

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 การตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

จากการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนทั้งในบรรยากาศและในอาคารพบว่าชุมชนในเขตอุตสาหกรรม (จุดตรวจวัด ณ โรงเรียนวัดเจติยาราม) มีความเข้มข้นเฉลี่ยสูงกว่านอกเขตอุตสาหกรรม (จุดตรวจวัด ณ โรงเรียน ตชด. บ้านถ้ำหิน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อจำแนกตามฤดูกาลพบว่าในฤดูแล้งมีปริมาณฝุ่นสูงกว่าในฤดูฝนทุกกรณี

5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบฝุ่น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศพบว่าพื้นที่ชุมชนในเขตอุตสาหกรรมมีความหลากหลายของโลหะมากกว่านอกเขตอุตสาหกรรม โดยพื้นที่ชุมชนในเขตอุตสาหกรรมพบความเข้มข้นโลหะรวมสองฤดูมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ Mg Fe และ Al ตามลำดับ ส่วนพื้นที่นอกเขตอุตสาหกรรมพบเหล็ก (Fe) อะลูมิเนียม (Al) และแมกนีเซียม (Mg) ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของไอออนรวมสองฤดูพบว่าพื้นที่ในเขตอุตสาหกรรมพบ $\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Na}^+ > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+}$ ส่วนนอกเขตอุตสาหกรรมพบ $\text{NO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Cl}^-$ ในส่วนขององค์ประกอบคาร์บอนพบ Organic carbon (OC) มากกว่า Elemental carbon (EC) ทั้งในพื้นที่ในและนอกเขตอุตสาหกรรม ในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมมีปริมาณ OC มากกว่าแต่มี EC น้อยกว่านอกเขตอุตสาหกรรม ส่วนในอาคารในเขตอุตสาหกรรมพบว่ามีโลหะรวมสองฤดูมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ Fe Zn และ Mg ส่วนนอกเขตอุตสาหกรรมพบ Fe Al และ Mg ตามลำดับ

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่น องค์ประกอบฝุ่นและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธีสเปียร์แมน (The Spearman Rank Difference Method) พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับโลหะ Al Cd Fe Mg Mn และ Zn มากกว่าในพื้นที่นอกเขตอุตสาหกรรมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 บริเวณ ยกเว้น Pb ที่พื้นที่นอกเขตอุตสาหกรรมพบความสัมพันธ์มากกว่า ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับไอออนที่ละลายน้ำนั้น ในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมพบความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ส่วนพื้นที่นอกเขตอุตสาหกรรมพบเฉพาะ K^+ NH_4^+ และ NO_3^- ที่มีระดับนัยสำคัญเดียวกัน และความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนกับคาร์บอนนั้นพบความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอินทรีย์คาร์บอนที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ทั้งสองพื้นที่

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและปริมาณน้ำฝนกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน โลหะ อีออนที่ละลายน้ำและคาร์บอน พบว่าฝุ่นและองค์ประกอบของฝุ่นดังกล่าวส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความดันบรรยากาศ (ยกเว้น Sb) และมีทิศทางตรงข้ามกับปริมาณน้ำฝน (ยกเว้น Al Cr Pb และ Sb)

5.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบฝุ่นจากแหล่งกำเนิด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบฝุ่นจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมแหล่งกำเนิดอื่นๆ พบว่ามีลักษณะค่อนข้างคล้ายคลึงกัน โดยโลหะส่วนใหญ่ที่พบเป็นองค์ประกอบเด่นได้แก่ เหล็ก (Fe) อะลูมิเนียม (Al) แมกนีเซียม (Mg) และสังกะสี (Zn) แต่พบในสัดส่วนที่แตกต่างกันไปในแต่ละแหล่งกำเนิด ส่วนอีออนที่ละลายน้ำจะพบ Ca^{2+} ที่มีสัดส่วนมากที่สุดเกือบทุกแหล่งกำเนิด ยกเว้นฝุ่นจากโรงงานเครื่องปั้นดินเผาที่พบ K^+ ส่วนคาร์บอนนั้นส่วนใหญ่คาร์บอนที่พบคืออินทรีย์คาร์บอน (OC) ยกเว้นโรงงานคอนกรีตสำเร็จรูป และฝุ่นถนน ส่วนฝุ่นจากการก่อสร้างสะพาน ถึงแม้ว่าอินทรีย์คาร์บอนจะมีมากกว่าธาตุคาร์บอน (EC) แต่ก็มากกว่าเพียงเล็กน้อย

5.5 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

จากการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสโลหะในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมพบความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งในผู้ใหญ่และเด็กมีค่าความเสี่ยงรวมในการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสโลหะทุกชนิด (เมื่อคำนวณจากค่าเฉลี่ย) เท่ากับ $6.65\text{E-}04$ และ $4.32\text{E-}07$ ตามลำดับ และเมื่อเรียงลำดับค่าความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากโลหะจากมากไปน้อยได้ดังนี้ Cr Ni Cd As และ Pb เมื่อพิจารณาความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งของผู้ใหญ่และเด็กจากการสัมผัสโลหะแต่ละชนิด (ยกเว้น Pb) รวมทั้งความเสี่ยงรวมมีค่าสูงกว่า $1\text{E-}04$ ซึ่งเป็นค่าความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ตามแนวทางของ US EPA ส่วนพื้นที่นอกเขตอุตสาหกรรมพบว่าผู้ใหญ่และเด็กมีค่าความเสี่ยงรวมในการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสโลหะทุกชนิด (เมื่อคำนวณจากค่าเฉลี่ย) เท่ากับ $6.71\text{E-}04$ และ $5.54\text{E-}04$ ตามลำดับ ลำดับความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งของโลหะเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ Cr Ni และ Cd เมื่อพิจารณาความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งของผู้ใหญ่และเด็กจากการสัมผัสโลหะแต่ละชนิดรวมทั้งความเสี่ยงรวมทุกค่ามีค่าสูงกว่า $1\text{E-}04$ ซึ่งเป็นค่าความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ตามแนวทางของ US EPA เช่นเดียวกับในพื้นที่เขตอุตสาหกรรม

ในส่วนของความเสี่ยงในการเกิดอันตรายอื่นนอกจากมะเร็งของผู้ใหญ่และเด็กจากการสัมผัสโลหะแต่ละชนิดรวมทั้งความเสี่ยงรวมพบว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ตามแนวทางของ US EPA ทั้งในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมและนอกพื้นที่เขตอุตสาหกรรม

5.6 การประเมินสัดส่วนของแหล่งกำเนิดของฝุ่น

จากการประเมินแหล่งที่มาของฝุ่นด้วยแบบจำลองสมดุลมวลเคมี (CMB) พบว่า สัดส่วนของแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดฝุ่น ณ ผู้รับ (โรงเรียนวัดเจติยาราม) ที่อยู่ในเขตอุตสาหกรรม โรงงานปูนขาว มีสัดส่วนมากที่สุด (ร้อยละ 33.04) รองลงมา ได้แก่ โรงงานคอนกรีตสำเร็จรูป (ร้อยละ 32.67) ฝุ่นถนน (ร้อยละ 10.53) การก่อสร้างสะพาน (ร้อยละ 9.57) โรงงานอิฐมอญ (ร้อยละ 9.19) และ โรงงานเครื่องปั้นดินเผา (ร้อยละ 5.00) ตามลำดับ

5.7 ข้อเสนอแนะ

5.7.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการบริหารจัดการและกำหนดนโยบายเพื่อลดมลภาวะ มีดังนี้

1) มลพิษทางอากาศในบรรยากาศ: การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝน ทั้งในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมและนอกเขตอุตสาหกรรม และพบว่าในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมในช่วงฤดูแล้งมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ การจัดการ การปลูกต้นไม้ยืนต้นที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่เพื่อช่วยในการช่วยในกรองฝุ่น ในส่วนของโรงเรียน ตชด. บ้านถ้ำหิน ควรนำหน้าดินที่ไม่มีการปนเปื้อนมาถมทับหรือการปลูกหญ้าคลุมดินเพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจาย

2) มลพิษทางอากาศในอาคาร: การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าโลหะหลายชนิดมีความเข้มข้นสูงกว่าในบรรยากาศทั้งในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมและนอกเขตอุตสาหกรรม ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าโลหะหลายชนิดนั้นมีแหล่งกำเนิดหรือเกิดการสะสมอยู่ในอาคาร ซึ่งควรมีการติดตามเพื่อหาที่มาของแหล่งกำเนิดดังกล่าวควบคู่ไปกับการกำหนดโปรแกรมการทำความสะอาดห้องและวัสดุต่างๆ ที่อยู่ในห้องโดยให้มีความถี่และต่อเนื่องกว่าที่เป็นอยู่ จากนั้นทำการตรวจติดตามเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงต่อไป

อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างในอาคารบริเวณโรงเรียนวัดเจติยารามเก็บในชั้นที่ 2 และ 3 ของอาคารเรียนซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่าการเก็บตัวอย่างในบรรยากาศที่ซึ่งเก็บตัวอย่างบริเวณสนามหน้าอาคารเรียน ระดับที่สูงกว่านี้มีโอกาสที่ฝุ่นในบรรยากาศที่มีขนาดเล็กกว่าฟุ้งกระจายขึ้นไปได้สูงกว่า ดังนั้นจึงอาจมีความเป็นไปได้ว่าโลหะที่พบบริเวณในอาคารเกิดจากการแพร่กระจายมาจากภายนอกอาคารได้เช่นกัน การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ลงรายละเอียดไปถึงประเด็นดังกล่าว ดังนั้นในโอกาสต่อไปควรทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็ก (เช่น ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนหรือต่ำกว่า) เปรียบเทียบระหว่างภายนอกและภายในอาคารเรียนที่ระดับความสูงเดียวกัน

3) มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด: จากการศึกษาดูด้วยแบบจำลอง CMB พบว่าสถานประกอบการอุตสาหกรรมในพื้นที่เขตอุตสาหกรรม มีส่วนที่ทำให้ฝุ่นละอองในโรงเรียนวัดเจติยา-

ราม ดังนั้นจึงควรสื่อสารข้อมูลนี้ให้กับผู้ประกอบการเพื่อให้เกิดความตระหนักถึงผลกระทบจากการประกอบกิจการเพื่อนำมาสู่หาความร่วมมือกันอย่างสันติในการลดมลพิษในพื้นที่ เช่น การจัดตั้งกรรมการร่วมระหว่างผู้ประกอบการและชุมชนเพื่อกำกับดูแลมลภาวะในพื้นที่ โดยกำหนดมาตรการร่วมกันในการลดมลพิษ เช่น การหมุนเวียนกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนการเผา การสร้างระบบแจ้งเตือนเมื่อพบว่าเกิดปัญหามลพิษทางอากาศในชุมชน เป็นต้น ในส่วนของสถานประกอบการอุตสาหกรรมแต่ละแห่ง ควรหันมาพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเชื้อเพลิงที่มีปริมาณมลพิษต่ำ (เช่น ก๊าซธรรมชาติ หากเป็นไม้พื้ก็ควรใช้ที่มีความชื้นในเนื้อไม้ต่ำ) มาใช้ การติดตั้งระบบบำบัดมลพิษและดูแลให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลีกเลี่ยงการระบายมลพิษสู่บรรยากาศในช่วงที่มีความกดอากาศสูงที่ซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงเช้ามืดและพลบค่ำของแต่ละวัน การฉีดพรมน้ำบริเวณรอบพื้นที่ประกอบการในช่วงฝนทิ้งช่วงเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่น เป็นต้น

ในระดับนโยบาย มาตรการด้านผังเมืองมีความสำคัญอย่างยิ่ง การกำหนด “ผังเมืองเฉพาะ” เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างชัดเจน และบังคับใช้อย่างเข้มงวด จะช่วยมิให้เกิดการทับซ้อนระหว่างการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อพักอาศัยและอื่นๆ กับพื้นที่เขตอุตสาหกรรม ที่ซึ่งอาจนำไปสู่ความขัดแย้งในภายหลัง

5.7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อกำหนดแผนป้องกันและลดความเสี่ยงแก่ประชากรกลุ่มเป้าหมาย มีดังนี้

1) การสื่อสารความเสี่ยง: การศึกษาครั้งนี้ได้แจ้งให้กับโรงเรียนเพื่อทราบถึงระดับความเสี่ยงที่ได้รับแล้ว และได้แจ้งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8 เพื่อร่วมกันกำหนดมาตรการในการจัดการความเสี่ยงที่เกิดขึ้นต่อไป ทั้งนี้การสื่อสารความเสี่ยงให้กับชุมชนต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดความวิตกกังวล และควรเน้นให้เกิดการทำงานร่วมกันในการรับมือกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นอย่างสร้างสรรค์ด้วยตัวของชุมชนเองโดยมีหน่วยงานภาครัฐเป็นผู้ให้การสนับสนุน

2) แผนป้องกันและลดความเสี่ยง: นำมาตรการต่างๆ ที่ได้เสนอในข้อที่ 5.7.2 มาปฏิบัติอย่างจริงจัง จากนั้นติดตามผลการเปลี่ยนแปลงโดยการประเมินความเสี่ยงอีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบกับผลจากการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านระบาดวิทยาโดยการตรวจหาปริมาณโลหะในร่างกายในพื้นที่เสี่ยงทั้งสองแห่ง