บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาการรับสัมผัสมลพิษอากาศจากไฟป่าและผลกระทบต่อสุขภาพในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ได้เลือกทำการศึกษาในพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

1) ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการเกิดไฟป่ากับปริมาณมลพิษอากาศ

2) ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศของประชาชนในพื้นที่ภาคเหนือ

3) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษอากาศจากไฟป่ากับโรคระบบทางเดินหายใจ

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับมลพิษทางอากาศ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับมลพิษทางอากาศ โดยใช้ข้อมูลผลการตรวจวัดปริมาณ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน (O_3) จากสถานีตรวจวัดทั้งหมด 10 สถานี ในพื้นที่ 8 จังหวัดจากกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่าตั้งแต่ปี 2554 - 2557

1985650164

4.1.1 ความถี่การเกิดไฟป่าและปริมาณมลพิษอากาศ ปี 2554 - 2556

ความถี่การเกิดไฟป่าและปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และ O_3 ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ตั้งแต่ปี 2554 - 2556 มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น และในปี 2557 ช่วงที่เกิดไฟป่า (เดือนมกราคม - เมษายน) ปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และO_3 ยังคงไม่ลดลงโดย เฉลี่ย 83.19 $\mu g/m^3$ 0.82 ppm และ 30.52 ppb ตามลำดับ โดยมีความถี่การเกิดไฟป่า 2,108 ครั้ง และพบว่า ช่วงที่เกิดไฟป่า (มกราคม – เมษายน) มีปริมาณมลพิษอากาศเฉลี่ยสูงกว่าช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า (กันยายน – ธันวาคม) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณมลพิษอากาศรายปีระหว่างช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า ปี2554 - 2556

ปี	ช่วงที่เกิดไฟป่า			การเกิดไฟป่า (ครั้ง)	ช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า		
	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	CO (ppm)	O_3 (ppb)		PM_{10} ($\mu g/m^3$)	CO (ppm)	O_3 (ppb)
2554	54.10	0.60	26.86	1,035	30.96	0.53	14.81
2555	88.93	0.86	29.73	2,168	30.61	0.50	14.80
2556	83.25	0.76	32.34	2,718	34.73	0.53	15.39

4.1.2 แผนที่แสดงปริมาณมลพิษอากาศช่วงเกิดไฟป่า ปี 2554 และปี 2556

แผนที่แสดงการกระจายและปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และ O_3 เฉลี่ยในช่วงที่เกิดไฟป่าระหว่างเดือนมีนาคม ปี 2554 และปี 2556 ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน พบว่า ปริมาณมลพิษอากาศ ในปี 2556 สูงกว่าปี 2554 และพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนได้รับผลกระทบจาก PM_{10} มากที่สุด (รูปที่ 4.1 ก, ข) สำหรับ CO และ O_3 พบว่าเพิ่มขึ้นในเขตเมืองของ 8 จังหวัด ดังรูปที่ 4.1 ค, ง และ จ, ฉ

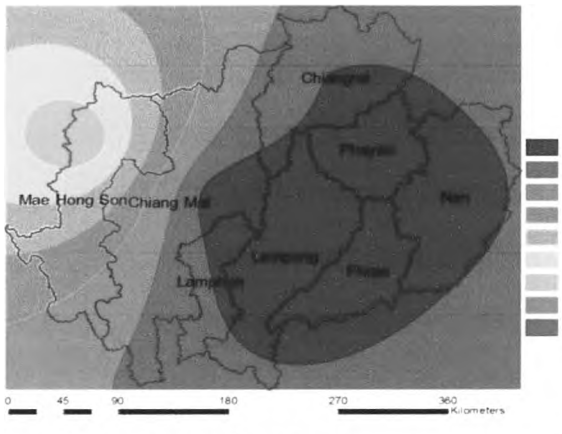
4.1.3 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษอากาศช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

ปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และ O_3 ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนปี 2554–2556 ในช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) พบว่า ช่วงเกิดไฟป่ามีปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และ O_3 สูงกว่าไม่เกิดไฟป่าโดยเฉพาะค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ PM_{10} ในช่วงเกิดไฟป่า มีปริมาณเฉลี่ย 75.43 $\mu g/m^3$ และมีค่าสูงสุด 140.74 $\mu g/m^3$ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานกำหนด 120 $\mu g/m^3$ ดังตารางที่ 4.2 ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ระเหย BTEX ช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า ในปี 2554-2556 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ภาคผนวก ข)

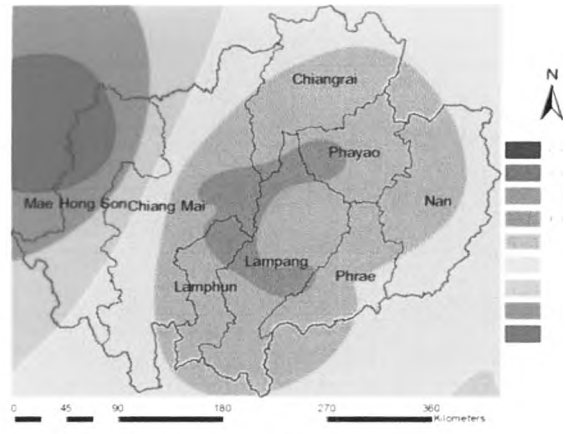
1985650164

ตารางที่ 4.2 ปริมาณ PM_{10} CO และ O_3 ในช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่าระหว่าง ปี 2554 - 2556

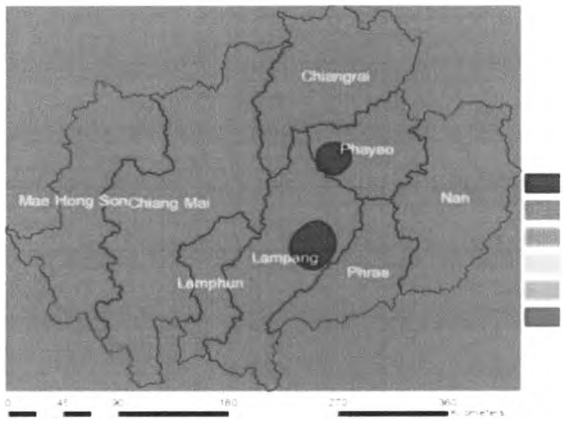
	ช่วงเกิดไฟป่า				ไม่เกิดไฟป่า		
	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	CO (ppm)	O_3 (ppb)		PM_{10} ($\mu g/m^3$)	CO (ppm)	O_3 (ppb)
Mean	75.43	0.74	30.07		31.96	0.52	15.0
Max	140.74	1.15	40.44		53.56	0.68	18.00
Min	46.88	0.56	20.75		17.37	0.40	11.5
SD	31.79	0.19	5.92		11.21	0.08	2.26



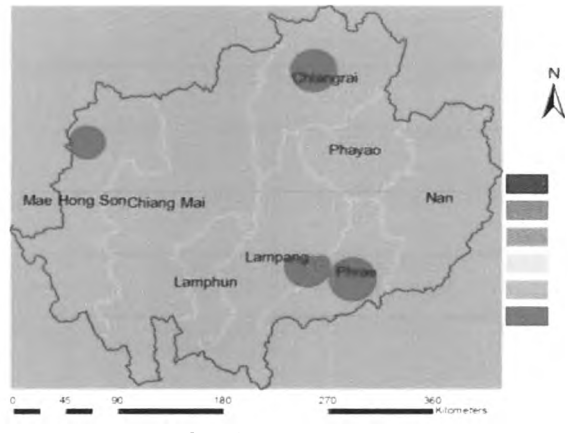
ก. ปริมาณ PM_{10} ปี 2554



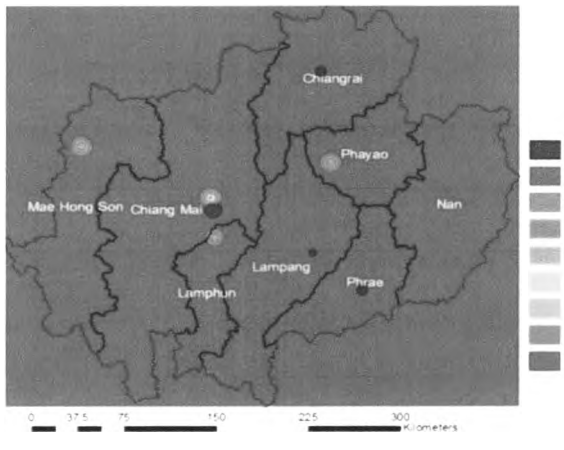
ข. ปริมาณ PM_{10} ปี 2556



ค. ปริมาณ CO ใน ปี 2554



ง. ปริมาณ CO ใน ปี 2556



จ. ปริมาณ O_3 ปี 2554

ฉ. ปริมาณ O_3 ปี 2556

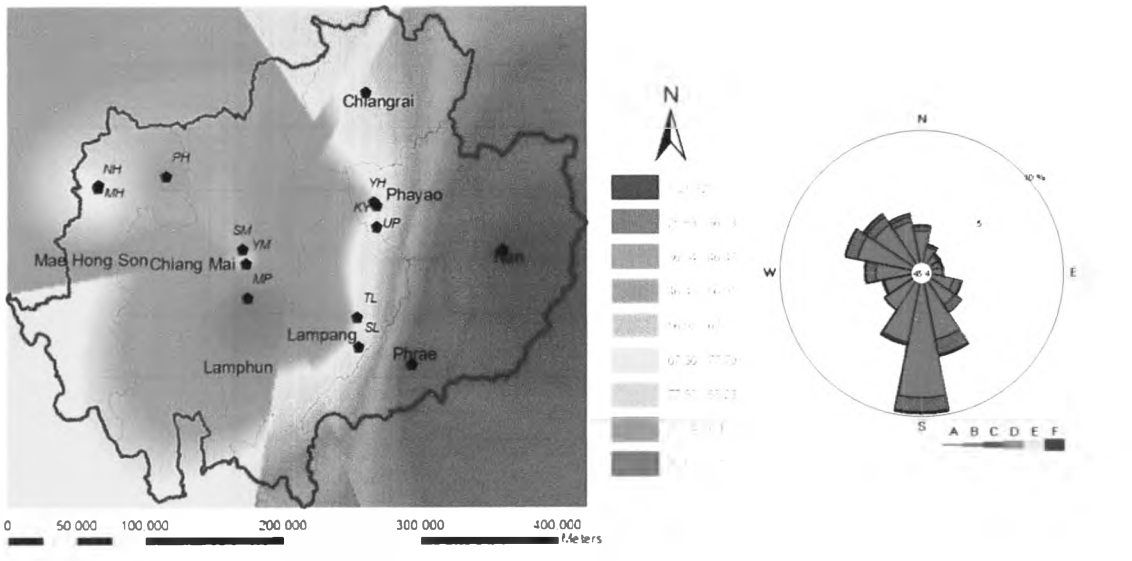
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และ O_3 ในช่วงที่เกิดไฟป่าระหว่างปี 2554 และปี 2556

1985650164

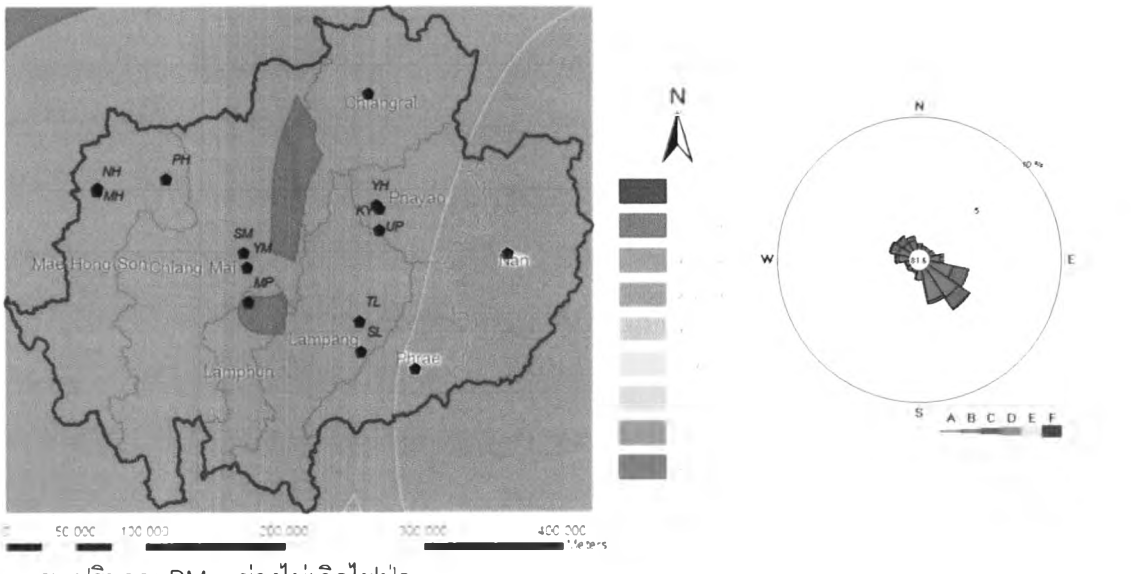
4.1.4 แผนที่แสดงปริมาณมลพิษอากาศระหว่างช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

4.1.4.1 แผนที่เปรียบเทียบปริมาณ PM_{10} ระหว่างช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

ปริมาณ PM_{10} ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนช่วงเกิดไฟป่า (กุมภาพันธ์ 2557) สูงกว่าช่วงไม่เกิดไฟป่า (ตุลาคม 2556) โดยเดือนกุมภาพันธ์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่มีอัตราการเกิดไฟป่าสูงสุด 200 ครั้ง รองลงมาคือ ลำปางและลำพูน 50 และ 42 ครั้ง ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาทิศทางลมช่วงเกิดไฟป่าลมจะมาจากทิศใต้และตะวันตกเฉียงเหนือ จึงทำให้พื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง มีปริมาณ PM_{10} สูงกว่าจังหวัดน่าน แพร่ พะเยาและเชียงราย ซึ่งแตกต่างจากช่วงไม่เกิดไฟป่าจะมีปริมาณ PM_{10} ในจังหวัดน่านและแพร่สูงกว่าพื้นที่อื่น ตามทิศทางลมที่พัดมาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้



ก. ปริมาณ PM_{10} ช่วงเกิดไฟป่า



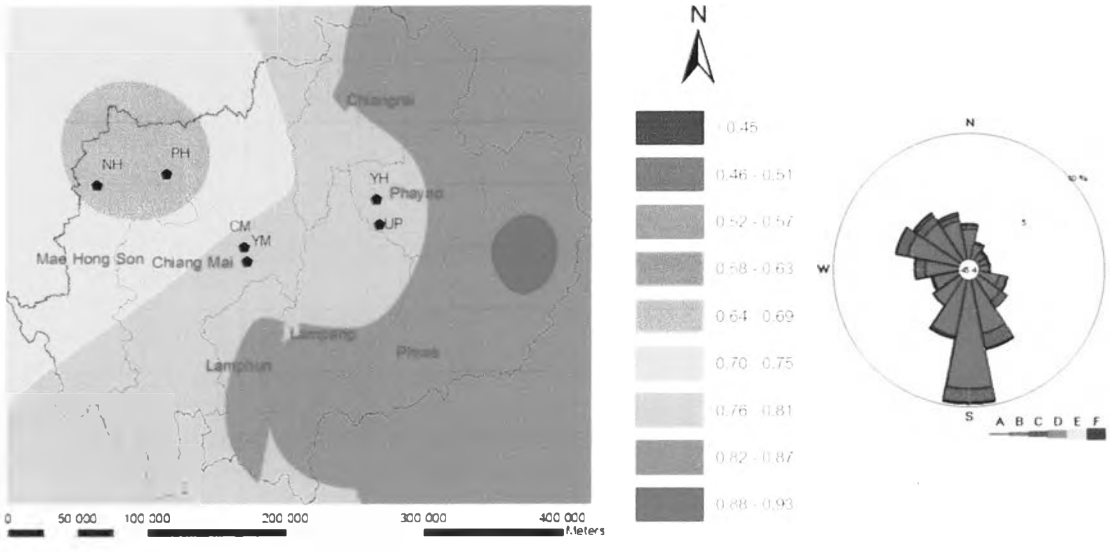
ข. ปริมาณ PM_{10} ช่วงไม่เกิดไฟป่า

รูปที่ 4.2 แผนที่เปรียบเทียบปริมาณ PM_{10} ระหว่างช่วงเกิดไฟป่า (ก) และไม่เกิดไฟป่า (ข)

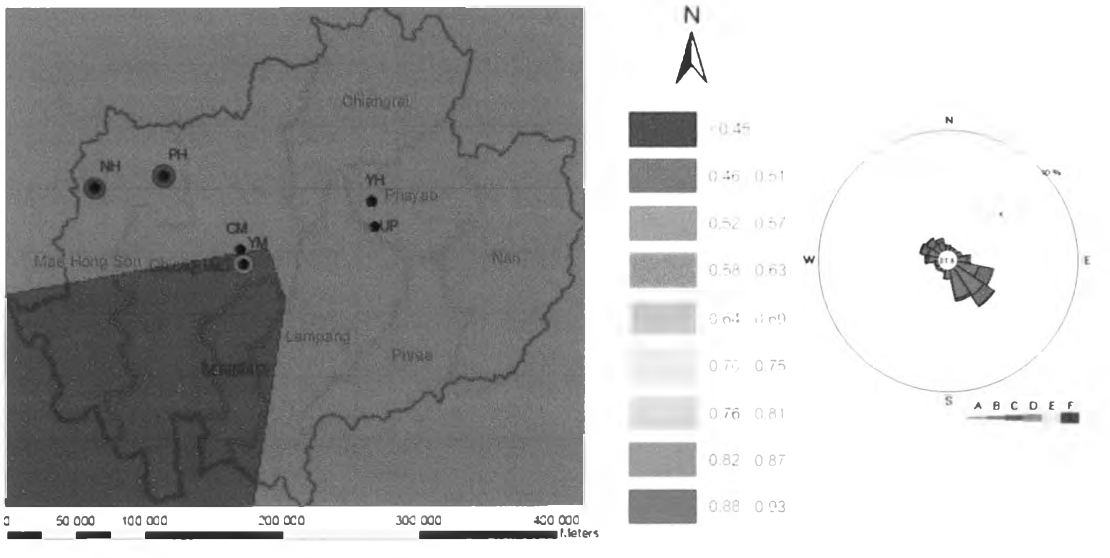
4.1.4.2 แผนที่เปรียบเทียบปริมาณ CO ระหว่างช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

ปริมาณ CO ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนช่วงเกิดไฟป่า (กุมภาพันธ์ 2557) สูงกว่าช่วงไม่เกิดไฟป่า (ตุลาคม 2556) โดยช่วงเกิดไฟป่าจังหวัดน่านและแพร่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ ปริมาณเฉลี่ยสูงกว่า 0.64 ppm และพบว่า ปริมาณ CO เพิ่มขึ้นในเขตเมือง สำหรับช่วงไม่เกิดไฟป่า ปริมาณ CO ในพื้นที่ 8 จังหวัดไม่แตกต่างกัน โดยเฉลี่ยต่ำกว่า 0.51 ppm ดังรูปที่ 4.3

ก. ปริมาณ CO ช่วงเกิดไฟป่า



ข. ปริมาณ CO ช่วงไม่เกิดไฟป่า

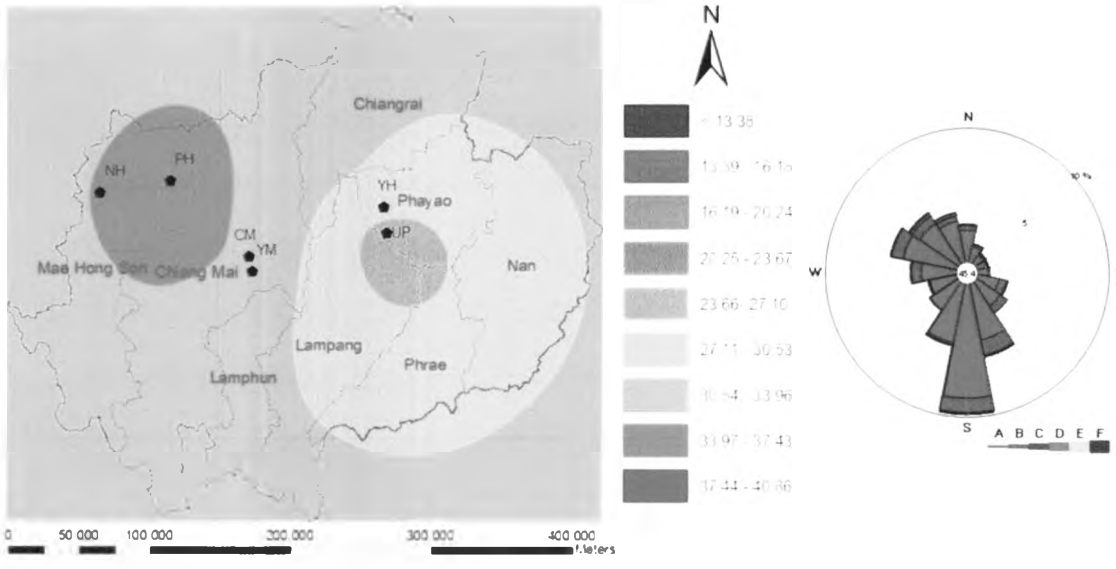


รูปที่ 4.3 แผนที่เปรียบเทียบปริมาณ CO ระหว่างช่วงเกิดไฟป่า(ก) และไม่เกิดไฟป่า (ข)

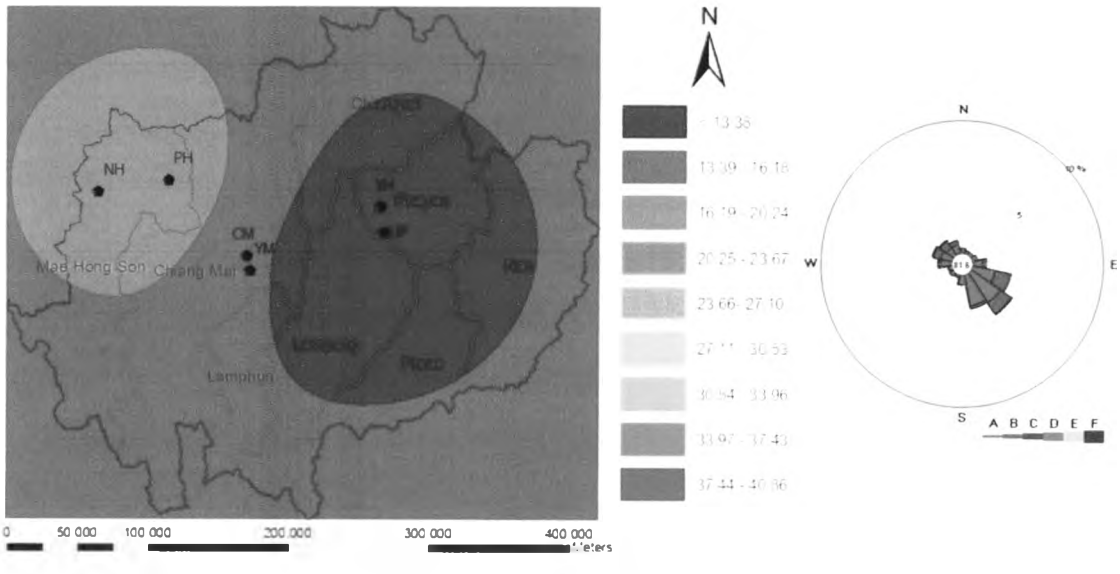
4.1.4.3 แผนที่เปรียบเทียบปริมาณ O_3 ระหว่างช่วงเกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

ปริมาณ O_3 ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนช่วงเกิดไฟป่า (กุมภาพันธ์ 2557) สูงกว่าช่วงไม่เกิดไฟป่า (ตุลาคม 2556) โดยช่วงเกิดไฟป่าจังหวัดแม่ฮ่องสอนและเชียงใหม่มีปริมาณ O_3 สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ โดยช่วงเกิดไฟป่ามีปริมาณเฉลี่ยระหว่าง 23.66 – 37.43 ppb และช่วงไม่เกิดไฟป่าปริมาณ O_3 โดยเฉลี่ยต่ำกว่า 23.67 ppb ดังรูปที่ 4.3

ก. ปริมาณ O_3 ช่วงเกิดไฟป่า



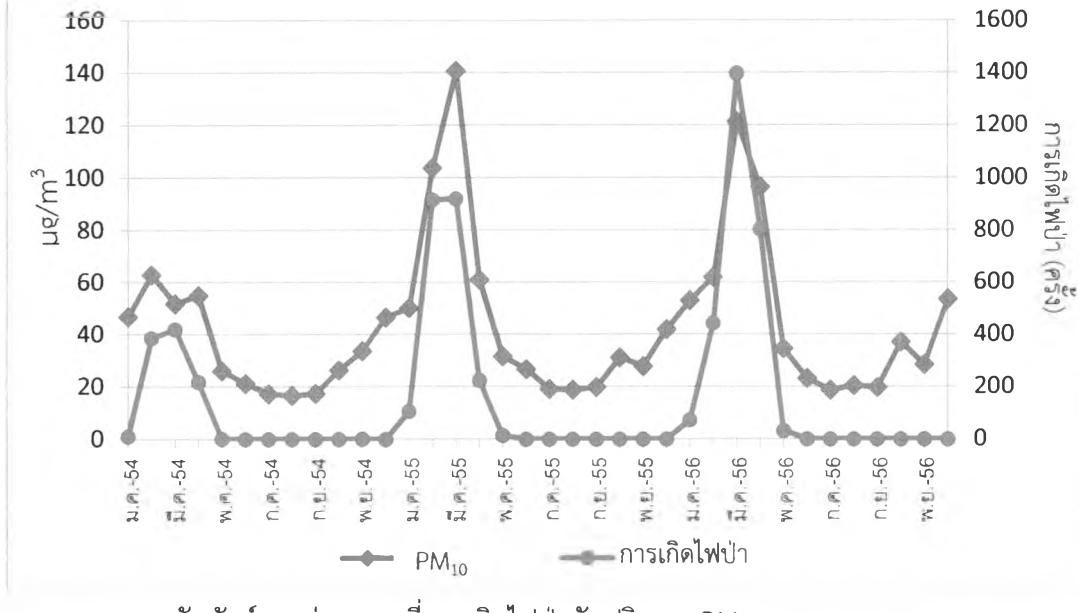
ข. ปริมาณ O_3 ช่วงไม่เกิดไฟป่า



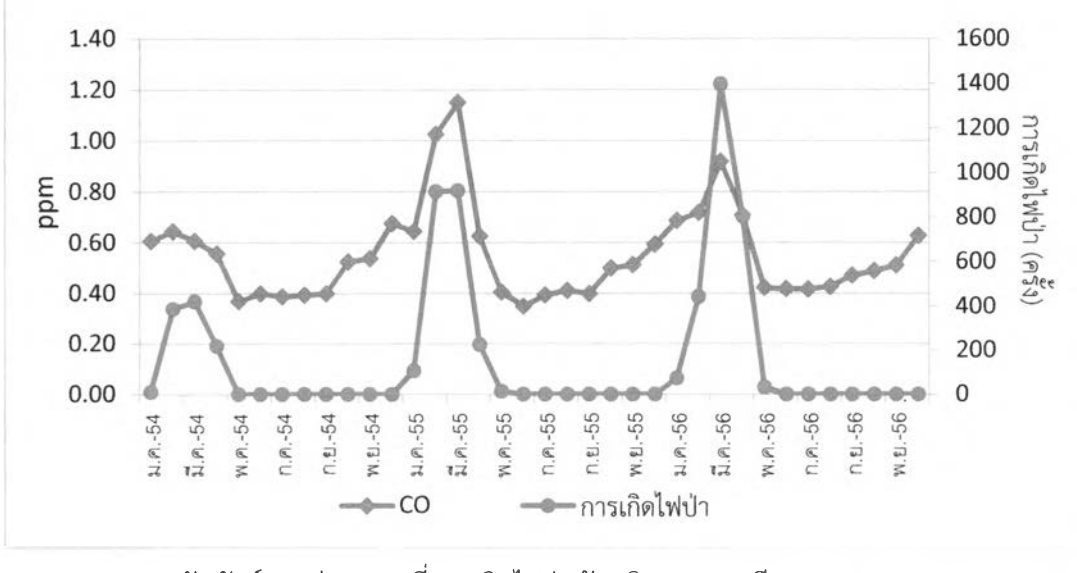
รูปที่ 4.4 แผนที่เปรียบเทียบปริมาณ O_3 ระหว่างช่วงเกิดไฟป่า (ก) และไม่เกิดไฟป่า (ข)

4.1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณมลพิษอากาศ

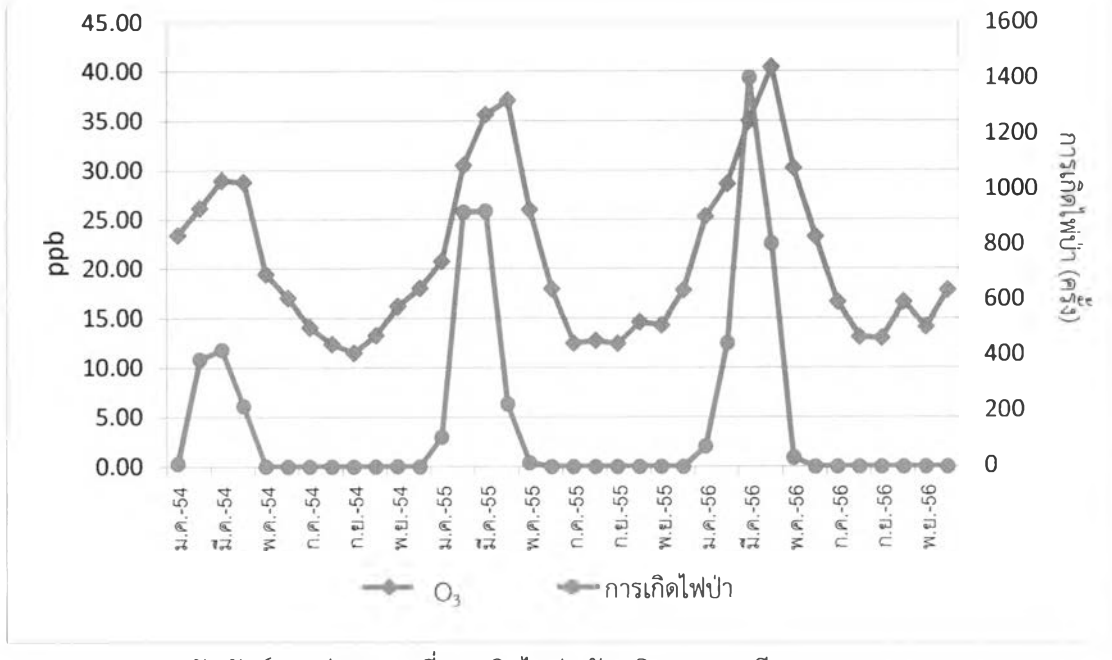
จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณมลพิษอากาศของพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ในช่วงเกิดไฟป่า (มกราคม – เมษายน) และไม่เกิดไฟป่า (พฤษภาคม – ธันวาคม) ปี 2554 – 2556 (N=36) พบว่า ความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO และ O_3 มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน (r = 0.914, 0.822 และ 0.750) ดังรูปที่ 4.5 (ก, ขและ ค) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ส่วนสารอินทรีย์ระเหย BTEX พบว่า ปริมาณ Benzene และ Xylene มีความสัมพันธ์กับความถี่การเกิดไฟป่าในระดับต่ำ (r = 0.315 และ 0.144) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รูปที่ 4.5 (ง) ส่วน Ethylbenzene และ Toluene ไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่การเกิดไฟป่า (ภาคผนวก ข)



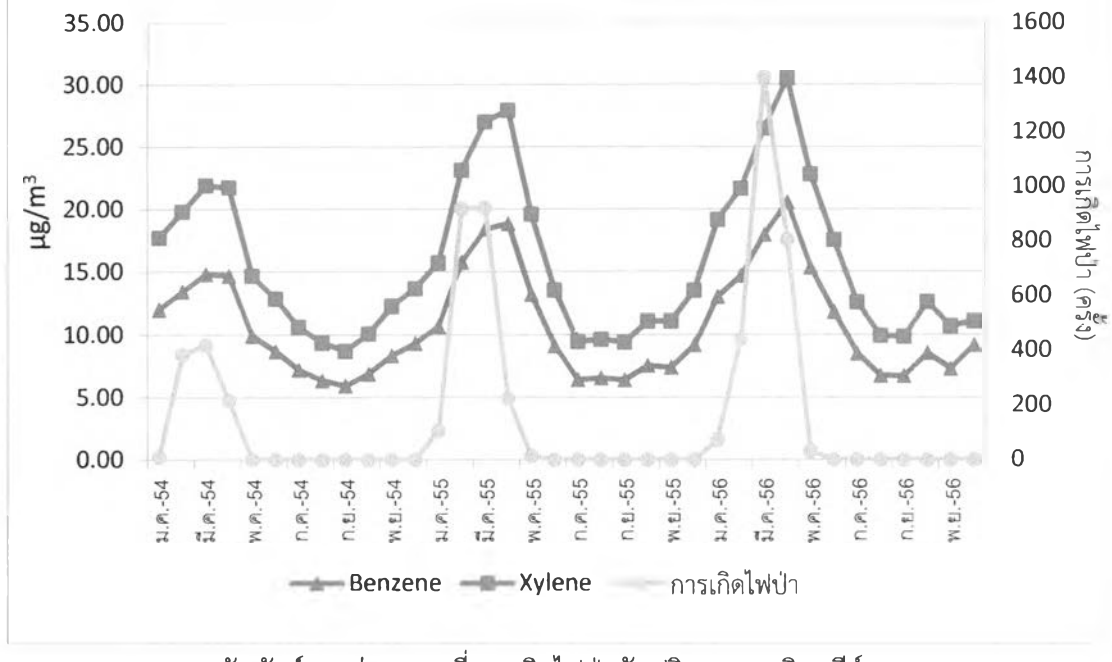
ก. ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณ PM_{10}



ข. ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณ CO ปี



ค. ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณ O_3 ปี



ง. ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณสารอินทรีย์ระเหย BTEX

รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่การเกิดไฟป่ากับปริมาณ PM_{10} (ก), CO (ข), O_3 (ค) และสารอินทรีย์ระเหย BTEX (ง) ปี 2554 - 2556

1985501164

4.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศ

การประเมินความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสมลพิษอากาศของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนครั้งนี้ ใช้ข้อมูลปริมาณมลพิษอากาศจากการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษและผลการตรวจวัดเพิ่มเติมในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดพะเยา โดยทำการประเมินความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสมลพิษอากาศเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความเสี่ยงในการรับสัมผัสมลพิษอากาศในแต่ละเดือนทั้งในช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ

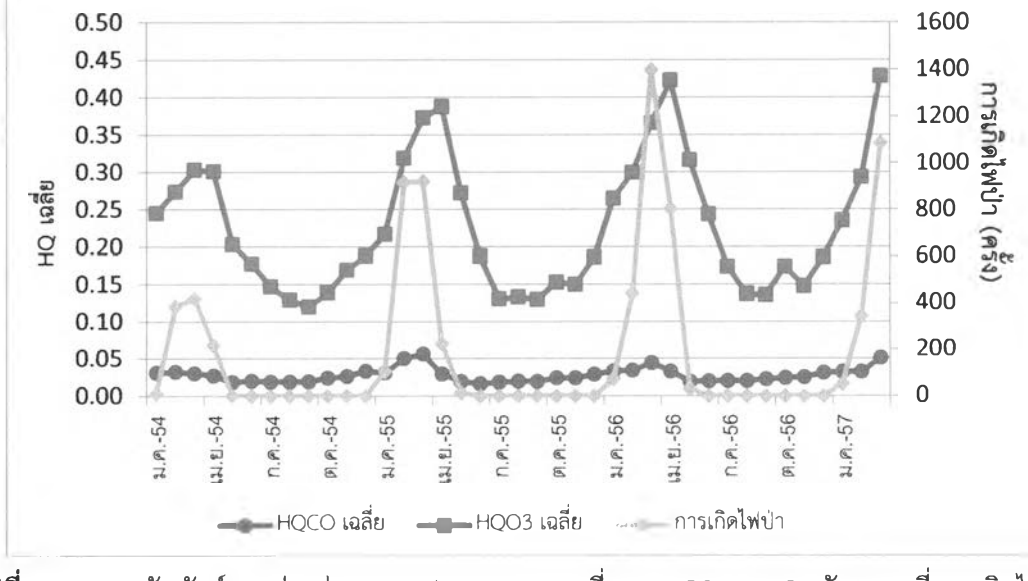
1) ประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสมลพิษอากาศกลุ่มสารไม่ก่อมะเร็ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซโอโซน (O_3)

2) ประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสมลพิษอากาศกลุ่มสารที่มีความเป็นพิษเรื้อรังและสารก่อมะเร็ง ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหยง่าย BTEX

4.2.1 ประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสมลพิษอากาศกลุ่มสารไม่ก่อมะเร็ง

1) ประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และโอโซน

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซโอโซน (O_3) จัดอยู่ในกลุ่มสารไม่ก่อมะเร็งจากการประเมินความเสี่ยง โดยคำนวณจากความเข้มข้นของ CO ในอากาศรายเดือน ตั้งแต่ปี 2554 - 2557 มีค่า Hazard Index (HI) น้อยกว่า 1 แสดงว่า การรับสัมผัส CO และ O_3 ในอากาศในช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่าไม่มีความรุนแรงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน (ภาคผนวก ค) โดยช่วงที่เกิดไฟป่ามีค่าความเสี่ยงสูงกว่าช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า เมื่อพิจารณาค่าความเสี่ยงจากการรับสัมผัส CO และ O_3 กับความถี่การเกิดไฟป่าพบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (r = 0.806 และ 0.745) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) (ตารางที่ ข-3 ภาคผนวก ข) ดังรูปที่ 4.6

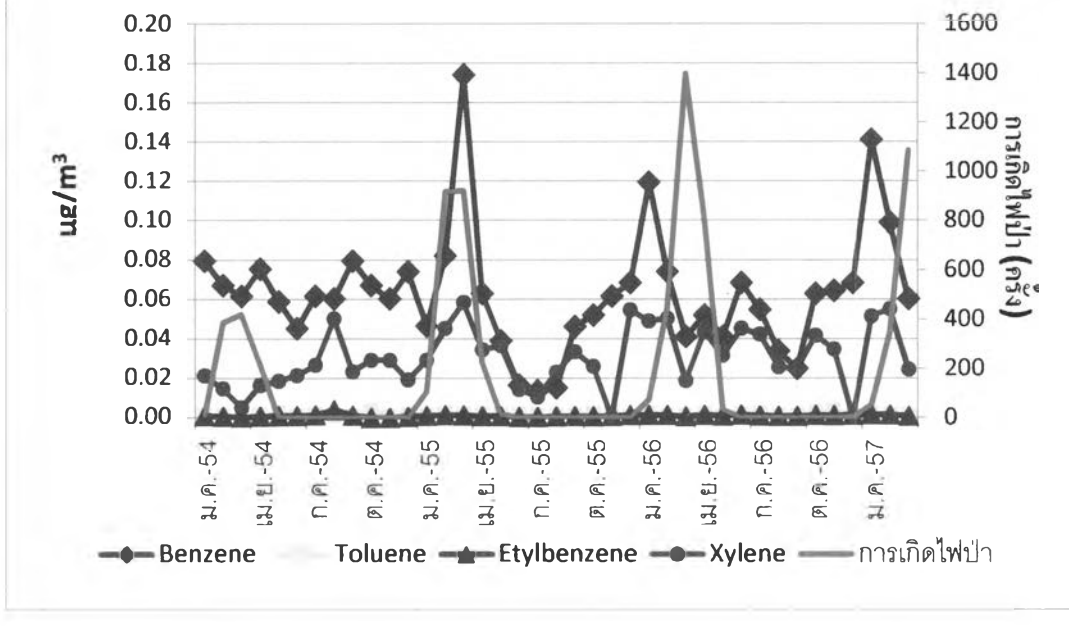


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Hazard quotient เฉลี่ย ของ CO และ O_3 กับความถี่การเกิดไฟป่า

4.2.2 ประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสมลพิษอากาศของสารที่มีความเป็นพิษเรื้อรังและสารก่อมะเร็ง

1) การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารที่มีความเป็นพิษเรื้อรัง

จากการประเมินความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสาร BTEX 24 ชั่วโมง คำนวณจากความเข้มข้นของสาร BTEX ในอากาศรายเดือน จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี 2554-2556 ค่า Hazard Index (HI) น้อยกว่า 1 แสดงว่า การรับสัมผัสสาร BTEX ที่ปนเปื้อนในอากาศในช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่าไม่มีความรุนแรงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน (ภาคผนวก ค) โดยช่วงที่เกิดไฟป่ามีค่าความเสี่ยงสูงกว่าช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า และเมื่อพิจารณาค่าความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสาร BTEX กับความถี่การเกิดไฟป่า พบว่า ค่าความเสี่ยงจากการสัมผัสสาร Benzene และ Xylene (Hazard Quotient มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำ (r=0.381 และ 0.187) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)ส่วนความเสี่ยงจากการรับสัมผัส Ethylbenzene และ Toluene ไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่การเกิดไฟป่า (ตารางที่ ข-3 ภาคผนวก ข) ดังรูปที่ 4.7 นอกจากนี้ได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากผลการตรวจวัดเพิ่มเติมในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา ในช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า (ตุลาคม 2556) และช่วงเกิดไฟป่า (กุมภาพันธ์ 2557) พบว่าทั้ง 2 จังหวัดมีค่า Hazard Index (HI) น้อยกว่า 1 ทั้งในช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า โดยช่วงที่เกิดไฟป่ามีความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสาร Benzene และ Toluene สูงกว่า ช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า ส่วน Ethylbenzene และ Toluene ไม่พบในช่วงที่ไม่เกิดไฟป่า ดังตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Hazard Quotient (HQ)ของสาร BTEX และความถี่การเกิดไฟป่าในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2554-2556

ตารางที่ 4.3 ความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในจังหวัดพะเยาและแม่ฮ่องสอน

ก. ช่วงเกิดไฟป่า

สถานที่ตรวจวัด	วันที่	HQ				HI
		Benzene	Toluene	Etylbenzene	Xylene	
วิทยาลัยฯแม่ฮ่องสอน	25/2/57	0.098	0.000875	0.001553	0.01745	0.118
	26/2/57	0.092	0.000917	0.001545	0.01726	0.112
	27/2/57	0.111	0.000913	0.001553	0.01736	0.131
รพ.ปาย	22/2/57	0.072	0.000892	0.001558	0.01745	0.092
	23/2/57	0.085	0.000930	0.001578	0.01764	0.105
	24/2/57	0.063	0.001072	0.001562	0.01736	0.083
ม. พะเยา	16/2/57	0.101	0.000765	0.001599	0.01716	0.121
	17/2/57	0.107	0.000740	0.001574	0.01707	0.126
	18/2/57	0.073	0.000660	0.001529	0.01678	0.092
รพ.พะเยา	19/2/57	0.097	0.000767	0.001558	0.01735	0.117
	20/2/57	0.087	0.000959	0.001611	0.01764	0.107
	21/2/57	0.098	0.000875	0.001553	0.01745	0.118

ข. ไม่ช่วงเกิดไฟป่า

สถานที่ตรวจวัด	วันที่	HQ				HI
		Benzene	Toluene	Etylbenzene	Xylene	
วิทยาลัยฯแม่ฮ่องสอน	8/10/56	0.033	0.00053	N/D	N/D	0.034
	9/10/56	0.020	0.00049	N/D	N/D	0.020
	10/10/56	0.033	0.00033	N/D	N/D	0.033
รพ.ปาย	11/10/56	0.070	0.00033	N/D	N/D	0.070
	12/10/56	0.040	0.00028	N/D	N/D	0.040
	13/10/56	0.035	0.00030	N/D	N/D	0.035
ม.พะเยา	20/10/56	0.048	0.00025	N/D	N/D	0.048
	21/10/56	0.023	0.00023	N/D	N/D	0.023
	22/10/56	0.026	0.00061	N/D	N/D	0.027
รพ.พะเยา	23/10/56	0.023	0.00042	N/D	N/D	0.023
	24/10/56	0.026	0.00048	N/D	N/D	0.026
	25/10/56	0.013	0.00036	N/D	N/D	0.013

หมายเหตุ N/D คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่มีค่า

198550164

2) การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารก่อมะเร็ง

การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารก่อมะเร็ง Carcinogenic risks (CR) ได้แก่ สาร Benzene และ Ethylbenzene ในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2554 - 2556 พบว่า ในช่วงเกิดไฟป่า ประชาชนที่ได้รับสัมผัสสาร Benzene และ Ethylbenzene ในอากาศมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งดังตารางที่ 4.4 โดยค่า CR ของ Benzene และ Ethylbenzene มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความถี่การเกิดไฟป่า ($r = 0.327$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วน Ethylbenzene ไม่มีความสัมพันธ์กับความถี่การเกิดไฟป่า (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 4.4 ความเสี่ยงจากการสัมผัสสาร Benzene และ Ethylbenzene ช่วงที่เกิดไฟป่าในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2554 - 2556

เดือน	Benzene ($\mu g/m^3$)	CR	Ethylbenzene ($\mu g/m^3$)	CR	การเกิดไฟป่า (ครั้ง)
ม.ค.-54	2.90	9.30×10^{-6}	1.20	1.18×10^{-6}	11
ก.พ.-54	2.45	7.85×10^{-6}	0.60	6.63×10^{-6}	386
มี.ค.-54	2.25	7.21×10^{-6}	0.30	2.83×10^{-6}	420
เม.ย.-54	2.75	8.82×10^{-6}	0.70	7.04×10^{-6}	218
ม.ค.-55	1.70	5.45×10^{-6}	1.15	1.18×10^{-6}	107
ก.พ.-55	3.00	9.62×10^{-6}	1.49	1.53×10^{-6}	916
มี.ค.-55	6.350	2.04×10^{-6}	1.40	1.44×10^{-6}	920
เม.ย.-55	2.30	7.37×10^{-6}	8.60	8.84×10^{-6}	225
ม.ค.-56	4.35	1.39×10^{-6}	1.53	1.57×10^{-6}	73
ก.พ.-56	2.70	8.65×10^{-6}	6.30	6.47×10^{-6}	444
มี.ค.-56	1.50	4.81×10^{-6}	1.55	1.59×10^{-6}	1398
เม.ย.-56	1.90	6.09×10^{-6}	1.15	1.18×10^{-6}	803
ม.ค.-57	1.90	6.09×10^{-6}	1.40	1.44×10^{-6}	53
ก.พ.-57	4.00	1.28×10^{-6}	1.30	1.34×10^{-6}	345

ผลการตรวจวัดเพิ่มเติมในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา พบค่า Carcinogenic risks (CR) ของสาร Benzene และ Ethylbenzene มีค่าสูงกว่า 1×10^{-6} ทั้งในช่วงที่เกิดไฟป่า (กุมภาพันธ์ 2557) และไม่เกิดไฟป่า (ตุลาคม 2556) แสดงว่า ประชาชนที่ได้รับสัมผัสสาร Benzene และ Ethylbenzene ในอากาศมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ดังตารางที่ 4.5

1965501164

ตารางที่ 4.5 ความเสี่ยงจากการสัมผัสสาร Benzene และ Ethylbenzene ช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา

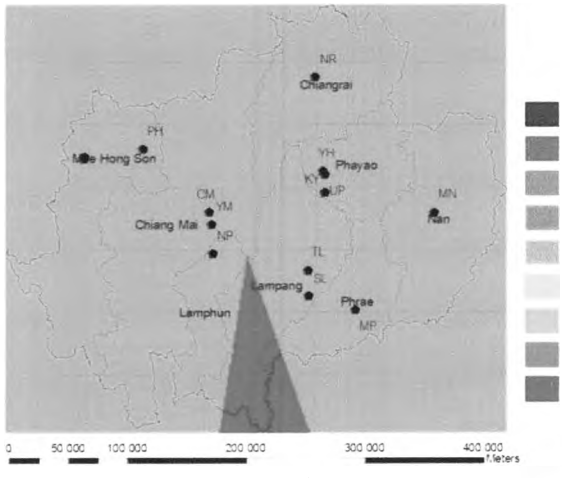
ช่วง	สถานที่ตรวจวัด	Benzene ($\mu g/m^3$)	CDI (mg/m^3)	CR	Ethylbenzene ($\mu g/m^3$)	CDI (mg/m^3)	CR
ไม่เกิดไฟป่า	วิทยาลัยการอาชีพแม่ฮ่องสอน	2.45	10.10	7.85×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
		1.49	0.61	4.78×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
		2.45	10.10	7.85×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
	รพ.ปาย	5.18	21.30	1.66×10^{-5}	N/D	N/D	N/D
		2.99	12.30	9.58×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
		2.61	10.70	8.37×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
	มหาวิทยาลัยพะเยา	3.51	14.40	1.13×10^{-5}	N/D	N/D	N/D
		1.75	0.72	5.61×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
		1.94	0.80	6.22×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
	รพ.พะเยา	1.70	0.70	5.45×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
		1.96	0.81	6.28×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
		0.97	0.40	3.11×10^{-6}	N/D	N/D	N/D
เกิดไฟป่า	วิทยาลัยการอาชีพแม่ฮ่องสอน	7.17	29.50	2.30×10^{-5}	3.78	15.50	3.88×10^{-6}
		6.77	27.80	2.17×10^{-5}	3.76	15.50	3.86×10^{-6}
		8.11	33.30	2.60×10^{-5}	3.78	15.50	3.88×10^{-6}
	รพ.ปาย	5.23	21.50	1.68×10^{-5}	3.79	15.60	3.89×10^{-6}
		6.23	25.60	2.00×10^{-5}	3.84	15.80	3.95×10^{-6}
		4.58	18.80	1.47×10^{-5}	3.8	15.50	3.90×10^{-6}
	มหาวิทยาลัยพะเยา	7.37	30.30	2.36×10^{-5}	3.89	16.00	4.00×10^{-6}
		7.82	32.10	2.51×10^{-5}	3.83	15.70	3.93×10^{-6}
		5.35	22.00	1.71×10^{-5}	3.72	15.30	3.82×10^{-6}
	รพ.พะเยา	7.08	29.10	2.27×10^{-5}	3.79	15.60	3.89×10^{-6}
		6.4	26.30	2.05×10^{-5}	3.92	16.10	4.03×10^{-6}
		6.48	26.60	2.08×10^{-5}	3.78	15.50	3.88×10^{-6}

หมายเหตุ N/D คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่มีค่า

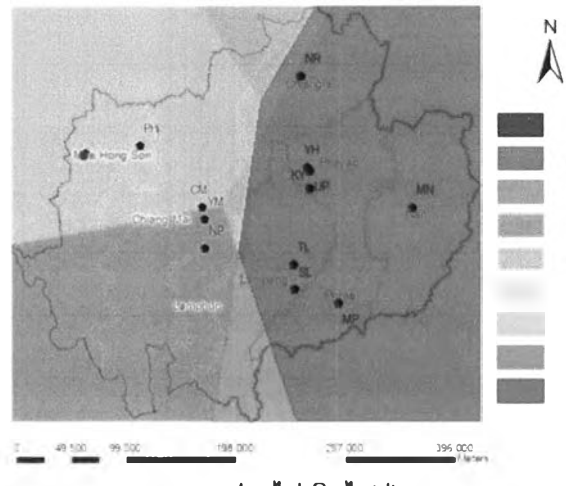
4.2.3 แผนที่ความเสี่ยงจากการรับสัมผัสมลพิษอากาศ

ทำการสร้างแผนที่ความเสี่ยงจากการสัมผัสมลพิษอากาศ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยง คือ ค่า Hazard Quotient (HQ) ของ CO และ O_3 ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน และค่า Hazard Index (HI) ของสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอนและพะเยา มาแสดงผลโดยใช้โปรแกรม ArcGIS version 9.3 ด้วยวิธี Kriging โดยแบ่งออกเป็นช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

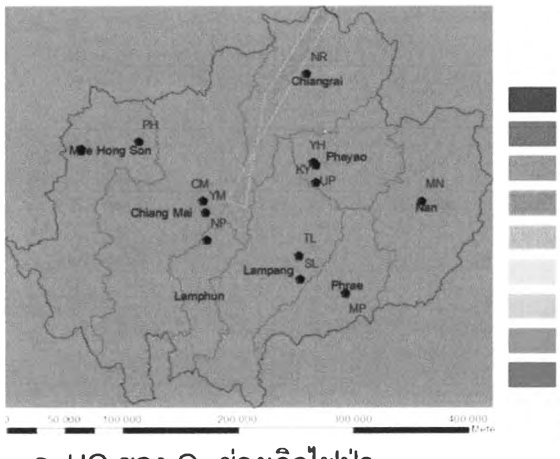
ค่าความเสี่ยง Hazard Quotient (HQ) จากการรับสัมผัสก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซโอโซน (O_3) และสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX ของประชาชนในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือในช่วงที่เกิดไฟป่าสูงกว่าช่วงไม่เกิดไฟป่า โดยช่วงเกิดไฟป่ามีค่า HQ ของ CO และ O_3 สูงกว่า 0.057 และ 0.3198 ช่วงไม่เกิดไฟป่ามีค่า HQ ต่ำกว่า 0.050 และ 0.2017 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.8 (ก,ข และ ค,ง) สำหรับค่า HQ จากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยกลุ่ม BTEX พบว่า ในช่วงเกิดไฟป่าจังหวัดเชียงใหม่มีค่า HQ สูงสุดโดยเฉพาะในเขตเมืองและมีค่า HQ ต่ำสุดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ดังรูปที่ 4.8 (จ,ฉ)



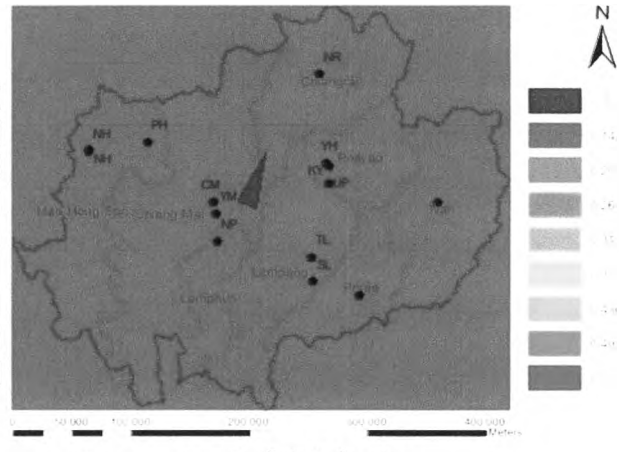
ก. HQ ของ CO ช่วงเกิดไฟป่า



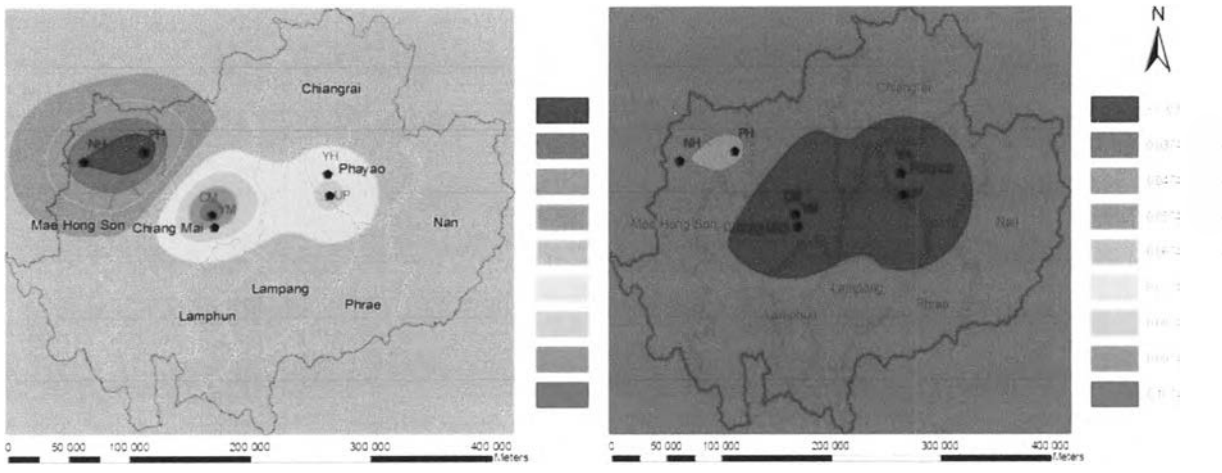
ข. HQ ของ CO ช่วงไม่เกิดไฟป่า



ค. HQ ของ O_3 ช่วงเกิดไฟป่า



ง. HQ ของ O_3 ช่วงไม่เกิดไฟป่า



จ. HQ ของสาร BTEX ช่วงเกิดไฟป่า **ฉ.HQ ของสาร BTEX ช่วงไม่เกิดไฟป่า**

รูปที่ 4.8 แผนที่แสดงค่า Hazard Quotient (HQ) ของมลพิษอากาศ ในช่วงที่เกิดไฟป่า (กุมภาพันธ์ 2557) และไม่เกิดไฟป่า (ตุลาคม 2556)

4.3 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษอากาศจากไฟป่ากับโรคระบบทางเดินหายใจ

4.3.1 ปริมาณมลพิษอากาศจากผลการตรวจวัด

จากการเก็บตัวอย่างและตรวจวัดปริมาณมลพิษอากาศ PM_{10} CO O_3 และสารอินทรีย์ระเหย BTEX ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา จังหวัดละ 2 จุด ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง โดยเป็นช่วงเกิดไฟป่า เดือนกุมภาพันธ์และช่วงไม่เกิดไฟป่า เดือนตุลาคม พบว่า ปริมาณมลพิษอากาศในเดือนกุมภาพันธ์สูงกว่าเดือนตุลาคม ดังตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 ปริมาณมลพิษอากาศจากผลการตรวจวัดในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยาช่วงเกิดไฟป่า

สถานที่ตรวจวัด	วันที่	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	CO (ppm)	Benzene ($\mu g/m^3$)	Toluene ($\mu g/m^3$)	Ethylbenzene ($\mu g/m^3$)	Xylene ($\mu g/m^3$)
วิทยาลัยฯ แม่ฮ่องสอน	25/2/57	86.63	0.44	7.17	4.56	3.78	1.82
	26/2/57	86.59	0.52	6.77	4.78	3.76	1.80
	27/2/57	79.03	0.46	8.11	4.76	3.78	1.81
รพ.ปาย	22/2/57	78.04	0.48	5.23	4.65	3.79	1.82
	23/2/57	95.96	0.42	6.23	4.85	3.84	1.84
	24/2/57	104.66	0.48	4.58	5.59	3.80	1.81
ม. พะเยา	16/2/57	34.47	0.85	7.37	3.99	3.89	1.79
	17/2/57	48.08	0.68	7.82	3.86	3.83	1.78
	18/2/57	45.51	0.55	5.35	3.44	3.72	1.75
รพ.พะเยา	19/2/57	45.81	0.42	7.08	4.00	3.79	1.81
	20/2/57	51.09	0.67	6.40	5.00	3.92	1.84
	21/2/57	64.22	0.89	6.48	4.51	3.78	1.79

1985650164

ตารางที่ 4.7 ปริมาณมลพิษอากาศจากผลการตรวจวัดในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยาช่วงไม่เกิดไฟป่า

สถานที่ตรวจวัด	วันที่	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	CO (ppm)	Benzene ($\mu g/m^3$)	Toluene ($\mu g/m^3$)	Ethylbenzene ($\mu g/m^3$)	Xylene ($\mu g/m^3$)
วิทยาลัยฯ แม่ฮ่องสอน	8/10/56	34.67	0.4	2.45	2.77	N/D	N/D
	9/10/56	42.87	0.33	1.49	2.56	N/D	N/D
	10/10/56	38.23	0.39	2.45	1.77	N/D	N/D
รพ.ปาย	11/10/56	35.15	0.36	5.18	1.74	N/D	N/D
	12/10/56	40.98	0.36	2.99	1.48	N/D	N/D
	13/10/56	36.4	0.4	2.61	1.58	N/D	N/D
ม.พะเยา	20/10/56	12.57	0.24	3.51	1.34	N/D	N/D
	21/10/56	18.41	0.45	1.75	1.23	N/D	N/D
	22/10/56	14.5	0.45	1.94	3.23	N/D	N/D
รพ.พะเยา	23/10/56	21.04	0.39	1.70	2.19	N/D	N/D
	24/10/56	28.9	0.34	1.96	2.54	N/D	N/D
	25/10/56	14.51	0.38	0.97	1.89	N/D	N/D

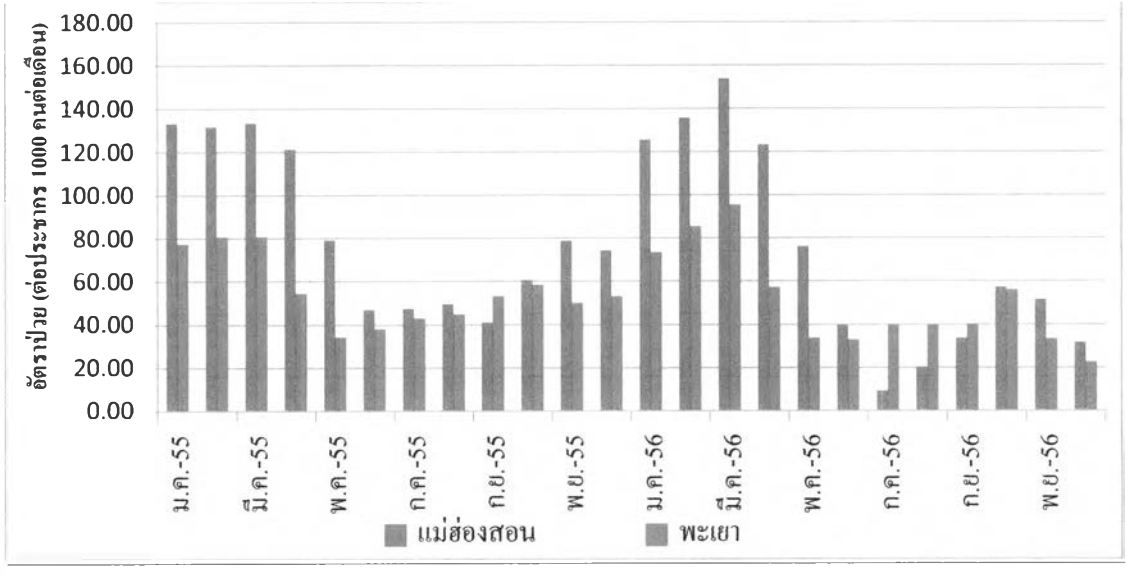
หมายเหตุ N/D คือ Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า (Lower detaction limit)

1985650164

4.3.2 เปรียบเทียบอัตราป่วยของโรคระบบทางเดินหายใจช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า

การศึกษาอัตราป่วยของโรคระบบทางเดินหายใจ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดพะเยา ปี 2555 - 2556 ใช้อัตราความชุกของโรค (Period prevalence rate) เป็นดัชนีในการวัดการเจ็บป่วย พบว่า ในช่วงเกิดไฟป่ามีอัตราป่วยสูงกว่าช่วงไม่เกิดไฟป่า (ภาคผนวก ข) โดยในช่วงที่เกิดไฟป่าจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีอัตราป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจสูงกว่าจังหวัดพะเยาเฉลี่ย 133.877 และ 72.079 ต่อพันประชากรต่อเดือน ในช่วงไม่เกิดไฟป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยามีอัตราป่วยเฉลี่ย 53.66 และ 45.94 ต่อพันประชากรต่อเดือน ดังรูปที่ 4.9

การศึกษาโอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจจากการสัมผัสมลพิษอากาศในช่วงที่เกิดไฟป่าและไม่เกิดไฟป่า ปี 2555 และ 2556 ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดพะเยา พิจารณาจากค่า Relative Risk (RR) พบค่า RR มากกว่า 1 หมายความว่า มลพิษอากาศช่วงเกิดไฟป่าเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โดยปี 2555 ประชากรจังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดพะเยา มีโอกาสป่วยในช่วงเกิดไฟป่าเป็น 2.039 และ1.269 เท่าของช่วงไม่เกิดไฟป่า (95 % CI = 2.024 - 2.054 และ 1.260 - 1.278) และปี 2556 พบประชากรจังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดพะเยา มีโอกาสป่วยในช่วงเกิดไฟป่าเป็น 3.528 และ 1.889 เท่าของช่วงไม่เกิดไฟป่า (95 % CI = 3.495 - 3.562 และ 1.874 - 1.904) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (ภาคผนวก ข)



รูปที่ 4.9 อัตราป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดพะเยา

4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษอากาศกับโรคระบบทางเดินหายใจ

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษอากาศกับโรคระบบทางเดินหายใจในจังหวัดแม่ฮ่องสอนและพะเยา ด้วยสถิติวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Linear Regression) โดยมีแบบจำลองซึ่งเขียนอยู่ในรูปแบบของสมการที่ (1)

$$Y = a + b1X1 + b2X2 + b3X3 \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

โดยที่ X แทน ตัวแปรพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

Y แทน อัตราความชุกของโรค (จังหวัดแม่ฮ่องสอน (Y1), จังหวัดพะเยา (Y2)

X1 แทน ปริมาณ PM_{10} (จังหวัดแม่ฮ่องสอน (X1.1), จังหวัดพะเยา (X1.2)

X2 แทน ปริมาณ CO (จังหวัดแม่ฮ่องสอน (X2.1), จังหวัดพะเยา (X2.2)

X3 แทน ปริมาณ O_3 (จังหวัดแม่ฮ่องสอน (X3.1), จังหวัดพะเยา (X3.2)

R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

R^2 แทน ค่าอำนาจในการพยากรณ์

β แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

b แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์

SE_b แทน ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรพยากรณ์

SE_{est} แทน ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

$\dot{Y}$ แทน คะแนนอัตราความชุกของโรคระบบทางเดินหายใจที่ได้จากการพยากรณ์

ก่อนวิเคราะห์ด้วยการถดถอยพหุคุณ ได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น ได้แก่ การแจกแจงของตัวแปรเป็นโค้งปกติ ยกเว้นตัวแปร X1 (ปริมาณ PM_{10}) มีการแจกแจงเบ้ขวา (ตารางที่ ข-6 ภาคผนวก ข) เมื่อทดสอบ Outlier โดยวิธีของ Grubbs'test ไม่พบข้อมูลผิดปกติ (ตารางที่ ข-7 ภาคผนวก ข) และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สามารถพิจารณาได้จากค่า Tolerance และค่า VIF น้อยกว่า 2 ดังนั้น ตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (ภาคผนวก ข)

4.3.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษอากาศกับโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณโดยวิธี Stepwise นั้นจะดึงตัวแปรต้นเข้าในสมการทีละตัวและตัวแปรใดไม่มีนัยสำคัญก็จะไม่ถูกดึงเข้าในสมการ (ตาราง Variable Entered/Removed ตารางที่ ข-8 ภาคผนวก ข) แสดงให้เห็นว่าสมการมีตัวแปรพยากรณ์ตัวเดียว คือ X1.1 หรือ ปริมาณ PM_{10} โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า 0.783 และกำลังสองของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณมีค่า 0.613 แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์ X1.1 (ปริมาณ PM_{10}) สามารถอธิบายตัวแปรตามได้ร้อยละ 61.3 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์มีค่า 27.626 จะเห็นว่าในสมการไม่ปรากฏตัวแปร X2.1 (ปริมาณ CO) และ X3.1 (ปริมาณ O_3) เนื่องจากโปรแกรมพิจารณาว่าไม่มีนัยสำคัญ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์และตัวแปรพยากรณ์ (X1.1) มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่า ปริมาณ PM_{10} (X1.1) สามารถพยากรณ์อัตราความชุกของโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดแม่ฮ่องสอน มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน (b,β) เป็น 0.963 และ0.783 โดยมีค่าคงที่ 32.806 (ตารางที่ ข-8 ภาคผนวก ข)สามารถแสดงสมการพยากรณ์อัตราความชุกของโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดแม่ฮ่องสอนได้ ดังสมการที่ 2

$$\acute{Y} = 32.806 + 0.963(X1.1) \quad \text{..... (2)}$$

4.3.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลพิษอากาศกับโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดพะเยา

ทำการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณโดยวิธี Stepwise เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ สมการที่ 1 มีตัวแปรพยากรณ์ตัวแปรเดียว คือ X2.2 (ปริมาณ CO) และในสมการที่ 2 มีการดึงตัวแปร X3.2 (ปริมาณ O_3) เข้ามาเพิ่มทำให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้นจาก 0.382 เป็น 0.513 แสดงว่าสมการที่ 2 มีความสามารถอธิบายตัวแปรตามได้ร้อยละ 51.3 และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใน

1985501164

การพยากรณ์มีค่า 14.290 จะเห็นว่าในสมการไม่ปรากฏตัวแปร X1.2 (ปริมาณ PM_{10}) เนื่องจากโปรแกรมพิจารณาว่าไม่มีนัยสำคัญกับสมการตามการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (ตาราง Model Summary ตารางที่ ข-9 ภาคผนวก ข)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์และตัวแปรพยากรณ์ (X2.2 และ X3.2) มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง (ตาราง ANOVA ตารางที่ ข-9 ภาคผนวก ข)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่า ปริมาณ CO (X2.2) สามารถพยากรณ์อัตราความชุกของโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดพะเยา มากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน (b.β) เป็น 57.125 และ 0.486 รองลงมาเป็นปริมาณ O_3 (X3.2) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนดิบและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็น 0.715 และ 0.385 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตาราง Coefficients ตารางที่ ข-9 ภาคผนวก ข) สมการพยากรณ์อัตราความชุกของโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดพะเยา สามารถแสดงสมการพยากรณ์อัตราความชุกของโรคระบบทางเดินหายใจ จังหวัดพะเยา ได้ดังสมการที่ 3

$$\dot{Y} = 9.501 + 57.125(X2.2) + 0.715(X3.2) \quad \text{..... (3)}$$

19858501164