

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แหล่งกำเนิดของก๊าซและฝุ่นละอองในอากาศเป็นสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร อีกทั้งการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอสำหรับผู้อยู่อาศัยส่งผลทำให้การสะสมตัวของฝุ่นละอองและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และในขณะเดียวกันออกซิเจนก็จะลดลงซึ่งเป็นการเพิ่มระดับของมลพิษเนื่องมาจากการที่ไม่สามารถนำเอาอากาศภายนอกที่พอเพียงเข้ามาเจือจางภายในได้และในทางกลับกันก็ไม่สามารถนำเอามลพิษที่อยู่ภายในระบายทิ้งสู่ภายนอกได้ อุณหภูมิและระดับความชื้นที่สูงยังช่วยเร่งความเข้มข้นของมลพิษอีกด้วย มีสาเหตุอยู่หลายประการที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ เช่น การทำอาหาร และการสูบบุหรี่ เป็นต้น นอกจากนี้ วัสดุที่ใช้สร้างอาคารและอุปกรณ์ตกแต่งอาคารที่มีการเสื่อมสภาพตามกาลเวลาก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดอนุภาคภายในอาคารได้ส่วนมลพิษทางอากาศที่อยู่ภายนอก ที่มีสาเหตุจากการจราจร และควันจากโรงงานอุตสาหกรรม สามารถที่จะเข้ามาในอาคารได้โดยการรั่วซึม การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural Ventilation) และการระบายอากาศเชิงกล (Mechanical Ventilation) อากาศที่เข้ามาโดยการรั่วซึมเข้ามาโดยผ่านช่องเปิด รอยต่อ และรอยแตกบนผนัง กำแพงหรือพื้น บริเวณรอบ ๆ ขอบหน้าต่างหรือประตู

ในปัจจุบันประชากรเริ่มหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในที่ทำงาน และที่อยู่อาศัยมากยิ่งขึ้น โดยที่อนุภาคภายในอาคารสามารถที่จะก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพได้ เพราะโดยทั่วไปแล้วประชากรจะใช้เวลาร้อยละ 62 อยู่ภายในบ้าน ร้อยละ 25 ในอาคารอื่น ๆ และใช้เวลาร้อยละ 13 นอกอาคาร (Jenkins et al., 1992) ดังนั้นคุณภาพที่ดีของอากาศภายในอาคารจึงมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพอากาศภายในห้องเรียน เนื่องจากเด็กมีภูมิคุ้มกันโรคน้อยกว่าผู้ใหญ่ ซึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของไทย ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) ยอมให้ค่าความเข้มข้นสารอนุภาคแขวนลอยมีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง) และ ไม่เกิน 0.05 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ค่าเฉลี่ยใน 1 ปี) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าไม่เกิน 34.2 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ค่าเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง) นอกจากคุณภาพอากาศต่ำจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแล้วยังลดค่าความสบายของผู้ที่อาศัยอยู่ภายในอาคารอีกด้วย ปัจจุบันมีโรงเรียนในสังกัดเทศบาลทั้งหมดในประเทศไทยจำนวน 493 แห่ง มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 342,828 คน ห้องเรียนส่วนใหญ่นิยมใช้ การถ่ายเทอากาศแบบธรรมชาติซึ่งมีข้อดี คือสามารถช่วยลดการใช้

พลังงานและสามารถช่วยปรับปรุงสภาวะภายในอาคาร ในเรื่องของ ความสบาย และสุขภาพ ทำให้ได้โดยเพียงแค่เปิดหน้าต่างหรือประตูเพื่อรับอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในตัวอาคาร หากอาคารได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องให้มีการถ่ายเทอากาศที่เหมาะสมก็จะทำให้ผู้ที่อยู่อาศัยรู้สึกสบาย ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทยซึ่งมีลมมรสุมพัดผ่านตลอดทั้งปี แต่ในขณะเดียวกันหากอากาศภายนอกเจือปนด้วยมลพิษต่างๆในปริมาณมากเกินไปแล้ว การระบายอากาศแบบธรรมชาติอาจจะส่งผลในทางลบได้

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในประเทศไทยยังมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศภายในอาคารค่อนข้างน้อย ในโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในและภายนอกอาคารของห้องเรียน เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปหาค่าผลกระทบของอนุภาคภายนอกที่มีผลต่ออนุภาคภายในอันเนื่องมาจาก การถ่ายเทอากาศแบบธรรมชาติ ตลอดจนศึกษาถึงพฤติกรรมการกระจายตัวของอนุภาค กับองค์ประกอบที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Branis *et al.* (2004) ทำการสำรวจความเข้มข้นของอนุภาคขนาด 10 2.5 และ 1.0 ไมครอน (PM_{10} , $PM_{2.5}$ และ $PM_{1.0}$) ภายในห้องเรียน ตลอดจนความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่มีผลต่อความเข้มข้นของอนุภาค ได้ทำการศึกษาในอาคารห้องเรียนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีการจราจรคับคั่งในการศึกษาได้ทำการแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นช่วงที่มีคนอาศัยอยู่ในห้องจำนวนมาก (จันทร์ – พฤหัสบดี) ส่วนที่ 2 คือ ไม่มีคนอาศัยอยู่ (ศุกร์ – อาทิตย์) ในการเก็บข้อมูลได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์การวัดสูงจากพื้น 130 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคโดยใช้แผ่น Teflon พบว่าความเข้มข้นในช่วงวันจันทร์ – วันพฤหัสบดี ค่าความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าแตกต่างกันน้อยมากในช่วงเวลากลางวันกับกลางคืน และระหว่างช่วงที่มีคนอยู่มากกับช่วงที่ไม่มีคนอยู่ ส่วนค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของ PM_{10} ภายในและภายนอกอาคารของห้องเรียน มีค่ามากกว่า 1 ระหว่างวันจันทร์ – วันพฤหัสบดี เมื่อมีคนอาศัยอยู่ในห้อง ส่วนระหว่างวันจันทร์ – วันพฤหัสบดี กลางคืน, วันศุกร์ – วันอาทิตย์ กลางคืน และวันศุกร์ – วันอาทิตย์ กลางวัน พบว่ามีค่าส่วนค่าอัตราส่วนความเข้มข้นเท่ากับ 0.6, 0.56 และ 0.5 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่าง PM_{10} ภายในและภายนอกอาคารของห้องเรียนมีค่าต่ำในช่วงวันศุกร์ – วันอาทิตย์ กลางคืน และมีค่าสูงในช่วง จันทร์ – วันพฤหัสบดี กลางคืน

Lee and Chang (2000) ทำการศึกษาลักษณะของความเข้มข้นของมลพิษในอากาศชนิดต่าง ๆ ในห้องเรียนของโรงเรียน 5 แห่ง ในฮ่องกง โดยแต่ละแห่งตั้งอยู่ในชุมชนที่แตกต่างกัน ได้แก่ แหล่งที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่ชนบท ซึ่งมีการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ในห้องเรียน เช่น ใช้เครื่องปรับอากาศ ระบายอากาศโดยใช้พัดลมคิดเพดาน โดยทำการเก็บข้อมูลของค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ CO_2 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และระดับ PM_{10} เมื่อมีคนอาศัยอยู่ในห้องเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับ PM_{10} ของโรงเรียนทั้ง 5 แห่ง มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่าที่วัดได้มีค่าระหว่าง 21 - 617 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปัญหาหลักของคุณภาพอากาศในห้องเรียนที่ฮ่องกง คือ สารอนุภาค ระดับ PM_{10} มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง ถึง 3 เท่า เนื่องมาจากมีจำนวนคนในห้องเรียนมากเกินไป และมีการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ

Leong *et al.* (2003) ทำการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของอากาศภายในและภายนอกของร้านค้าและสำนักงานในกรุงเทพฯ ซึ่งตั้งอยู่บนถนนเส้นหลักของกรุงเทพฯ โดยได้ทำการศึกษาค่าอัตราส่วนภายในต่อภายนอกของ CO , PM_{10} และ NO_2 ซึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 0.33, 0.51 และ 0.47 ตามลำดับ โดยค่าของ CO , PM_{10} และ NO_2 ภายในร้านค้าจะมีค่าสูงกว่าภายในสำนักงาน โดยสาเหตุของอนุภาคภายในอาคารเกิดขึ้นเนื่องจากการถ่ายเทอากาศ และการแทรกซึมเข้ามาของมลพิษจากภายนอกที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ส่วนค่าที่เกิดขึ้นภายในอาคารมีค่าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่ามลพิษจากภายนอกมีผลต่อค่ามลพิษภายในอาคาร

Li and Chen (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของอนุภาคภายในและภายนอกอาคาร เมื่อสภาวะภายนอกเป็นแบบปกติ เมื่อกำหนดให้มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในอาคาร แนวความคิดเรื่องจุดสมดุลความเข้มข้นภายนอกอาคารต้องการที่จะแสดงให้เห็นถึงค่าความเข้มข้นภายนอกอาคาร เมื่อมีการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างภายในและภายนอกอาคาร โดยที่ไม่คิดถึงผลกระทบของอัตราส่วนความเข้มข้นของมลพิษภายในและภายนอกอาคาร จุดสมดุลความเข้มข้นหาได้จากอัตราส่วนความเข้มข้นภายในต่อภายนอกอาคาร (I/O) ของค่าสัมประสิทธิ์การแทรกซึม (P) ถ้าค่าความเข้มข้นภายนอกมีค่าสูงกว่าจุดสมดุลความเข้มข้นภายนอก ค่า I/O จะมีค่าน้อยกว่าค่า P สำหรับอาคารที่มีการทำกิจกรรมน้อยและไม่มีแหล่งกำเนิดอนุภาคภายในอาคาร อากาศภายในอาคารจะสะอาด และจุดสมดุลความเข้มข้นภายในและภายนอกอาคารจะมีค่าน้อยหรือมีค่าเป็นศูนย์ และพบว่าความสัมพันธ์ของ I/O ที่ดีจะเกิดขึ้นเมื่อความเข้มข้นของอนุภาคมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่จุดสมดุลความเข้มข้นภายนอกอาคารหรือเมื่อมีอากาศผ่านเข้ามาในอาคารได้น้อย

Monn *et al.* (1997) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของอนุภาคภายในและภายนอกบ้าน ของบ้านที่ไม่มีแหล่งกำเนิดอนุภาคและการทำกิจกรรมภายในบ้านเทียบกับบ้านที่มีแหล่งกำเนิดอนุภาคภายในบ้าน (เช่น การสูบบุหรี่และการทำอาหาร) และมีการทำกิจกรรมของคนในบ้านในประเทศสวีเดน พบว่าบ้านที่มีการใช้แก๊สในการทำอาหารและบ้านที่มีการสูบบุหรี่มีค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของ PM_{10} ภายในต่อภายนอกบ้านสูง ส่วนบ้านที่ไม่มีแหล่งกำเนิดอนุภาค และการทำกิจกรรมภายในบ้านกับบ้านที่มีการทำกิจกรรมภายในบ้านแต่ไม่มีแหล่งกำเนิดอนุภาคภายในบ้าน มีค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของอนุภาคภายในต่อภายนอกบ้านต่ำ ส่วนในบ้านที่มีการสูบบุหรี่และมีการทำกิจกรรมภายในบ้านสูง ค่าอัตราส่วนความเข้มข้นของอนุภาคภายในต่อภายนอกบ้านมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งค่าของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าอัตราส่วนความเข้มข้นภายในต่อภายนอกบ้านใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระดับอนุภาคภายในที่สูงมีสาเหตุหลักมาจากการทำอาหาร คำนวณจากการสูบบุหรี่และกิจกรรมของคนภายในบ้าน

Reynolds (1997) ทำการศึกษาในเรื่องของ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการทำนายค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ไมครอน ในอาคารปศุสัตว์ รูปแบบที่ใช้ในการศึกษาจะทำการศึกษาร่วมกัน ระหว่างการทำนายคุณสมบัติทางสถิติของการไหลของอากาศ โดยใช้ k-ε model ในการทำนายตำแหน่งที่เกิดความเข้มข้นของอนุภาค-มลสารสูงสุดและรูปร่างของเส้น Contours ของอนุภาคที่มีความเข้มข้นคงที่ พบว่าค่าที่ได้สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการทดลอง แต่แบบจำลองนี้มีความเป็นไปได้น้อยในการทำนายค่าความเข้มข้นสมบูรณ์ของอนุภาค โดยที่ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของอนุภาคยกกำลังสองมีค่าเท่ากับ 0.38 และ 0.49 สำหรับค่าที่ได้จากการวัดและการทำนายค่า ตามลำดับ ซึ่งทำการวัดค่าในตำแหน่งที่แตกต่างกัน 2 ที่

Shin *et al.* (2005) ทำการประมาณค่าการระบายอากาศที่มีผลต่อมลพิษภายในอาคาร อันเนื่องมาจากอัตราการระบายอากาศและจำนวนคนที่อาศัยอยู่ภายในห้อง ใช้มาตรฐาน ASTM E 741-83 ในการวัดโดยมี CO_2 เป็นดัชนีชี้วัด ทำการวัดที่จุดศูนย์กลางของห้องทดสอบเมื่อให้ห้องทดสอบมีนักเรียนอยู่ 35 คน พบว่าถ้าอุปกรณ์ระบายอากาศที่ 500 และ 600 CMH พบว่าค่าความเข้มข้นของ CO_2 มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด (1,000 ppm) แต่ถ้าใช้พัดลมระบายอากาศแบบติดเพดานที่ 800 CMH พบว่าค่าความเข้มข้นของ CO_2 มีค่ายอมรับได้ (919 ppm) และพบว่าในเวลา 50 นาที หากไม่มีคนอาศัยอยู่ในห้องความเข้มข้นของ CO_2 จะลดลงร้อยละ 55 แต่ถ้ามีคนอาศัยอยู่ 1 คนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 75 จากค่าเริ่มต้นภายในห้อง 650 ppm และความเข้มข้นภายนอกห้อง 500 ppm

Thatcher and Layton (1995) ทำการสำรวจความเข้มข้นของละอองลอยและการกระจายตัวของอนุภาคขนาดต่างๆ ภายในและภายนอกที่อยู่อาศัย 2 ชั้น ในแคลิฟอร์เนียในฤดูร้อน ทำการเก็บข้อมูลในขณะที่มีคนอาศัยอยู่และไม่มีคนอาศัยอยู่ การวัดความเข้มข้นใช้วิธีนับจำนวนอนุภาค (Optical Particle Counting) พบว่าอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-5 ไมครอน ความเร็วในการตกตะกอนมีค่าต่ำกว่าความเร็วในการตกตะกอนที่ได้จากการคำนวณ ปัจจัยของการแทรกซึมชี้ให้เห็นว่าผนังไม่ช่วยในการกรองอนุภาค การฟุ้งกระจายมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของอนุภาคภายในบ้าน ซึ่งมีค่าอัตราส่วนอยู่ระหว่าง $1.8 \times 10^{-5} \text{ h}^{-1}$ และ $3.8 \times 10^{-4} \text{ h}^{-1}$ สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน เมื่อสมมุติให้มีความหนาแน่น 1 g/cm^3 .

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.3.1 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอนุภาค ภายในและภายนอกห้องเรียน
- 1.3.2 ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของอนุภาค ในอาคารของห้องเรียน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

- 1.4.1 ทราบถึงความสัมพันธ์และพฤติกรรมในการแพร่กระจายของอนุภาค ภายในห้องเรียน
- 1.4.2 ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประกอบในการกำหนดเป็นนโยบายเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารห้องเรียนของเมืองเชียงใหม่

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาเฉพาะห้องเรียนตามขนาดมาตรฐานของกระทรวงศึกษาธิการ ที่มีการถ่ายเทอากาศแบบธรรมชาติ ในจังหวัดเชียงใหม่
- 1.5.2 ค่าแสดงคุณภาพอากาศ ศึกษาเฉพาะ อนุภาค เท่านั้น