0.976	0.962	0.990
ความเร็วลม (lag 6)	-0.080	0.016	*0.000	0.923	0.895	0.953
ค่าคงที่	-3.940	0.592	0.000	0.019		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 93 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการไข้หวัด (หัวใจ) เต้นเร็ว ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.052	0.010	*0.000	1.053	1.033	1.074
CO (lag 3)	1.170	0.507	*0.021	3.223	1.193	8.711
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 6)	-0.032	0.011	*0.004	0.968	0.948	0.990
ความกดอากาศ (lag 6)	0.187	0.045	*0.000	1.206	1.104	1.317
อุณหภูมิ (lag 1)	-0.143	0.039	*0.000	0.867	0.803	0.936
ความเร็วลม (lag 2)	-0.097	0.032	*0.002	0.908	0.853	0.966
ค่าคงที่	-190.359	45.809	0.000	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 94 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการคันตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	0.098	0.172	0.571	1.103	0.787	1.545
วันของสัปดาห์ (2)	-0.017	0.168	0.921	0.984	0.708	1.366
วันของสัปดาห์ (3)	0.157	0.158	0.320	1.170	0.859	1.595
วันของสัปดาห์ (4)	-0.189	0.165	0.252	0.828	0.599	1.144
วันของสัปดาห์ (5)	-0.023	0.161	0.888	0.978	0.713	1.340
วันของสัปดาห์ (6)	0.397	0.160	*0.013	1.488	1.087	2.036
วันที่ศึกษา	0.011	0.002	*0.000	1.011	1.007	1.015
อายุ	0.020	0.004	*0.000	1.020	1.012	1.028
SO ₂ (lag 6)	-0.197	0.078	*0.012	0.821	0.704	0.957
ทัศนวิสัย (lag 2)	-0.106	0.024	*0.000	0.899	0.858	0.942
อุณหภูมิ (lag 6)	0.052	0.015	*0.001	1.053	1.022	1.085
ความเร็วลม (lag 3)	-0.031	0.010	*0.003	0.970	0.950	0.990
ค่าคงที่	-1.880	0.615	0.002	0.153		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 95 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการมีผื่นแดงตามร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	0.008	0.003	*0.002	1.008	1.003	1.013
อายุ	0.021	0.006	*0.000	1.021	1.009	1.033
SO ₂ (lag 2)	-0.588	0.114	*0.000	0.555	0.444	0.694
CO (lag 0)	0.481	0.191	*0.012	1.618	1.112	2.355
ทัศนวิสัย (lag 2)	-0.158	0.029	*0.000	0.854	0.807	0.903
ความเร็วลม (lag 1)	0.042	0.012	*0.001	1.042	1.018	1.068
ค่าคงที่	-2.383	0.541	0.000	0.092		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 96 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการแสบหรือคันตา ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันของสัปดาห์ (1)	0.458	0.193	*0.017	1.581	1.084	2.306
วันของสัปดาห์ (2)	0.173	0.183	0.344	1.189	0.831	1.700
วันของสัปดาห์ (3)	-0.098	0.189	0.606	0.907	0.626	1.313
วันของสัปดาห์ (4)	0.290	0.192	0.130	1.337	0.918	1.946
วันของสัปดาห์ (5)	0.274	0.191	0.150	1.316	0.905	1.912
วันของสัปดาห์ (6)	0.450	0.187	*0.016	1.569	1.087	2.264
วันที่ศึกษา	0.006	0.003	*0.034	1.006	1.000	1.012
อายุ	0.015	0.005	*0.001	1.015	1.006	1.024
SO ₂ (lag 0)	0.317	0.089	*0.000	1.372	1.154	1.633
CO (lag 5)	1.152	0.200	*0.000	3.166	2.139	4.685
O ₃ (lag 1)	0.014	0.005	*0.009	1.014	1.003	1.024
ทัศนวิสัย (lag 1)	-0.180	0.031	*0.000	0.835	0.786	0.887
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 0)	-0.012	0.005	*0.012	0.988	0.979	0.997
อุณหภูมิ (lag 3)	-0.133	0.023	*0.000	0.875	0.836	0.916
ความเร็วลม (lag 2)	-0.050	0.012	*0.000	0.951	0.928	0.975
ค่าคงที่	1.650	0.892	0.064	5.209		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 97 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยา กับอาการตาแดง ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
CO (lag 0)	-1.507	0.382	*0.000	0.222	0.105	0.469
อุณหภูมิ (lag 0)	-0.096	0.040	*0.017	0.908	0.840	0.983
ค่าคงที่	-0.165	1.197	0.891	0.848		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 98 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการน้ำตาไหล ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
อายุ	0.010	0.004	*0.022	1.010	1.001	1.019
SO ₂ (lag 0)	0.464	0.080	*0.000	1.591	1.361	1.860
CO (lag 3)	0.757	0.176	*0.000	2.133	1.511	3.010
PM ₁₀ (lag 1)	0.009	0.002	*0.000	1.009	1.006	1.013
ความกดอากาศ (lag 3)	0.051	0.017	*0.003	1.052	1.018	1.088
ความเร็วลม (lag 3)	-0.035	0.011	*0.001	0.965	0.945	0.986
ค่าคงที่	-54.909	17.197	0.001	0.000		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 99 แสดง Odds ratio และค่า p -value ของตัวแปรระดับสารมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยากับอาการมองเห็นไม่ค่อยชัด ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

Model	β	Std. Error	p -value	Odds ratio	95 % CI	
					lower	upper
วันที่ศึกษา	-0.018	0.004	*0.000	0.982	0.973	0.991
อายุ	0.042	0.008	*0.000	1.043	1.028	1.059
ทัศนวิสัย (lag 1)	-0.162	0.051	*0.002	0.851	0.769	0.940
ความชื้นสัมพัทธ์ (lag 4)	-0.029	0.009	*0.002	0.972	0.954	0.990
อุณหภูมิ (lag 1)	-0.099	0.036	*0.005	0.906	0.845	0.971
ความเร็วลม (lag 0)	-0.064	0.021	*0.002	0.938	0.900	0.977
ค่าคงที่	2.004	1.180	0.089	7.419		

*มีนัยสำคัญที่ p -value < 0.05

ตารางที่ 100 แสดง lag ทิศทางความสัมพันธ์ และ Odds ratio ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับอาการต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ระหว่าง 1 มกราคม–30 เมษายน 2551

อาการ	ตัวแปรที่สัมพันธ์	Lag	ทิศทางความสัมพันธ์	Odds ratio/หน่วยของตัวแปร
คัดจมูก	วันที่ศึกษา	—	—	1.007
	อายุ	—	บวก	1.010
	SO ₂	5	บวก	1.457
	PM ₁₀	1	บวก	1.005
	ทัศนวิสัย	4	ลบ	0.932
	อุณหภูมิ	5	ลบ	0.961

มีน้ำมูก	อายุ	—	บวก	1.009
	O ₃	3	ลบ	0.987
	PM ₁₀	0	ลบ	0.994
	ความกดอากาศ	1	บวก	1.023
แสบจมูก	อายุ	—	บวก	1.007
	NO ₂	0	บวก	1.033
	CO	0	ลบ	0.520
	ทัศนวิสัย	0	ลบ	0.888
	ความชื้นสัมพัทธ์	3	ลบ	0.987
เลือดกำเดาไหล	เพศ	—	บวก	2.099
	NO ₂	4	ลบ	0.961
	อุณหภูมิ	1	บวก	1.132
แสบคอ	วันที่ศึกษา	—	—	1.017
	NO ₂	6	ลบ	0.982
	O ₃	5	บวก	1.015
	PM ₁₀	2	บวก	1.003
	ทัศนวิสัย	4	ลบ	0.923
เสียงแหบ	วันที่ศึกษา	—	—	1.015
	อายุ	—	บวก	1.010
	NO ₂	6	ลบ	0.970
	O ₃	6	บวก	1.036
	ทัศนวิสัย	2	ลบ	0.917
	ความชื้นสัมพัทธ์	6	ลบ	0.989
ไอแห้งๆ	วันที่ศึกษา	—	—	1.014
	อายุ	—	บวก	1.013
	O ₃	6	บวก	1.017
ไอมี่เสมหะ	วันที่ศึกษา	—	—	0.984
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	บวก	1.035
หายใจลำบาก	วันที่ศึกษา	—	—	0.988
	อายุ	—	บวก	1.023
	NO ₂	2	บวก	1.033
	O ₃	3	บวก	1.028
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.902
	ความกดอากาศ	1	บวก	1.096
	ความเร็วลม	0	ลบ	0.915
หายใจมีเสียงหวีด	ความกดอากาศ	5	บวก	1.349

เหนื่อยง่าย	อายุ	–	บวก	1.026
	SO ₂	0	บวก	1.305
	PM ₁₀	2	บวก	1.006
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.115
	อุณหภูมิ	0	ลบ	0.906
	ความเร็วลม	4	ลบ	0.897
เท้าบวม	วันของสัปดาห์ (1)	–	–	1.434
	วันของสัปดาห์ (2)	–	–	1.429
	วันของสัปดาห์ (3)	–	–	1.299
	วันของสัปดาห์ (4)	–	–	1.674
	วันของสัปดาห์ (5)	–	–	2.899
	วันของสัปดาห์ (6)	–	–	1.845
	วันที่ศึกษา	–	–	1.018
	อายุ	–	บวก	1.033
	NO ₂	6	ลบ	0.985
	PM ₁₀	0	บวก	1.006
	ความชื้นสัมพัทธ์	6	ลบ	0.976
	ความเร็วลม	6	ลบ	0.923
ชีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว	อายุ	1	บวก	1.053
	CO	3	บวก	3.223
	ความชื้นสัมพัทธ์	6	ลบ	0.968
	ความกดอากาศ	6	บวก	1.206
	อุณหภูมิ	1	ลบ	0.867
	ความเร็วลม	2	ลบ	0.908
คันตามร่างกาย	วันของสัปดาห์ (1)	–	–	1.103
	วันของสัปดาห์ (2)	–	–	0.984
	วันของสัปดาห์ (3)	–	–	1.170
	วันของสัปดาห์ (4)	–	–	0.828
	วันของสัปดาห์ (5)	–	–	0.978
	วันของสัปดาห์ (6)	–	–	1.488
	วันที่ศึกษา	–	–	1.011
	อายุ	–	บวก	1.020
	SO ₂	6	ลบ	0.821
	ทัศนวิสัย	2	ลบ	0.899
	อุณหภูมิ	6	บวก	1.053
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.970

มีฝุ่นแดงตามร่างกาย	วันที่ศึกษา	–	–	1.008
	อายุ	–	บวก	1.021
	SO ₂	2	ลบ	0.555
	CO	0	บวก	1.618
	ทัศนวิสัย	2	ลบ	0.854
	ความเร็วลม	1	บวก	1.042
แสบหรือคันตา	วันของสัปดาห์ (1)	–	–	1.581
	วันของสัปดาห์ (2)	–	–	1.189
	วันของสัปดาห์ (3)	–	–	0.907
	วันของสัปดาห์ (4)	–	–	1.337
	วันของสัปดาห์ (5)	–	–	1.316
	วันของสัปดาห์ (6)	–	–	1.569
	วันที่ศึกษา	–	–	1.006
	อายุ	–	บวก	1.015
	SO ₂	0	บวก	1.372
	CO	5	บวก	3.166
	O ₃	1	บวก	1.014
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.835
	ความชื้นสัมพัทธ์	0	ลบ	0.988
	อุณหภูมิ	3	ลบ	0.875
	ความเร็วลม	2	ลบ	0.951
ตาแดง	CO	0	ลบ	0.222
	อุณหภูมิ	0	ลบ	0.908
น้ำตาไหล	อายุ	–	บวก	1.010
	SO ₂	0	บวก	1.591
	CO	3	บวก	2.133
	PM ₁₀	1	บวก	1.009
	ความกดอากาศ	3	บวก	1.052
	ความเร็วลม	3	ลบ	0.965
มองภาพไม่ค่อยชัด	วันที่ศึกษา	–	–	0.982
	อายุ	4	บวก	1.043
	ทัศนวิสัย	1	ลบ	0.851
	ความชื้นสัมพัทธ์	4	ลบ	0.972
	อุณหภูมิ	1	ลบ	0.906
	ความเร็วลม	0	ลบ	0.938

13. การเผยแพร่ผลการวิจัยสู่สาธารณะ

13.1 การเผยแพร่ทางเว็บไซต์

ผู้วิจัยได้จัดตั้งเว็บไซต์ ชื่อ “ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่” (เดิมชื่อ “ศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ”) เพื่อเผยแพร่ผลงานการวิจัย บทความ ข่าวประชาสัมพันธ์ และข้อมูลการวิจัย แก่สาธารณะ ที่ <http://www.med.cmu.ac.th/smog> (รูปที่ 42) สำหรับหน้าที่ให้บริการข้อมูล ผู้เข้าเยี่ยมชมสามารถดูข้อมูลดิบของฐานข้อมูลต่างๆ ได้แก่ คุณภาพอากาศ สถานะอากาศ ผู้ได้รับผลกระทบจากภาวะหมอกควัน และข้อมูลเปรียบเทียบร้อยละของผู้มีปัญหาลุขภาพกับข้อมูลคุณภาพอากาศ (รูปที่ 43) โดยเฉพาะข้อมูลหลังนี้ ผู้เข้าเยี่ยมชมจะได้เห็นกราฟเปรียบเทียบร้อยละของอาการต่างๆ ทั้ง 19 อาการ กับสารมลพิษแต่ละชนิด ในระยะเวลาใดๆ ตามที่ผู้เข้าเยี่ยมชมต้องการ ดังกรณีตัวอย่างในรูปที่ 44 ที่เลือกดูข้อมูลระหว่างวันที่ 1–30 เมษายน 2551 เปรียบเทียบระหว่างร้อยละของอาการไอมีเสมหะกับระดับ PM_{10} รายวัน ในอำเภอแมริม เมื่อเลือกเสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 45

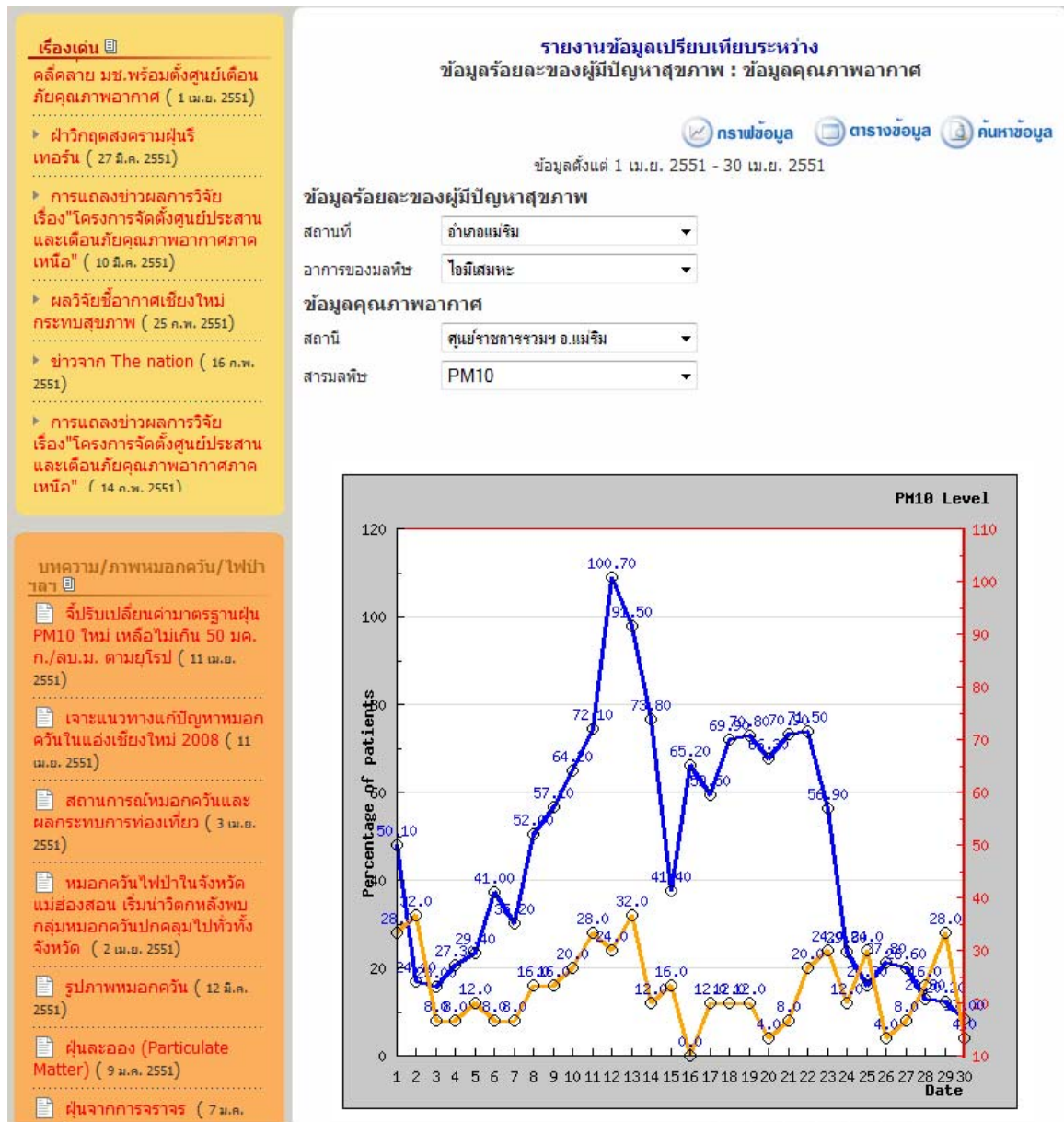
รูปที่ 42 แสดงหน้าแรกของเว็บไซต์ “ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่”



รูปที่ 43 แสดงหน้าบริการข้อมูลของเว็บไซต์ “ศูนย์วิจัยและจัดการคุณภาพอากาศ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่”

รูปที่ 44 แสดงการเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการดูกราฟเปรียบเทียบ

รูปที่ 45 แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างร้อยละอาการไอมีเสมหะกับระดับ PM_{10} รายวัน ระหว่างวันที่ 1-30 เมษายน 2551 ในอำเภอแม่ริม



13.2 การเผยแพร่ทางสื่อมวลชน

ผู้วิจัยได้เผยแพร่ข้อมูลผลการศึกษานี้ของแต่ละเดือนในรูปแบบเอกสารแถลงข่าว เป็นระยะๆ แก่ผู้สื่อข่าว เพื่อสื่อแก่ประชาชนในวงกว้าง โดยเน้นให้เห็นถึงผลกระทบด้านสุขภาพที่เกิดจากสารมลพิษในอากาศ เอกสารดังกล่าวประจำเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2551 แสดงในภาคผนวก ข.

13.3 การเผยแพร่ทางสื่ออื่นๆ

ผู้วิจัยได้มีโอกาสดำเนินการบรรยายทางวิชาการ ออกรายการโทรทัศน์ ออกรายการวิทยุ และให้สัมภาษณ์แก่สื่อโทรทัศน์ช่องต่างๆ และผู้สื่อข่าวหนังสือพิมพ์ เป็นระยะๆ ตลอดมา รวม 19 ครั้ง โดยเฉพาะในวันที่ 18 เมษายน 2551 ให้สัมภาษณ์แก่ผู้สื่อข่าวต่างประเทศ รายละเอียดของกิจกรรมแต่ละครั้งแสดงในภาคผนวก ก.

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ใช้วิธีการศึกษาแบบ time series ในประชาชนทั่วไปเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการและอาการแสดงที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศใน 4 ระบบ ได้แก่ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ กับระดับของสารก่อมลพิษแต่ละชนิด ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซนทุกวันควบคู่กันไป โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านอนุนิยมวิทยาด้วย ในพื้นที่ 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ แม่ริม สารภี และเมืองลำพูน ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551 รวม 121 วัน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Generalized Estimating Equations (GEE) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 16.0

การสำรวจครั้งนี้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 12,100 คน เป็นชาย 4,958 คน (ร้อยละ 41.0) หญิง 7,142 คน (ร้อยละ 59.0) มีอายุอยู่ในช่วง 41–50 ปี (ร้อยละ 28.2) ค่าเฉลี่ยอายุ $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 45.29 ± 14.46 ปี

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศ กับระดับของสารก่อมลพิษแต่ละชนิด โดยทำการควบคุมปัจจัยด้านอนุนิยมวิทยาและสารมลพิษอื่นๆ เมื่อพิจารณาแยกรายอำเภอ พบว่า

อำเภอเมืองเชียงใหม่ สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ NO_2 (lag 3), อาการมีน้ำมูก คือ CO (lag 1), อาการแสบจมูก คือ NO_2 (lag 3), อาการเลือดกำเดาไหล คือ O_3 (lag 0), อาการแสบคอ คือ PM_{10} (lag 1), อาการเสียงแหบ คือ CO (lag 1), อาการหายใจลำบาก คือ O_3 (lag 2), อาการหายใจมีเสียงหวีด คือ O_3 (lag 0), อาการเหนื่อยง่าย คือ NO_2 (lag 0), อาการซีพอร์ (หัวใจ) เดินเร็ว คือ NO_2 (lag 3) และ O_3 (lag 0), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ NO_2 (lag 5), อาการแสบหรือคันตา คือ PM_{10} (lag 0), อาการตาแดง คือ NO_2 (lag 1), และอาการน้ำตาไหล คือ NO_2 (lag 1) และ O_3 (lag 2)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการคัดจมูก คือ SO_2 (lag 4), อาการแสบจมูก คือ SO_2 (lag 0), อาการแสบคอ คือ SO_2 (lag 6), อาการไอแห้งๆ คือ SO_2 (lag 3) และ CO (lag 3), อาการไอมีเสมหะ คือ SO_2 (lag 0) และ O_3 (lag 4), อาการหายใจลำบาก คือ SO_2 (lag 4), อาการหายใจมีเสียงหวีด คือ SO_2 (lag 3) และ CO (lag 0), อาการเหนื่อยง่าย คือ PM_{10} (lag 4), อาการเท้าบวม คือ CO (lag 0), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ PM_{10} (lag 6), อาการตาแดง คือ SO_2 (lag 6), และอาการมองเห็นไม่ค่อยชัด คือ SO_2 (lag 2)

อำเภอแมริม สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ CO (lag 3), อาการมีน้ำมูก คือ SO₂ (lag 2) และ NO₂ (lag 0), อาการแสบจมูก คือ NO₂ (lag 1) และ CO (lag 3), อาการเลือดกำเดาไหล คือ NO₂ (lag 6), อาการแสบคอ คือ NO₂ (lag 1), อาการเสียงแหบ คือ SO₂ (lag 2) และ NO₂ (lag 0), อาการไอแห้งๆ คือ NO₂ (lag 0), อาการหายใจลำบาก คือ NO₂ (lag 1) และ CO (lag 2), อาการเหนื่อยง่าย คือ NO₂ (lag 0) และ CO (lag 3), อาการเท้าบวม คือ SO₂ (lag 3), อาการซีฟจร (หัวใจ) เดินเร็ว คือ SO₂ (lag 2) และ PM₁₀ (lag 0), อาการคันตามร่างกาย คือ SO₂ (lag 3), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ SO₂ (lag 3), อาการแสบหรือคันตา คือ NO₂ (lag 4), อาการตาแดง คือ SO₂ (lag 2), อาการน้ำตาไหล คือ NO₂ (lag 3), และอาการมองภาพไม่ค่อยชัด คือ SO₂ (lag 2) และ PM₁₀ (lag 1)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการมีน้ำมูก คือ O₃ (lag 5), อาการแสบจมูก คือ O₃ (lag 3), อาการไอแห้งๆ คือ O₃ (lag 2), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ O₃ (lag 4), อาการตาแดง คือ O₃ (lag 3), และอาการมองภาพไม่ค่อยชัด คือ O₃ (lag 2)

อำเภอสารภี สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ SO₂ (lag 5), อาการแสบจมูก คือ SO₂ (lag 0) และ CO (lag 2), อาการเลือดกำเดาไหล คือ NO₂ (lag 1) และ O₃ (lag 0), อาการแสบคอ คือ SO₂ (lag 0) และ NO₂ (lag 1), อาการเสียงแหบ คือ O₃ (lag 4), อาการไอแห้งๆ คือ CO (lag 4) และ O₃ (lag 6), อาการไอมีเสมหะ คือ SO₂ (lag 4) CO (lag 0) และ O₃ (lag 3), อาการหายใจลำบาก คือ CO (lag 2), อาการเหนื่อยง่าย คือ PM₁₀ (lag 1), อาการคันตามร่างกาย คือ O₃ (lag 0), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ O₃ (lag 0), อาการแสบหรือคันตา คือ SO₂ (lag 5), และอาการน้ำตาไหล คือ NO₂ (lag 0) และ CO (lag 1)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการคัดจมูก คือ O₃ (lag 6), อาการมีน้ำมูก คือ O₃ (lag 1), อาการไอแห้งๆ คือ NO₂ (lag 6), อาการไอมีเสมหะ คือ NO₂ (lag 3), อาการหายใจมีเสียงหวีด คือ SO₂ (lag 1) CO (lag 6) และ O₃ (lag 5), อาการเหนื่อยง่าย คือ NO₂ (lag 1), อาการเท้าบวม คือ CO (lag 1) และ PM₁₀ (lag 0), อาการคันตามร่างกาย คือ SO₂ (lag 6), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ SO₂ (lag 6) และ NO₂ (lag 5), อาการแสบหรือคันตา คือ CO (lag 2), และอาการตาแดง คือ NO₂ (lag 6) CO (lag 2) O₃ (lag 0) และ PM₁₀ (lag 6)

อำเภอเมืองลำพูน สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อาการคัดจมูก คือ SO₂ (lag 5) และ PM₁₀ (lag 1), อาการแสบจมูก คือ NO₂ (lag 0), อาการแสบคอ คือ O₃ (lag 5) และ PM₁₀ (lag 2), อาการเสียงแหบ คือ O₃ (lag 6), อาการไอแห้งๆ คือ O₃ (lag 6), อาการหายใจลำบาก คือ NO₂ (lag 2) และ O₃ (lag 3), อาการเหนื่อยง่าย คือ SO₂ (lag 0) และ PM₁₀ (lag 2), อาการเท้าบวม คือ PM₁₀ (lag 0), อาการซีฟจร (หัวใจ) เดินเร็ว คือ CO (lag 3), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ CO (lag 0), อาการแสบหรือคันตา คือ SO₂ (lag 0) CO (lag 5) และ O₃ (lag 1), และอาการน้ำตาไหล คือ SO₂ (lag 0) CO (lag 3) และ PM₁₀ (lag 1)

สารมลพิษที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อาการมีน้ำมูก คือ O_3 (lag 3) และ PM_{10} (lag 0), อาการ แสบจมูก คือ CO (lag 0), อาการเลือดกำเดาไหล คือ NO_2 (lag 4), อาการแสบคอ คือ NO_2 (lag 6), อาการ เสี่ยงแหบ คือ NO_2 (lag 6), อาการเท้าบวม คือ NO_2 (lag 6), อาการคันตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 6), อาการมีผื่นแดงตามร่างกาย คือ SO_2 (lag 2), และอาการตาแดง คือ CO (lag 0)

2. การอภิปรายผล

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา พบความสัมพันธ์ระหว่างอาการต่างๆ กับสารมลพิษแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ แต่ส่วนใหญ่ที่พบคือความสัมพันธ์เชิง บวก ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์แบบตัวแปรเดี่ยว แบบตัวแปรพหุชนิดเสริมฤทธิ์กันระหว่างสารมลพิษ (synergistic effect) และชนิดหักล้างกัน (antagonistic effect) ความแตกต่างของผลการศึกษานี้ในแต่ละ พื้นที่อาจเกิดจากปัจจัยหลายประการ เช่น ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ใช้ในการวิเคราะห์ ในการศึกษานี้ โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอสารภีและอำเภอเมืองลำพูน จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่โรงเรียน ยุพราชวิทยาลัย เนื่องจากเป็นสถานีตรวจวัดที่ใกล้กับทั้งสองพื้นที่มากที่สุด แม้ว่าโดยความเป็นจริงแล้ว ยังถือว่าห่างไกลค่อนข้างมาก เช่น ตัวอำเภอสารภีห่างจากสถานีตรวจวัดประมาณ 10 กิโลเมตร²⁷ ในขณะที่อำเภอเมืองลำพูนห่างจากสถานีตรวจวัดประมาณ 26 กิโลเมตร²⁸ ดังนั้นด้วยระยะทางที่ห่าง เช่นนี้ อาจทำให้ข้อมูลคุณภาพอากาศผิดไปจากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงได้ นอกจากนี้การใช้ข้อมูลการตรวจวัด คุณภาพอากาศจากเพียงสถานีเดียวในพื้นที่การศึกษาที่กว้างขวาง (ดังที่กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่กระจายทั่ว เขตอำเภอในทุกตำบล) อาจได้ข้อมูลที่ไม่ละเอียดพอ ซึ่งตรงกับการศึกษาอื่นๆ ทั่วโลกที่พบในแนวโน้ม เดียวกัน

จุดแข็งของการศึกษานี้คือ การศึกษาทั่วโลกใช้ข้อมูลผู้ป่วยที่มารับการรักษาในโรงพยาบาล ซึ่งมีข้อเสียคือ จำนวนผู้ป่วยมักต่ำกว่าความเป็นจริงมาก เนื่องจากผู้ที่มาับการรักษาที่โรงพยาบาลมักมี อาการที่รุนแรงแล้ว ดังนั้นผู้ที่มีอาการน้อย (ซึ่งเป็นผู้ป่วยส่วนมาก) มีแนวโน้มที่จะรักษาด้วยตนเองจึง ไม่ได้ถูกบันทึกข้อมูลการเจ็บป่วยเอาไว้ ในขณะที่การศึกษานี้ใช้วิธีการสำรวจผู้ที่มีอาการต่างๆ จึง สามารถรวบรวมผู้ที่มีอาการเล็กๆ น้อยๆ ได้ ทำให้อำนาจในการบอกนัยสำคัญของการหาความสัมพันธ์ ระหว่างอาการและระดับสารมลพิษมีค่าสูง ดังจะเห็นได้ว่าการศึกษานี้พบความสัมพันธ์ของ อาการต่างๆ ทุกอาการกับสารมลพิษทุกชนิด ความแตกต่างขึ้นกับอาการและพื้นที่ที่ศึกษา ข้อได้เปรียบ ของการศึกษาที่ใช้ข้อมูลผู้ป่วยที่มารับการรักษาในโรงพยาบาล คือ หากพบความสัมพันธ์จะแสดงความ รุนแรงของปัญหาได้ดีกว่าเนื่องจากเป็นโรคที่ผู้ป่วยมารับการรักษาในโรงพยาบาล อย่างไรก็ตามแม้ใน การศึกษานี้มีอาการส่วนมากไม่มีความรุนแรง เพียงแค่ก่อให้เกิดความรำคาญ เช่น แสบตา แสบจมูก แสบคอ คันตามร่างกาย ฯลฯ แต่ก็ยังมีบางอาการที่บ่งบอกความรุนแรงได้ เช่น หายใจลำบาก หายใจมีเสียง หืด เหนื่อยง่าย จีฬจร (หัวใจ) เต้นเร็ว เท้าบวม เป็นต้น อาการเหล่านี้เป็นอาการเริ่มต้นของภาวะระบบ หายใจหรือหัวใจล้มเหลว ซึ่งอาจพัฒนาไปจนทำให้ผู้ป่วยมีอาการหนักจนอาจต้องมารับการรักษาที่

โรงพยาบาลได้ การพบความสัมพันธ์กับสารมลพิษทางอากาศหลายชนิด จึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญในการดำเนินการหามาตรการป้องกันต่อไป ด้วยเหตุนี้การพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและสุขภาพในแอ่งเชิงใหม่-ลำพูน จึงต้องคำนึงถึงวิธีการที่จะสามารถตรวจจับจำนวนผู้ที่ได้รับผลกระทบให้มากที่สุด การศึกษานี้เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่า หากจะมีการดำเนินการเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากสารมลพิษทางอากาศจะต้องใช้วิธีการเฝ้าระวังเชิงรุก (Active surveillance) ซึ่งอาจทำการเฝ้าระวังช่วงเวลาที่เกิดวิกฤติหมอกควัน (ดังเช่นการศึกษานี้) หรือทำการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องก็ได้ โดยเฉพาะกรณีหลังอาจจะต้องมีการพัฒนาระบบการรายงานข้อมูลเป็นแบบรายงานด้วยตนเอง (Self-report system) กล่าวคือ ให้ประชาชนในพื้นที่ที่มีการรายงานการเจ็บป่วย หรืออาการมาที่สถานอนามัยหรือโรงพยาบาลชุมชนในพื้นที่รับผิดชอบ และมีศูนย์กลางในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาจจะอยู่ที่โรงพยาบาลชุมชน อย่างไรก็ตามจำเป็นจะต้องมีการพัฒนานวัตกรรม ให้มีศักยภาพในการพัฒนาเครื่องมือในการเก็บข้อมูลและความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งแนวทางหรือวิธีการในการเผยแพร่ข้อมูลซึ่งจำเป็นที่จะต้องครอบคลุมอย่างน้อยใน 2 ระดับคือ ผู้กำหนดนโยบาย (Policy-maker) และประชาชนผู้ได้รับผลกระทบเพราะเป็นผู้ก่อมลพิษด้วย ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การจัดการปัญหาคุณภาพอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษและอาการต่างๆ เป็นแบบ dose-response หมายความว่าทุกๆ ระดับของสารมลพิษสามารถก่อให้เกิดอาการต่างๆ ได้ ดังนั้นจึงไม่มีระดับที่ปลอดภัย หรืออีกนัยหนึ่งระดับที่ทำให้ปราศจากอาการใดๆ คือ ที่ 0 ความสำคัญของข้อค้นพบนี้คือ ค่ามาตรฐานของสารมลพิษต่างๆ ที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ เช่น ค่าเฉลี่ยของ PM_{10} ใน 24 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัม/ลบ.เมตร ยังไม่เป็นหลักประกันว่าจะไม่ทำให้เกิดอาการใดๆ ในความเป็นจริงแล้วค่ามาตรฐานเดียวกันของกลุ่มสหภาพยุโรป คือ 50 ไมโครกรัม/ลบ.เมตร²⁹ แสดงให้เห็นว่าค่ามาตรฐานของประเทศไทยยังสูงกว่าของกลุ่มสหภาพยุโรปมาก นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าสารมลพิษต่างๆ สามารถก่อให้เกิดอาการเดียวกันแบบเสริมฤทธิ์กันได้ เช่น ในอำเภอสารภี พบว่า SO_2 (lag 4) CO (lag 0) และ O_3 (lag 3) สามารถเพิ่มความเสี่ยงของอาการไอมีเสมหะแบบทวีคูณ (multiplicative effects) เป็นต้น ความสามารถของสารมลพิษในการก่อให้เกิดอาการ/โรคแบบเสริมฤทธิ์³⁰ แสดงได้ในงานวิจัยหลายชิ้น เช่น G Touloumi (1994)³¹ ดังนั้นการศึกษาเพื่อกำหนดค่ามาตรฐานที่เหมาะสมใหม่โดยพิจารณาการเสริมฤทธิ์กันของสารมลพิษ จึงเป็นสิ่งที่ควรจะได้ดำเนินการต่อไป นอกจากนี้การศึกษานี้ยังแสดงให้เห็นว่าสารมลพิษหนึ่งๆ อาจก่อให้เกิดอาการได้มากกว่า 1 อาการ ในระบบเดียวกันหรือหลายระบบ

การที่สารมลพิษต่างๆ มีระยะเวลาของการหน่วง (lag period) แสดงให้เห็นว่า สารมลพิษมีระยะฟักตัว เช่นเดียวกับสารชีวภาพทั่วไป การวิจัยที่ผ่านมาล้วนแสดงให้เห็นว่าอาการหรือโรคที่เกิดจากสารมลพิษมีระยะเวลาดังกล่าวทั้งสิ้น ประโยชน์ของข้อค้นพบนี้ทำให้เราสามารถทำนายการเกิดอาการต่างๆ ล่วงหน้าได้ ดังนั้นการเตรียมการรับมือกับผู้ป่วยที่จะเกิดขึ้นภายหลังเกิดวิกฤติของคุณภาพ

อากาศจึงสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จากสมการความสัมพันธ์ที่ยังทำให้เราสามารถทำนายจำนวนของประชากรที่จะมีอาการต่างๆ ได้เมื่อทราบระดับสารมลพิษแต่ละชนิด

สำหรับอาการที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับสารมลพิษ อาจมีสาเหตุได้จากหลายปัจจัย เช่น การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เช่น การได้รับสารมลพิษจากในบ้าน (ควันจากการหุงต้ม สารเคมี ควันบุหรี่ ฯลฯ) ระดับเกสรดอกไม้ในสิ่งแวดล้อม สารมลพิษอื่นๆ (เช่น สารอินทรีย์ระเหย) ยังไม่ดีพอ หรือการสัมผัสที่ปริมาณความเข้มข้นต่ำ (low dose exposure) อาจก่อให้เกิดผลในเชิงป้องกันก็ได้

ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ที่แสดงให้เห็นว่าระดับสารมลพิษ มีความสัมพันธ์กับค่าอาการต่างๆ ใน 4 ระบบ อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าในแง่ระบาดวิทยาการออกแบบการศึกษาที่เหมาะสมย่อมมีผลต่อผลการศึกษาที่ได้ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เลือกการศึกษาแบบ Time series ที่มีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา และอาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศ 19 อาการ ควบคู่กันไปทุกวัน ซึ่งโดยปกติรูปแบบการศึกษานี้เหมาะสมสำหรับการผลกระทบด้านสุขภาพแบบเฉียบพลัน (Acute health effects) เพราะจะเห็นความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ง่าย โดยเฉพาะอาการต่างๆ ทั้ง 19 อาการ อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้วันต่อวันเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศ นอกจากนี้การเลือกวิธีการสำรวจความเจ็บป่วย (ดังที่การศึกษาส่งผู้ช่วยนักวิจัยออกสัมภาษณ์ประชาชนทุกๆ ไปในทุกตำบล) แทนที่จะเก็บข้อมูลจากโรงพยาบาล มีความสำคัญต่อการตรวจหาความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ เพราะโดยปกติผู้ที่มีอาการเล็กๆ น้อยๆ จะไม่ไปรักษาที่โรงพยาบาลอยู่แล้ว ความสำคัญของข้อค้นพบนี้ยืนยันว่า มาตรการการบรรณรค์เรื่องคุณภาพอากาศจะต้องดำเนินการต่อไปอย่างเข้มงวด เพราะมึฉะนั้นแล้วผู้ที่มีอาการบางชนิด เช่น หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด เหนื่อยง่าย จีฬจร (หัวใจ) เต้นเร็ว เ้าบวม เป็นต้น หรือผู้ที่มีปัญหาของระบบทางเดินหายใจหรือหัวใจอยู่แล้ว อาจมีการพัฒนาไปเป็นโรคที่มีความรุนแรงมากขึ้นจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ในที่สุด

3. ข้อพึงระวังในการเผยแพร่ผลงานวิจัย

การศึกษานี้แม้จะพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารมลพิษในอากาศกับอาการต่างๆ แต่สิ่งซึ่งพึงระมัดระวังในการเผยแพร่ผลการศึกษา ได้แก่ การใช้ค่ามลพิษทางอากาศจากสถานีตรวจวัดที่มีเพียง 2 สถานีในจังหวัดเชียงใหม่ อาจไม่ใช่ตัวแทนของระดับการสัมผัสที่กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนได้รับ นอกจากนี้สถานีตรวจวัดบางแห่งตั้งอยู่ใกล้บริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น เช่น สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จึงอาจจะได้ค่าระดับสารมลพิษสูงเกินกว่าระดับที่คนสัมผัสจริง และอคติที่อาจจะเกิดขึ้นจากตัวกวน (confounding factors) ได้แก่ ระดับเกสรดอกไม้ในบรรยากาศ สารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศ ควันจากการเผาขยะบริเวณรอบที่อยู่อาศัย การได้รับสารมลพิษจากในบ้าน เช่น การหุงต้ม การจุดธูปเทียน เป็นต้น ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการศึกษาต่อไป

นอกจากนี้ อาจเกิดปัญหาเรื่องความผิดพลาดจากการวัด (Measurement error) อันเนื่องมาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อสอบถามอาการในแต่ละวันของแต่ละพื้นที่ อาจได้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นตัวแทน

ของประชากรที่ดีเพียงพอ เพราะแต่ละพื้นที่ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียง 25 คนต่อวัน ทำให้อัตราผลการศึกษาที่มีความขัดแย้งกันในเชิงทิศทางการสัมพันธ์ของสารมลพิษต่ออาการต่างๆ ที่อาจเกิดจากหลายปัจจัย การเผยแพร่จึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง

4. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาตลอดทั้งปี เพราะอาการที่ตรวจพบเป็นการศึกษาในช่วงที่ระดับสารมลพิษค่อนข้างสูง ร่วมกับการควบคุมสารมลพิษอื่นๆ เช่น สารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศ
2. ควรมีการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างมะเร็งปอด กับระดับสารก่อมลพิษในอากาศ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่

5. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1. ควรมีการศึกษาเพื่อกำหนดระดับมาตรฐานของสารมลพิษแต่ละชนิดใหม่ โดยคำนึงถึงผลกระทบด้านสุขภาพ การเสริมฤทธิ์ของสารมลพิษ และความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์
2. ควรดำเนินมาตรการควบคุมคุณภาพอากาศที่มีความเข้มงวดต่อไป รวมทั้งการหามาตรการการแก้ไขปัญหาการกำเนิดของสารก่อมลพิษที่ต้นเหตุ เช่น การจัดระบบการเก็บขยะรวมทั้งการกำจัดที่มีประสิทธิภาพ การจัดระบบขนส่งมวลชนที่ทั่วถึงและรวดเร็ว
3. ควรพิจารณาใช้รูปแบบการเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ด้วยวิธีการเฝ้าระวังเชิงรุก (Active surveillance) โดยจะต้องคำนึงถึงวิธีที่จะได้ข้อมูลอย่างต่อเนื่อง คุณภาพของข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการเผยแพร่ข้อมูลแก่ผู้กำหนดนโยบายและผู้ที่ได้รับผลกระทบซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ก่อมลพิษด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Roberts, B.F., “Air Pollution Fatalities Now Exceed Traffic Fatalities by 3 to 1”. Earth Policy Institute. Available at: <http://www.earth-policy.org/Updates/Update17.htm>.
2. Künzli, N., et al., Public-Health Impact of Outdoor and Traffic-Related Air Pollution: A European Assessment. “Lancet”, Vol.356, 2000, pp. 795–801.
3. Finkelstein, M.M., Jerrett, M., and Sears, M.R., Traffic Air Pollution and Mortality Rate Advancement Periods. “American Journal of Epidemiology”, Vol.160, No.2, 2004, pp. 173–7.
4. พงศ์เทพ วิวรรณะเดชและคณะ. “โครงการระดับรายวันของฝุ่นในอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพในผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน”. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2550.
5. U.S. EPA. Air Quality Criteria for Particulate Matter (October 2004). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA 600/P-99/002aF-bF, 2004.
6. Schwartz, J.; Neas, L. M. (2000) Fine particles are more strongly associated than coarse particles with acute respiratory health effects in schoolchildren. *Epidemiology*. 11: 6-10.
7. Tiittanen, P.; Timonen, K. L.; Ruuskanen, J.; Mirmir, A.; Pekkanen, J. (1999) Fine particulate air pollution, resuspended road dust and respiratory health among symptomatic children. *Eur. Respir. J.* 13: 266-273.
8. Neas, L. M.; Schwartz, J.; Dockery, D. (1999) A case-crossover analysis of air pollution and mortality in Philadelphia. *Environ. Health Perspect.* 107: 629-631.
9. Boezen, M.; Schouten, J.; Rijcken, B.; Vonk, J.; Gerritsen, J.; Van Der Zee, S.; Hoek, G.; Brunekreef, B.; Postma, D. (1998) Peak expiratory flow variability, bronchial responsiveness, and susceptibility to ambient air pollution in adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 158: 1848-1854.
10. Van Der Zee, S. C.; Hoek, G.; Boezen, H. M.; Schouten, J. P.; Van Wijnen, J. H.; Brunekreef, B. (1999) Acute effects of urban air pollution on respiratory health of children with and without chronic respiratory symptoms. *Occup. Environ. Med.* 56: 802-813.
11. Schwartz, J.; Morris, R. (1995) Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan. *Am. J. Epidemiol.* 142: 23-35.

-
12. Burnett, R. T.; Cakmak, S.; Brook, J. R.; Krewski, D. (1997a) The role of particulate size and chemistry in the association between summertime ambient air pollution and hospitalization for cardiorespiratory diseases. *Environ. Health Perspect.* 105: 614-620.
 13. Samet, J. M.; Zeger, S. L.; Dominici, F.; Curriero, F.; Coursac, I.; Dockery, D. W.; Schwartz, J.; Zanobetti, A. (2000a) The national morbidity, mortality, and air pollution study. Part II: morbidity, mortality, and air pollution in the United States. Cambridge, MA: Health Effects Institute; research report no. 94.
 14. Samet, J. M.; Dominici, F.; Zeger, S. L.; Schwartz, J.; Dockery, D. W. (2000b) National morbidity, mortality, and air pollution study. Part I: methods and methodologic issues. Cambridge, MA: Health Effects Institute; research report no. 94.
 15. Zanobetti, A.; Schwartz, J. (2003a) Airborne particles and hospital admissions for heart and lung disease. In: Revised analyses of time-series studies of air pollution and health. Special report. Boston, MA: Health Effects Institute; pp. 241-248. Available: <http://www.healtheffects.org/Pubs/TimeSeries.pdf> [18 October, 2004].
 16. Lippmann, M.; Ito, K.; Nádas, A.; Burnett, R. T. (2000) Association of particulate matter components with daily mortality and morbidity in urban populations. Cambridge, MA: Health Effects Institute; research report no. 95.
 17. Ito, K. (2003) Associations of particulate matter components with daily mortality and morbidity in Detroit, Michigan. In: Revised analyses of time-series studies of air pollution and health. Special report. Boston, MA: Health Effects Institute; pp. 143-156. Available: <http://www.healtheffects.org/Pubs/TimeSeries.pdf> [12 May, 2004].
 18. Morris, R. D.; Naumova, E. N. (1998) Carbon monoxide and hospital admissions for congestive heart failure: evidence of an increased effect at low temperatures. *Environ. Health Perspect.* 106: 649-653.
 19. Linn, W. S.; Szlachcic, Y.; Gong, H., Jr.; Kinney, P. L.; Berhane, K. T. (2000) Air pollution and daily hospital admissions in metropolitan Los Angeles. *Environ. Health Perspect.* 108: 427-434.
 20. Moolgavkar, S. H. (2000b) Air pollution and hospital admissions for diseases of the circulatory system in three U.S. metropolitan areas. *J. Air Waste Manage Assoc.* 50: 1199-1206.
 21. Moolgavkar, S. H. (2003) Air pollution and daily deaths and hospital admissions in Los Angeles and Cook counties. In: Revised analyses of time-series studies of air pollution and health. Special

-
- report. Boston, MA: Health Effects Institute; pp. 183-198. Available: <http://www.healtheffects.org/news.htm> [16 May, 2003].
22. Tolbert, P. E.; Klein, M.; Metzger, K. B.; Flanders, W. D.; Todd, K.; Mulholland, J. A.; Ryan, P. B.; Frumkin, H. (2000a) Interim results of the study of particulates and health in Atlanta (SOPHIA). *J. Exposure Anal. Environ. Epidemiol.* 10: 446-460.
23. Stieb, D. M.; Beveridge, R. C.; Brook, J. R.; Smith-Doiron, M.; Burnett, R. T.; Dales, R. E.; Beaulieu, S.; Judek, S.; Mamedov, A. (2000) Air pollution, aeroallergens and cardiorespiratory emergency department visits in Saint John, Canada. *J. Exposure Anal. Environ. Epidemiol.* 10: 461-477.
24. Atkinson, R. W.; Bremner, S. A.; Anderson, H. R.; Strachan, D. P.; Bland, J. M.; Ponce de Leon, A. (1999a) Short-term associations between emergency hospital admissions for respiratory and cardiovascular disease and outdoor air pollution in London. *Arch. Environ. Health* 54: 398-411.
25. Prescott, G. J.; Cohen, G. R.; Elton, R. A.; Fowkes, F. G. R.; Agius, R. M. (1998) Urban air pollution and cardiopulmonary ill health: a 14.5 year time series study. *Occup. Environ. Med.* 55: 697-704.
26. Wong, T. W.; Lau, T. S.; Yu, T. S.; Neller, A.; Wong, S. L.; Tam, W.; Pang, S. W. (1999a) Air pollution and hospital admissions for respiratory and cardiovascular diseases in Hong Kong. *Occup. Environ. Med.* 56: 679-683.
27. กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. เชียงใหม่. บันทึกนักปกครอง 2551. Available at: http://www.dopa.go.th/padmic/jungwad76/chiang_mai.htm.
28. กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. ข้อมูลการปกครอง. Available at: <http://www.dopa.go.th/padmic/jungwad76/jungwad76.htm>.
29. Wikipedia. Particulate. Available at: <http://en.wikipedia.org/wiki/Particulate>.
30. Infoterra Thailand. Air pollution and human health. Available at: <http://infoterra.deqp.go.th/modules.php?name=News&file=print&sid=62>.
31. Touloumi, G.; Pocock, S. J.; Katsouyanni, K.; Trichopoulos. (2004) Short-term effects of air pollution on daily mortality in Athens: a time-series analysis. *Inter J Epide.* 23: 957-967.

ภาคผนวก ก.

แบบสอบถามผลกระทบด้านสุขภาพจากมลพิษทางอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

ชื่อผู้เก็บข้อมูล..... วันที่

ก. ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ SEX []

☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง

2. ที่อยู่ตำบล TAMBON []

อำเภอ AMPHOE []

3. ท่านอาศัยในเชียงใหม่หรือลำพูนมาแล้วปีเดือน STAY []

4. อายุ ปี AGE []

ข. การประเมินผลกระทบสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ

ในวันนี้ท่านมีอาการต่อไปนี้หรือไม่

อาการ	มี (1)	ไม่มี (0)	สำหรับเจ้าหน้าที่
ระบบทางเดินหายใจ			
คัดจมูก			R1 []
มีน้ำมูก			R2 []
แสบจมูก			R3 []
เลือดกำเดาไหล			R4 []
แสบคอ			R5 []
เสียงแหบ			R6 []
ไอแห้งๆ			R7 []
ไอมีเสมหะ			R8 []
หายใจลำบาก			R9 []
หายใจมีเสียงหวีด			R10 []
ระบบหัวใจและหลอดเลือด			
เหนื่อยง่าย			C1 []
เท้าบวม			C2 []
ชีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว			C3 []
ระบบผิวหนัง			
คันตามร่างกาย			D1 []
มีผื่นแดงตามร่างกาย			D2 []
ระบบสายตา			
แสบหรือคันตา			O1 []
ตาแดง			O2 []
น้ำตาไหล			O3 []
มองภาพไม่ชัด			O4 []

ภาคผนวก ข.



การแถลงข่าวผลการวิจัยเรื่อง “โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ”

<http://www.med.cmu.ac.th/smog>

การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการนำร่องเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย หรือ สกว. โดยคณะวิจัยประกอบด้วยนักวิจัยจากคณะแพทยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความสนับสนุนในการทำวิจัยอย่างดียิ่งจากท่านอธิการบดี ศ.ดร.พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย รศ.ดร.ดาวรุ่ง กังวานพงศ์ และท่านคณบดีคณะแพทยศาสตร์ รศ.นพ.นิเวศน์ นันทจิต

“โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ” ประกอบด้วยคณะวิจัยคือ

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1. รศ.ดร.นพ.พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ | คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | |
| 2. นางมยุรา วิวรรณเดชะ | นักวิจัยอิสระ | |
| 3. น.ส.พัชรินทร์ ปินดา | ผู้ช่วยนักวิจัย | 6. นายเพิ่มศักดิ์ บุญมาลัย |
| | ผู้ช่วยนักวิจัย | |
| 4. นายวัฒนา ปัญญามณีสร | ผู้ช่วยนักวิจัย | 7. น.ส.อัจฉรา วรรณคำ |
| | ผู้ช่วยนักวิจัย | |
| 5. น.ส.จิราภรณ์ รัตนวิสุทธิอมร | ผู้ช่วยนักวิจัย | 8. น.ส.สุดา ศรีส่อง |
| | ผู้ช่วยนักวิจัย | |

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ถึงอาการเจ็บป่วย ที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศครอบคลุม 4 ระบบ คือ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจ ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชาชนทั่วไป อาศัยอยู่ในทุกๆ ตำบลของ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ แม่ริม สารภี และเมืองลำพูน ทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 ถึง 30 เมษายน 2551 วันละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง) รวมทั้งสิ้น 12,000 ตัวอย่าง ร่วมกับการบันทึกคุณภาพอากาศ ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทุกวันควบคู่กันไป

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงวันที่ 1–31 มกราคม 2551 พบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบคอ เสียงแหบ หายใจลำบาก ไอแห้งๆ อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ ซีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว และระบบตา ได้แก่ ตาแดง มองภาพไม่ค่อยชัด น้ำตาไหล แสบหรือคันตา โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับฝุ่นที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–4 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.12–0.76

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซพิษหลายชนิด ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ คัดจมูก แสบจมูก มีน้ำมูก หายใจลำบาก ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย และระบบตา ได้แก่ มองภาพไม่ค่อยชัด โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–5 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppm (1 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 21.3–42.5

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หายใจมีเสียงหวีด หายใจลำบาก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ ซีพจร (หัวใจ) เต้นเร็ว เหนื่อยง่าย ในระบบผิวหนัง ได้แก่ คันตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ น้ำตาไหล ตาแดง แสบหรือคันตา มองภาพไม่ค่อยชัด โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.11–31.0

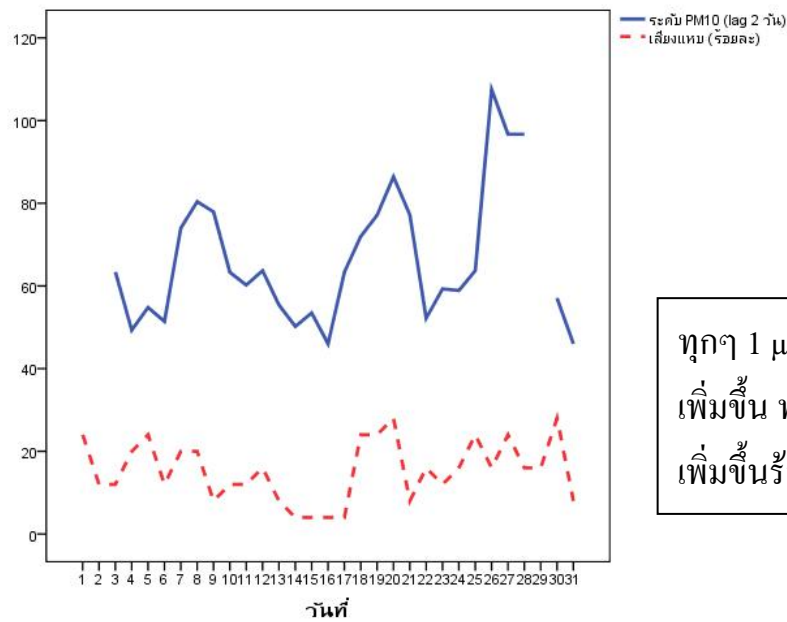
ก๊าซโอโซนมีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบคอ และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา มองภาพไม่ค่อยชัด โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับโอโซนที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–5 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.71–2.4

การศึกษาครั้งนี้พบว่า สารมลพิษ 4 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองเชียงใหม่และแมริม ในขณะที่ประชาชนในอำเภอสารภีได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 3 ชนิดคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน และประชาชนในอำเภอเมืองลำพูนได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 1 ชนิด คือ คาร์บอนมอนอกไซด์

ความสำคัญและข้อเสนอแนะ

ความสำคัญของข้อค้นพบนี้ยืนยันว่า คุณภาพอากาศที่เลวลงส่งผลต่อสุขภาพได้จริง ดังนั้นมาตรการการบรรเทาผลกระทบเรื่องคุณภาพอากาศจะต้องดำเนินการต่อไปอย่างเข้มงวด เพราะมีฉะนั้นแล้วกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง ดังเช่น กลุ่มผู้ป่วยโรคปอดและหัวใจ เด็ก และผู้สูงอายุจะได้รับผลกระทบทางลบต่อ

สุขภาพ ซึ่งย่อมมีผลต่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจทั้งต่อตัวผู้ป่วย ครอบครัวและของประเทศชาติ โดยรวม



ทุกๆ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM_{10} ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเสียงแหบเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.45

ตัวอย่างกราฟแสดงร้อยละผู้ที่มีอาการเสียงแหบและระดับ PM_{10} (lag 2 วัน) ระหว่างวันที่ 1–31 มกราคม 2551 ในอำเภอเมืองเชียงใหม่



การแถลงข่าวผลการวิจัยเรื่อง “โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ”

<http://www.med.cmu.ac.th/smog>

การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการนำร่องเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย หรือ สกว. โดยคณะวิจัยประกอบด้วยนักวิจัยจากคณะแพทยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความสนับสนุนในการทำวิจัยอย่างดียิ่งจากท่านอธิการบดี ศ.ดร.พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย รศ.ดร.ดาวรุ่ง กังวานพงศ์ และท่านคณบดีคณะแพทยศาสตร์ รศ.นพ.นิเวศน์ นันทจิต

“โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ” ประกอบด้วยคณะวิจัยคือ

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. รศ.ดร.นพ.พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ | คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 2. นางมยุรา วิวรรณเดชะ | นักวิจัยอิสระ |
| 3. น.ส.พัชรินทร์ ปินตา | ผู้ช่วยนักวิจัย |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | 6. นายเพิ่มศักดิ์ บุญมาลัย |
| 4. นายวัฒนา ปัญญามณีสร | ผู้ช่วยนักวิจัย |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | 7. น.ส.อঞ্জรา วรรณคำ |
| 5. น.ส.จิราภรณ์ รัตนวิสุทธิอมร | ผู้ช่วยนักวิจัย |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | 8. น.ส.สุดา ศรีส่อง |

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ถึงอาการเจ็บป่วย ที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศครอบคลุม 4 ระบบ คือ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจ ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชาชนทั่วไป อาศัยอยู่ในทุกๆ ตำบลของ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ แม่ริม สารภี และเมืองลำพูน ทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 ถึง 30 เมษายน 2551 วันละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง) รวมทั้งสิ้น 12,000 ตัวอย่าง ร่วมกับการบันทึกคุณภาพอากาศ ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทุกวันควบคู่กันไป

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงวันที่ 1 มกราคม–29 กุมภาพันธ์ 2551 พบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หายใจลำบาก แสบคอ ระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา และระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย โดยสามารถทำนายได้ว่าระดับฝุ่นที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–2 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.16–0.29

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซพิษหลายชนิด ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ แสบจมูก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อย โดยสามารถทำนายได้ว่าระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–4 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppm (1 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.50–30.11

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ หายใจมีเสียงหวีด หายใจลำบาก ไอมีเสมหะ เสียงแหบ อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อย ในระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ ตาแดง มองภาพไม่ค่อยชัด โดยสามารถทำนายได้ว่าระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–5 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.73–16.81

ก๊าซโอโซนมีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบจมูก แสบคอ หายใจลำบาก เสียงแหบ อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อย หัวใจ (ชีพจร)เต้นเร็ว และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา มองภาพไม่ค่อยชัด น้ำตาไหล โดยสามารถทำนายได้ว่าระดับโอโซนที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.30–0.85

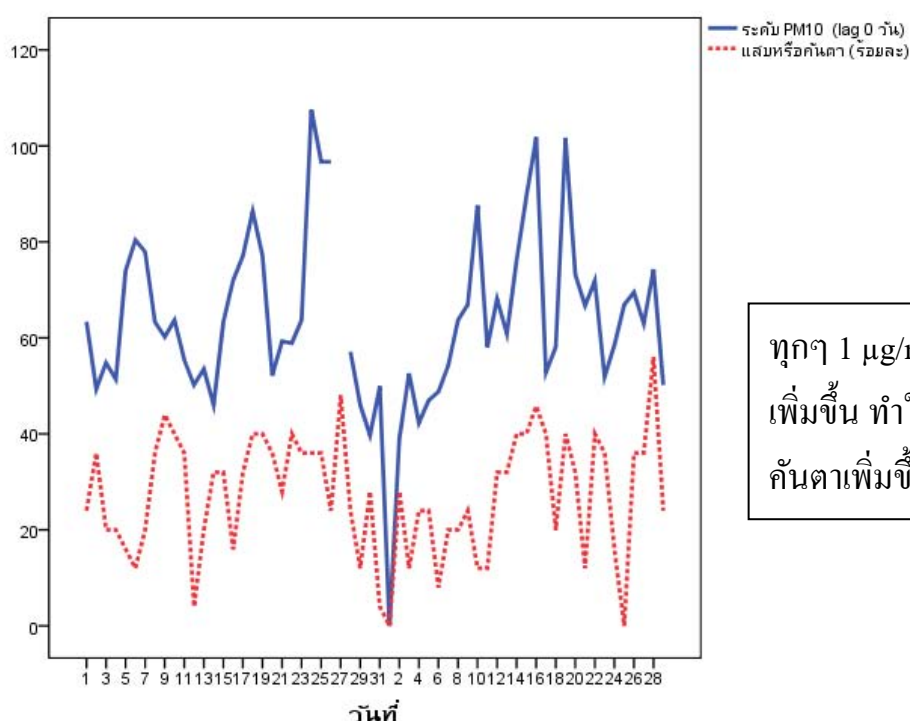
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบจมูก แสบคอ ไอมีเสมหะ อาการในระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา มองภาพไม่ค่อยชัด น้ำตาไหล โดยสามารถทำนายได้ว่าระดับไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–5 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.48–1.00

การศึกษานี้พบว่า สารมลพิษทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองเชียงใหม่ ในขณะที่ประชาชนในอำเภอแมริม ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 4 ชนิดคือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน อำเภอสารภีได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 2 ชนิดคือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์

และประชาชนในอำเภอเมืองลำพูนได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 3 ชนิดคือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน

ความสำคัญและข้อเสนอแนะ

ความสำคัญของข้อค้นพบนี้ยืนยันว่า คุณภาพอากาศที่เลวลงส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้จริง ดังนั้น มาตรการการรณรงค์เรื่องคุณภาพอากาศจะต้องดำเนินการต่อไปอย่างเข้มงวด เพราะมีฉะนั้นแล้วกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง ดังเช่น กลุ่มผู้ป่วยโรคปอดและหัวใจ เด็ก และผู้สูงอายุจะได้รับผลกระทบทางลบต่อสุขภาพ ซึ่งย่อมมีผลต่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจทั้งต่อตัวผู้ป่วย ครอบครัวและของประเทศชาติโดยรวม



ตัวอย่างกราฟแสดงร้อยละผู้ที่มีอาการแสบหรือคันตาและระดับ PM_{10} (lag 0 วัน) ระหว่างวันที่ 1

มกราคม–29 กุมภาพันธ์ 2551

ในอำเภอเมืองเชียงใหม่



การแถลงข่าวผลการวิจัยเรื่อง “โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ”

<http://www.med.cmu.ac.th/smog>

การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการนำร่องเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย หรือ สกว. โดยคณะวิจัยประกอบด้วยนักวิจัยจากคณะแพทยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความสนับสนุนในการทำวิจัยอย่างดียิ่งจากท่านอธิการบดี ศ.ดร.พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย รศ.ดร.ดาวรุ่ง กังวานพงศ์ และท่านคณบดีคณะแพทยศาสตร์ รศ.นพ.นิเวศน์ นันทจิต

“โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ” ประกอบด้วยคณะวิจัยคือ

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1. รศ.ดร.นพ.พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ | คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | |
| 2. นางมยุรา วิวรรณเดชะ | นักวิจัยอิสระ | |
| 3. น.ส.พัชรินทร์ ปินตา | ผู้ช่วยนักวิจัย | 6. นายเพิ่มศักดิ์ บุญมาลัย |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | | |
| 4. นายวัฒนา ปัญญามณีสร | ผู้ช่วยนักวิจัย | 7. น.ส.อঞ্জรา วรรณคำ |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | | |
| 5. น.ส.จิราภรณ์ รัตนวิสุทธิอมร | ผู้ช่วยนักวิจัย | 8. น.ส.สุดา ศรีส่อง |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | | |

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ถึงอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศครอบคลุม 4 ระบบ คือ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจ ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชาชนทั่วไป อาศัยอยู่ในทุกๆ ตำบลของ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ แม่ริม สารภี และเมืองลำพูน ทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 ถึง 30 เมษายน 2551 วันละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง) รวมทั้งสิ้น 12,000 ตัวอย่าง ร่วมกับการบันทึกคุณภาพอากาศ ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทุกวันควบคู่กันไป

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงวันที่ 1 มกราคม–31 มีนาคม 2551 พบความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบคอ แสบจมูก เลือดกำเดาไหล อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ จีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา มองภาพไม่ค่อยชัด โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับฝุ่นที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–5 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.01–0.24

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซพิษหลายชนิด ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ มีน้ำมูก ไอมีเสมหะ แสบจมูก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–3 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppm (1 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.43–11.43

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ เลือดกำเดาไหล แสบจมูก หายใจมีเสียงหวีด ไอมีเสมหะ มีน้ำมูก เสียงแหบ แสบคอ อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย จีพจร (หัวใจ)เต้นเร็ว ในระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา ตาแดง มองภาพไม่ค่อยชัด น้ำตาไหล โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.86–11.45

ก๊าซโอโซนมีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ไอมีเสมหะ ไอแห้งๆ แสบคอ หายใจลำบาก เสียงแหบ คัดจมูก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย หัวใจ (จีพจร)เต้นเร็ว ระบบผิวหนัง ได้แก่ คันตามร่างกายและระบบตา ได้แก่ น้ำตาไหล แสบหรือคันตา โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับโอโซนที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.19–0.81

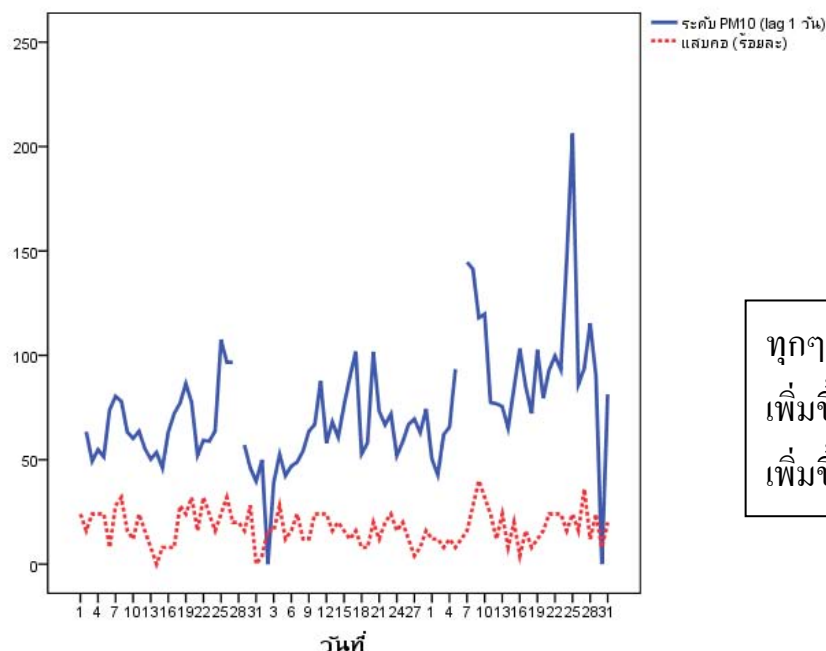
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบจมูก ไอมีเสมหะ มีน้ำมูก เสียงแหบ แสบคอ หายใจลำบาก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย อาการในระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา น้ำตาไหล โดยสามารถทำนายได้ว่า ระดับไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–5 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.24–0.72

การศึกษากลับครั้งนี้พบว่า สารมลพิษทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองเชียงใหม่และอำเภอเมืองลำพูน ในขณะที่ประชาชนในอำเภอแม่ริม ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 4 ชนิดคือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนได

ออกไซด์และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และอำเภอสารภีได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 3 ชนิดคือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และโอโซน

ความสำคัญและข้อเสนอแนะ

ความสำคัญของข้อค้นพบนี้ยืนยันว่า คุณภาพอากาศที่เลวลงส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้จริง ดังนั้น มาตรการการรณรงค์เรื่องคุณภาพอากาศจะต้องดำเนินการต่อไปอย่างเข้มงวด เพราะมีฉะนั้นแล้วกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง ดังเช่น กลุ่มผู้ป่วยโรคปอดและหัวใจ เด็ก และผู้สูงอายุจะได้รับผลกระทบทางลบต่อสุขภาพ ซึ่งย่อมมีผลต่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจทั้งต่อตัวผู้ป่วย ครอบครัวและของประเทศชาติโดยรวม



ทุกๆ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ของ PM_{10} ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการแสบคอเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.10

ตัวอย่างกราฟแสดงร้อยละผู้ที่มีอาการแสบคอและระดับ PM_{10} (lag 1 วัน) ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–31 มีนาคม 2551
ในอำเภอเมืองเชียงใหม่



การแถลงข่าวผลการวิจัยเรื่อง “โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ”

<http://www.med.cmu.ac.th/smog>

การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการนำร่องเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน” ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย หรือ สกว. โดยคณะวิจัยประกอบด้วยนักวิจัยจากคณะแพทยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และได้รับความสนับสนุนในการทำวิจัยอย่างดียิ่งจากท่านอธิการบดี ศ.ดร.พงษ์ศักดิ์ อังกลสิทธิ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย รศ.ดร.ดาวรุ่ง กังวานพงศ์ และท่านคณบดีคณะแพทยศาสตร์ รศ.นพ.นิเวศน์ นันทจิต

“โครงการจัดตั้งศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ” ประกอบด้วยคณะวิจัยคือ

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1. รศ.ดร.นพ.พงศ์เทพ วิวรรณะเดช | คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | |
| 2. นางมยุรา วิวรรณะเดช | นักวิจัยอิสระ | |
| 3. น.ส.พัชรินทร์ ปินตา | ผู้ช่วยนักวิจัย | 6. นายเพิ่มศักดิ์ บุญมาลัย |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | | |
| 4. นายวัฒนา ปัญญามณีนศรี | ผู้ช่วยนักวิจัย | 7. น.ส.อัจฉรา วรรณคำ |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | | |
| 5. น.ส.จิราภรณ์ รัตนวิสุทธิอมร | ผู้ช่วยนักวิจัย | 8. น.ส.สุดา ศรีส่อง |
| ผู้ช่วยนักวิจัย | | |

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ถึงอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษทางอากาศ ครอบคลุม 4 ระบบ คือ ระบบทางเดินหายใจ หัวใจ ผิวหนัง และตา จำนวนรวม 19 อาการ ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชาชนทั่วไป อาศัยอยู่ในทุกๆ ตำบลของ 4 อำเภอ คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ แมริม สารภี และเมืองลำพูน ทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2551 ถึง 30 เมษายน 2551 วันละ 100 ตัวอย่าง (อำเภอละ 25 ตัวอย่าง) รวมทั้งสิ้น 12,000 ตัวอย่าง ร่วมกับการบันทึกคุณภาพอากาศ ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และก๊าซพิษ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และโอโซน และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาทุกวันควบคู่กันไป

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบความสัมพันธ์เชิงบวกและลบระหว่างฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนกับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบคอ ไอแห้งๆ แสบจมูก คัดจมูก มีน้ำมูก เสี่ยงแหบ หายใจลำบาก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย ซิพจร (หัวใจ) เดินเร็ว เหน็บววม และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา น้ำตาไหล มองภาพไม่ค่อยชัด ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวก สามารถทำนายได้ว่า ระดับฝุ่นที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.05–0.21

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซพิษหลายชนิด ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ มีน้ำมูก เสี่ยงแหบ คัดจมูก แสบจมูก ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหน็บววม เหนื่อยง่าย และระบบตา ได้แก่ น้ำตาไหล แสบหรือคันตา ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวก สามารถทำนายได้ว่า ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 1–3 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppm (1 ส่วนในล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.86–10.09

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ มีน้ำมูก เสี่ยงแหบ แสบจมูก คัดจมูก แสบคอ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหน็บววม เหนื่อยง่าย ซิพจร (หัวใจ) เดินเร็ว ในระบบผิวหนัง ได้แก่ คันตามร่างกาย ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ ตาแดง มองภาพไม่ค่อยชัด แสบหรือคันตา น้ำตาไหล ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวกสามารถทำนายได้ว่า ระดับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.88–11.92

ก๊าซโอโซนมีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ เลือดกำเดาไหล หายใจลำบาก เสี่ยงแหบ ไอแห้งๆ คัดจมูก แสบจมูก แสบคอ มีน้ำมูก หายใจมีเสียงหวีด อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ หัวใจ (ซิพจร) เดินเร็ว ระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ ตาแดง มองภาพไม่ค่อยชัด ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวกสามารถทำนายได้ว่า ระดับโอโซนที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.05–0.67

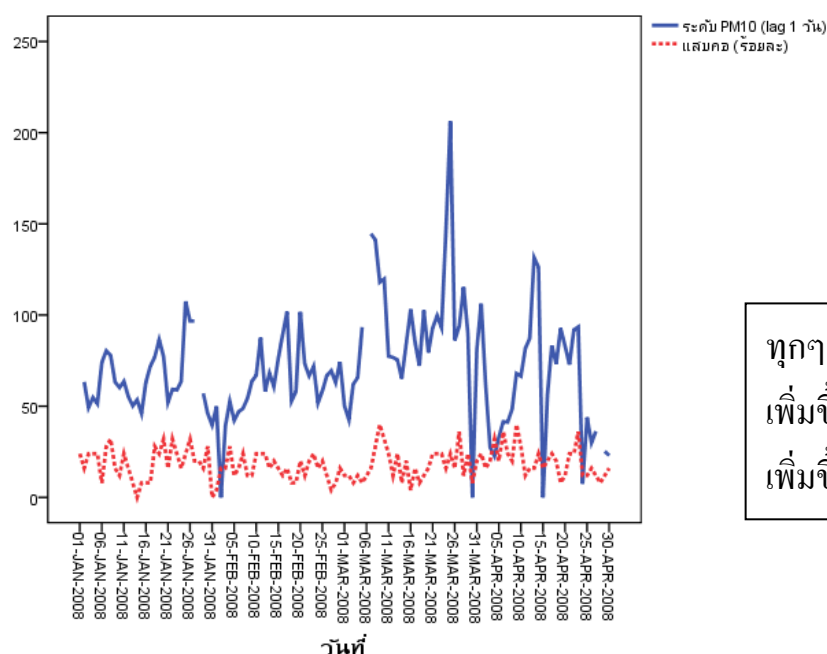
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับอาการในระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ แสบจมูก มีน้ำมูก เลือดกำเดาไหล แสบคอ ไอแห้งๆ เสี่ยงแหบ หายใจลำบาก อาการในระบบหัวใจ ได้แก่ เหนื่อยง่าย ระบบผิวหนัง ได้แก่ ผื่นแดงตามร่างกาย และระบบตา ได้แก่ แสบหรือคันตา น้ำตาไหล ในกรณีความสัมพันธ์เชิงบวกสามารถทำนายได้ว่า ระดับไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สูงจะมีผลกระทบต่อสุขภาพในอีก 0–6 วันถัดมา และ ทุกๆ 1 ppb (1 ส่วนในพันล้านส่วนของอากาศ) ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีอาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.08–1.00

การศึกษาค้นคว้าพบว่า สารมลพิษทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองลำพูน สารมลพิษ 4 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซน มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในอำเภอเมืองเชียงใหม่ ในขณะที่ประชาชนในอำเภอแมริม ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 4 ชนิดคือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และ

อำเภอสารภีได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ 3 ชนิดคือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และ โอโซน

ความสำคัญและข้อเสนอแนะ

ความสำคัญของข้อค้นพบนี้ยืนยันว่า คุณภาพอากาศที่เลวลงส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้จริง ดังนั้น มาตรการการรณรงค์เรื่องคุณภาพอากาศจะต้องดำเนินการต่อไปอย่างเข้มงวด เพราะมีฉะนั้นแล้วกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง ดังเช่น กลุ่มผู้ป่วยโรคปอดและหัวใจ เด็ก และผู้สูงอายุจะได้รับผลกระทบทางลบต่อสุขภาพ ซึ่งย่อมมีผลต่อคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจทั้งต่อตัวผู้ป่วย ครอบครัวและของประเทศชาติโดยรวม นอกจากนี้จำเป็นที่จะต้องมีการทบทวนค่ามาตรฐานของสารมลพิษแต่ละชนิดใหม่ เนื่องจากพบว่าแม้สารมลพิษจะยังไม่เกินค่ามาตรฐานแต่ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแล้ว



ตัวอย่างกราฟแสดงร้อยละผู้ที่มีอาการแสบคอและระดับ PM₁₀ (lag 1 วัน) ระหว่างวันที่ 1 มกราคม–30 เมษายน 2551
ในอำเภอเมืองเชียงใหม่

ภาคผนวก ค.

กิจกรรมให้ความรู้เรื่องหมอกควันกับผลกระทบต่อสุขภาพกับสื่อสารมวลชนและสาธารณะ

15 กุมภาพันธ์ 2551 บรรยายเรื่อง “ผลการวิจัยสารมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ” ให้กับ อบต. ในการประชุมการจัดแถลงข่าวเปิดตัวโครงการและอบรมเครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์อากาศ เชียงใหม่ ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ เชียงใหม่

19 กุมภาพันธ์ 2551 วิทยากรบรรยายเรื่อง “ผลการวิจัยสารมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ” ให้กับ “คณะกรรมการกำหนดแนวทางการลดการใช้พลังงานและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานด้าน มลพิษทางอากาศ” ณ ห้องประชุมเทศบาลนครเชียงใหม่

21 กุมภาพันธ์ 2551 ออกรายการวิทยุสด “ร่วมด้วยช่วยกัน” ทาง FM 100 เวลา 9:30–10:00 น.

22 กุมภาพันธ์ 2551 ออกข่าวสั้น ทาง FM 100 เวลา 7:30–7:45 น.

22 กุมภาพันธ์ 2551 แถลงข่าวของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ “อากาศสดใสด้วยงานวิจัยของมช.” เวลา 10:00–11:00 น. ณ ห้องสารนิเทศ สำนักงานอธิการบดี

25 กุมภาพันธ์ 2551 ให้สัมภาษณ์โทรทัศน์ช่อง ASTV (ยาวประมาณ 10 นาที)

5 มีนาคม 2551 บันทึกเทปโทรทัศน์ซึ่งจะออกในรายการ “เปิดเมือง” ตอน “ภาวะหมอกควันกับสุขภาพ” ทาง cable ท้องถิ่น WETV วันที่ 10 มี.ค. 51 และ 12 มี.ค. 51 เวลา 19:00 น. (ยาวประมาณ 50 นาที)

6 มีนาคม 2551 เวลา 10:30 น. บันทึกรายการวิทยุของคณะแพทย์ ครั้งที่ 1 ซึ่งนำออกอากาศ 3 รายการ (ยาวประมาณ 30 นาที) คือ

1. รายการ “คุยข่าวสุขภาพ” FM 93.25 วันที่ 8 มี.ค. 51 เวลา 10:30 น.
2. รายการ “สร้างเสริมสุขภาพกับหมอสวนดอก” FM100 วันที่ 12 มี.ค. 51 เวลา 20:00 น.
3. รายการ “คุยข่าวสุขภาพ” AM 639 วันที่ 10 มี.ค. 51 เวลา 06:00 น.

8 มีนาคม 2551 บรรยายเรื่อง “มลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ” ให้กับกลุ่มแม่บ้านอำเภอหางดง จำนวน 700 คน ณ กลุ่มกุคำ โรงแรมเชียงใหม่กุคำ เวลา 17:00–17:30 น.

18 มีนาคม 2551 เวลา 18:00–19:00 น. รายการวิทยุสดของกรมประชาสัมพันธ์ FM 98 หัวข้อสนทนาเรื่อง “มลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพ”

19 มีนาคม 2551 ออกรายการโทรทัศน์สด “คุยกับหมอสวนดอก” ที่สทท.ช่อง 11 เวลา 16:30 –17:00 น.

20 มีนาคม 2551 เวลา 10:30 น. บันทึกรายการวิทยุของคณะแพทย์ ครั้งที่ 2 ซึ่งนำออกอากาศ 3 รายการ (ยาวประมาณ 30 นาที) คือ

1. รายการ “คุยข่าวสุขภาพ” FM 93.25 วันที่ 22 มี.ค. 51 เวลา 10:30 น.
2. รายการ “สร้างเสริมสุขภาพกับหมอสวนดอก” FM100 วันที่ 26 มี.ค. 51 เวลา 20:00 น.
3. รายการ “คุยข่าวสุขภาพ” AM 639 วันที่ 24 มี.ค. 51 เวลา 06:00 น.

21 มีนาคม 2551 ให้สัมภาษณ์โทรทัศน์ช่อง TPBS (ยาวประมาณ 10 นาที)

21 มีนาคม 2551 ให้สัมภาษณ์โทรทัศน์ช่อง 3 (ยาวประมาณ 10 นาที)

24 มีนาคม 2551 ให้สัมภาษณ์ทางโทรศัพท์หนังสือพิมพ์ “กรุงเทพธุรกิจ” (ยาวประมาณ 10 นาที)

28 มีนาคม 2551 บันทึกเทปโทรทัศน์ซึ่งจะออกในรายการ “เปิดเมือง” ตอน “ดูแลสุขภาพในภาวะหมอกควัน” ทาง cable ท้องถิ่น WETV วันที่ 31 มี.ค. 51 และ 2 เม.ย. 51 เวลา 19:00 น. (ยาวประมาณ 50 นาที)

9 เมษายน 2551 ออกรายการวิทยุสด “ร่วมด้วยช่วยกัน” ทาง FM 100 เวลา 9:30–10:00 น.

11 เมษายน 2551 บรรยายพิเศษเรื่อง “สารมลพิษทางอากาศกับสุขภาพ” ณ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เวลา 13:30–14:30 น.

18 เมษายน 2551 ให้สัมภาษณ์นักข่าวชื่อ Selina Downes จากสำนักข่าว Aljazeera เวลา 13:00–15:00 น.

ภาคผนวก ง.

ข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

1. วัตถุประสงค์หลักของการศึกษารุ่นนี้ ได้แก่ การพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศเพื่อสนับสนุนข้อมูลเชิงนโยบายในการจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ผู้วิจัยทำได้ดีที่พัฒนา website เพื่อใช้เป็นช่องทางในการสื่อสารข้อมูลได้กว้างขวาง ถ้าผู้วิจัยสามารถแสดงให้เห็นว่าระบบนี้สามารถใช้ในการเฝ้าระวังสถานการณ์มลพิษทางอากาศ และการเจ็บป่วยในพื้นที่ได้ดีหรือไม่ ความเป็นไปได้ในการใช้ระบบอย่างต่อเนื่องเป็นอย่างไร จะทำให้ผลงานวิจัยนี้น่าสนใจมากยิ่งขึ้น
 - ได้อธิบายเพิ่มเติมไว้แล้วในบทที่ 5 หัวข้อ “การอภิปรายผล”
2. วัตถุประสงค์ย่อยข้อที่ 2 ผู้วิจัยต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาด้านสุขภาพกับมลพิษทางอากาศ ซึ่งมีข้อสังเกตหลายประการดังนี้
 - ผู้วิจัยระบุว่า เป็นการศึกษาแบบ time series แต่วิธีการวิจัยที่ใช้ไม่ใช่ time series analysis เกี่ยวกับการศึกษาผลกระทบมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพ ตามที่เป็นที่ยอมรับและมีการเผยแพร่ในวารสารทางวิชาการแบบ time series analysis ทั่วไป วิธีการวิจัยที่ศึกษารุ่นนี้คล้ายกับ repeated cross-sectional studies มากกว่า เพราะมีการสุ่มตัวอย่างสำรวจการเจ็บป่วย 121 ครั้ง ซึ่งวิธีการนี้จะมีวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่แตกต่างจากวิธีที่ใช้ในครั้งนี้อย่างชัดเจน และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแปลงค่าจำนวนการเจ็บป่วยแต่ละวันเป็นร้อยละของการเจ็บป่วยแต่ละวันแล้วนำมาวิเคราะห์ใน multiple linear regression ไม่น่าจะเป็นวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม
 - ขอยืนยันว่าเป็นการศึกษาแบบ time series กล่าวคือ มีการเก็บข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและมีระยะห่างของการเก็บเท่าๆ กัน เป็นไปตามเงื่อนไขของ time series ทุกประการ ไม่ใช่ repeated cross-sectional studies เนื่องจากการเก็บข้อมูลการแสดงในกลุ่มตัวอย่างของแต่ละวันไม่ซ้ำกันเดิม ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วย autocorrelation function plot และ partial autocorrelation function plot (ดูในบทที่ 4 หัวข้อที่ 6) อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเห็นด้วยกับสถิติที่ใช้ซึ่งไม่เหมาะสม จึงได้เปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ใหม่ทั้งหมดเป็นสถิติ generalized estimating equation (GEE) เพื่อให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์แบบ time series analysis
 - วัตถุประสงค์ของการศึกษาระบุว่า ต้องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาด้านสุขภาพกับสารมลพิษทางอากาศ แต่ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทางอุตุนิมวิทยาและปัญหาสุขภาพด้วย จึงน่าจะอธิบายเพิ่มเติมถึงจุดมุ่งหมายในการนำเสนอ

- การวิเคราะห์ยังเป็นไปตามวัตถุประสงค์เดิม แต่ต้องพิจารณาตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาด้วย ซึ่งถือเป็นตัวแปรกวนที่อาจมีอิทธิพลต่อการเจ็บป่วยได้ ยังจะเห็นได้ว่าบางอาการเกิดจากอิทธิพลของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาเพียงอย่างเดียว
3. ระบบการเฝ้าระวังมีประโยชน์ แต่ควรมีการประเมินผลการใช้งานของระบบ เช่น ความเป็นไปได้ในการดำเนินงานหลังโครงการวิจัยสิ้นสุดลง เป็นต้น
- การประเมินผลการใช้งานของระบบอยู่นอกเหนือข้อตกลงในสัญญา แต่จะพิจารณาคำแนะนำในการศึกษาระยะต่อไป
4. การเผยแพร่และใช้ประโยชน์ผลการศึกษา เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและปัญหาสุขภาพ ต้องพิจารณาให้รอบคอบเนื่องจากยังมีข้อสงสัยในวิธีการวิจัย และต้องระวังข้อจำกัดในการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่อง validity ของผลการศึกษา
- ได้อภิปรายเพิ่มเติมไว้แล้วในบทที่ 5 หัวข้อ “ข้อพึงระวังในการเผยแพร่ผลงานวิจัย”