



ภูมิแพ้กรุงเทพ PM2.5

น.ท.หญิง จุฑามาศ พบสุข

หัวหน้าแผนกวิชาการ กองวิทยาการ กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

83 หมู่ 12 ถนนพุทธมณฑลสาย 3 เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170

บทคัดย่อ

ฝุ่น PM2.5 ที่กำลังเป็นปัญหาในปัจจุบัน ในความเป็นจริงนั้น เกิดขึ้นมาหลายปีแล้ว แต่ที่ปรากฏในปีนี้เป็นเรื่องราวค่อนข้างรุนแรง เนื่องจากเกิดขึ้นไวกว่าปกติ ตั้งแต่กลางเดือนมกราคม ซึ่งโดยหลักปกติจะเกิดขึ้นกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อสถานการณ์ยาวนานขึ้นจึงดูค่อนข้างรุนแรง โดยถ้าเราอยู่ในภาวะกลุ่มเสี่ยง เช่น ป่วยเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ หรือโรคหัวใจและหลอดเลือด ควรที่จะหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีค่า ฝุ่น PM2.5 เกินมาตรฐาน หรือหากจำเป็นต้องอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว ก็ควรหาทางดูแลรักษาตัวเองด้วยการสวมหน้ากากอนามัยที่สามารถป้องกันฝุ่น PM2.5 ซึ่งในทีนี้จะยกปัจจัยในการเกิดที่เกี่ยวข้องทางด้านอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้เกิดการเฝ้าระวัง หรือดำเนินการหาแนวทางแก้ไขในระยะยาวต่อไป

Abstract

PM 2.5 or Particulate Matters smaller than 2.5 micron that cause health problems as we just have heard about nowadays actually exist and gradually accumulated from several years ago up until now. This condition occurs every year but it seems to be very tough this year. That's because it happens sooner than usual, early January instead of mid-February. The lengthier period the more trouble it causes. Those who have respiratory syndrome, heart diseases or vascular diseases are at risk of getting worse thus should avoid the areas where PM 2.5 level are over the standard. If it is necessary to enter the polluted areas, proper mask must be worn. This article also points out meteorological factors that contribute to this condition which will be beneficial for monitoring and may lead to finding sustainable solutions in the future.

1. บทนำ

ภูมิแพ้กรุงเทพ

“เมืองหลวงควั่นและฝุ่นมากมายที่สุดตามเข้าไป ร่างกายก็เป็นภูมิแพ้”

“หมอกจางๆ หรือควั่น คล้ายกันจนบางทีไม่อาจรู้ อยากจะถามดูว่าเธอเป็นดังหมอกหรือควั่น”

“คำว่ารักมันกลายเป็นฝุ่นไปแล้ว”

สารพัดสารพันเนื้อเพลงฝุ่นที่ได้ยินกันมานาน เจ็บซำมาก็เยอะ ออกหักมาก็หลายแต่ก็ไม่เจ็บใจ เจ็บคอเท่าฝุ่น PM2.5 ในเมืองหลวงอันศิวิไลซ์ของเราอีกแล้ว แต่เรายังใช้ชีวิตแบบเดิมๆ อยู่ทุกวัน ฝุ่นก็มีทุกวัน ควั่นดำก็มีทุกวัน สูดเข้าไปตั้งหลายปี ทำไมเพิ่งจะมาตื่นตัว แต่เอ๊ะๆ ว่าไปทำไมเจ็บคอ ทำไมไอ ทำไมจาม ทำไมคัน ทำไมทุกอย่างชั้นกว่า และทำไมบางทีมีเหมือนเลือดออกเวลาไอ หรือมันน่ากลัวขึ้นจริงๆ นะ

2. PM2.5 คืออะไร

Particulate Matters เป็นคำเรียกค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๒ ชนิด ได้แก่ PM10 และ PM2.5 ส่วนตัวเลข 2.5 นั้นมาจากหน่วย 2.5 ไมครอนหรือไม่โครเมตรนั่นเอง

จากภาพที่ปรากฏ เส้นผมว่าเล็กแล้ว PM2.5 กลับมีขนาดเล็กกว่าประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมเราเสียอีก เล็กชนิดที่ว่าขนจมูกแน่ๆ ยังไม่สามารถกรองได้ แพ้ทางป่อยให้เธอผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ กระแสเลือด แถมเดินทางท่องเที่ยวเข้าเยี่ยมชมกระบวนการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายได้อย่างง่ายดาย ยกตัวอย่างเช่น เม็ดเลือดแดงมีขนาด 5 ไมครอน แต่ PM2.5 มีขนาดครึ่งหนึ่งของเม็ดเลือดแดง ดังนั้นถ้า PM2.5 สามารถเข้าไปเยี่ยมเยียนอวัยวะใดๆ ตามแต่ที่เม็ด



รูปที่ 1 แสดงขนาด ฝุ่น PM2.5 เทียบกับขนาดของของชนิดต่างๆ



เลือดแดงจะพาไปนั้น ก็จะเพิ่มหนทางในการเป็นโรคชนิดต่างๆ ได้อีกมากมาย โดยองค์การอนามัยโลกกำหนดให้ PM2.5 จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็งเลยก็แล้ว เพราะด้วยผลระยะยาวของ PM2.5 จะทำให้การทำงานของปอดถดถอย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของโรคถุงลมโป่งพอง ที่อาจจะพ่วงแถมโรคมะเร็งปอดเพิ่มขึ้นมา แม้จะไม่ได้เป็นผู้สูบบุหรี่ก็ตาม โดย PM2.5 เกิดได้จาก 2 ปัจจัยหลักอันได้แก่

2.1 แหล่งกำเนิดโดยตรง ซึ่งยังคงแยกย่อย ได้อีก 4 แบบ

2.1.1 การเผาไหม้ในที่โล่ง เป็นการปล่อย PM2.5 มากที่สุดถึง 209,937 ตันต่อปี ดังจะเห็นได้ในพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหลาย ในพื้นที่การเพาะปลูกเชิงเดี่ยวเพื่อป้อนเข้าสู่การผลิตอาหารของบริษัทอุตสาหกรรมเกษตร พื้นที่หลักในการเพาะปลูกเชิงเดี่ยวนี้ อยู่บริเวณภาคเหนือตอนบนของไทย และภูมิภาคลุ่มน้ำโขง รวมไปถึงความใจดีของประเทศเพื่อนบ้านที่ข้ามพรมแดนโดยไม่ผ่านระบบการตรวจคนเข้าเมือง มายังประเทศไทยอีกด้วย

2.1.2 การคมนาคมขนส่ง มีการปล่อย PM2.5 ราว 50,240 ตันต่อปี โดยเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้งดีเซลและแก๊สโซฮอล์เป็นหลัก ซึ่งรถเราๆ ท่านๆ ทั้งหลายยังใจดีตั้งตัวเป็นแหล่งกำเนิดออกไซด์ของ ไนโตรเจน (NOx) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ซึ่งล้วนส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของเราทั้งสิ้น

2.1.3 การผลิตไฟฟ้า มีการปล่อย PM2.5 ราว 31,793 ตันต่อปี ถึงแม้ว่าจะมีการปล่อยน้อยที่สุด แต่ท้ายที่สุดแล้วกลับพบว่าการผลิตไฟฟ้ามีส่วนในการปล่อยออกไซด์ของ ไนโตรเจน (NOx) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) ออกสู่ชั้นบรรยากาศมากที่สุด

2.1.4 อุตสาหกรรมการผลิต ปล่อย PM2.5 ราว 65,140 ตันต่อปี โดยพื้นที่ที่พบมากที่สุดอยู่ในเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยสาเหตุหลักเกิดจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากสารเคมีและอุตสาหกรรม

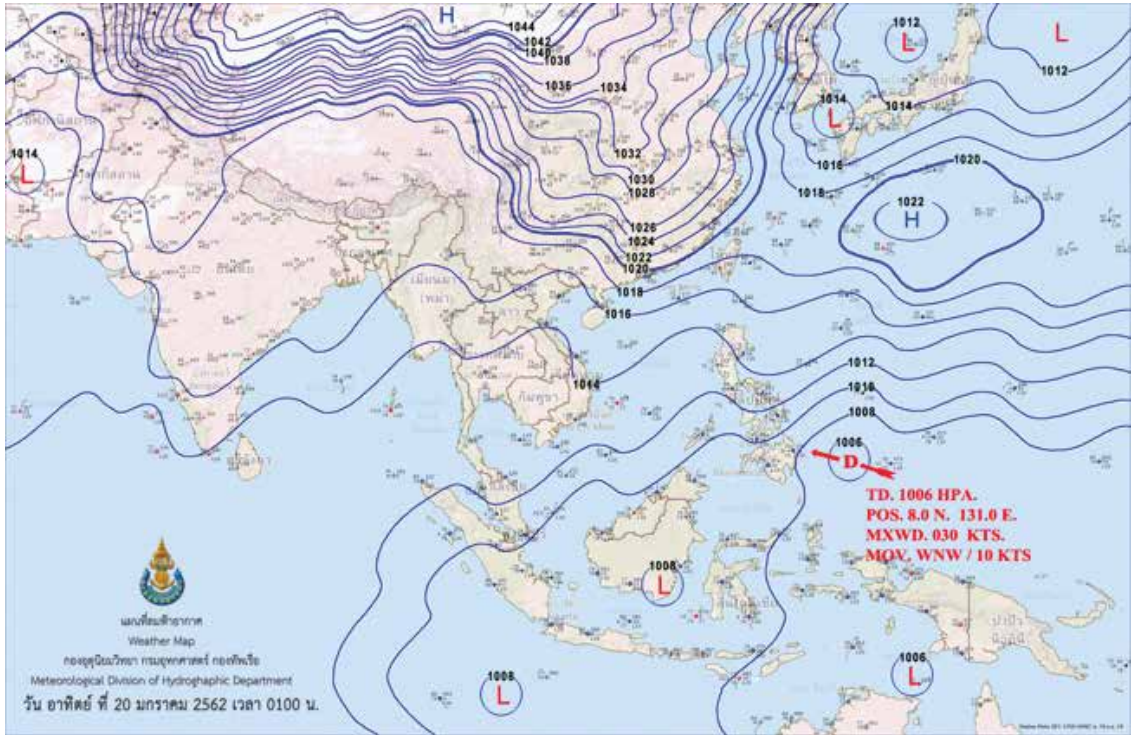
2.2 การรวมตัวของก๊าซอื่นๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะออกไซด์ของ ไนโตรเจน (NOx) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO2) รวมทั้ง สารปรอท (Hg), แคดเมียม (Cd), อาร์เซนิก (As) หรือโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ที่ล้วนแล้วแต่เป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์

3. PM2.5 กับสภาพอุตุนิยมวิทยา

ฟังคนอื่นพูดในด้านอื่นมาก็เยอะ เราลองมาดูในแง่มุมมองของในแง่ นักพยากรณ์ ว่าทำไม PM2.5 ถึงชอบมาตอนฤดูหนาว จะขอสดชื่นกับหมอกสุดอากาศยามเช้าก็ซึกไม่แน่ใจแล้วว่านี้มันหมอกหรือควันกันแน่

เหล่าท่านทั้งหลายคงได้ยินคำว่า “ความกดอากาศ” มาบ้างแล้ว แต่จะส่งผลอย่างไร ต่อ PM2.5 มาตามต่อกัน ความกดอากาศ คืออากาศที่กดลงบนพื้นที่หนึ่งๆ ยิ่งบริเวณใกล้กันมีความต่างของความกดอากาศมาก ก็ยิ่งเกิดการถ่ายเทรุนแรงมาก ซึ่งจะปรากฏสิ่งที่เรารู้จักกันในชื่อ ลม นั่นเอง ในทางอุตุนิยมวิทยาเราจะได้ยินและได้เห็นสัญลักษณ์สำคัญ 2 อย่าง ได้แก่ L คือความกดอากาศต่ำ (Low) หรือบริเวณที่มีอากาศร้อน โมเลกุลอากาศมันจะเบาหรืออีกนัยหนึ่งคือน้ำหนักของอากาศที่กดมาพื้นที่หนึ่งจะมีค่าน้อยและ H คือความกดอากาศสูง (High) หรือบริเวณที่มีอากาศเย็น โมเลกุลอากาศมันจะหนัก หรืออีกนัยหนึ่งคือน้ำหนักของอากาศที่กดมาพื้นที่หนึ่งจะมีค่าน้อย

เมื่อเราเอาความแปรเปลี่ยนของความกดอากาศที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ไปมองในแง่ของการส่ง



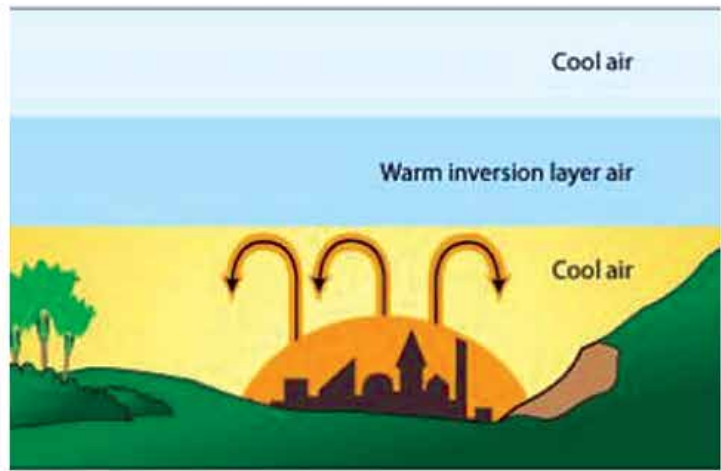
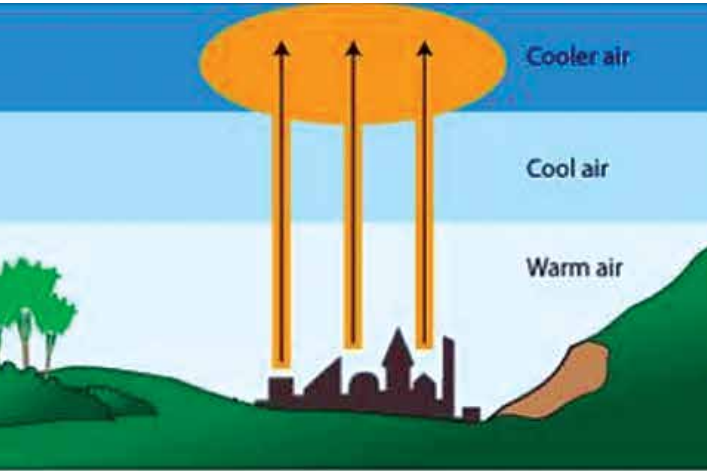
รูปที่ 2 แสดงแผนที่พยากรณ์อากาศผิวพื้น วิเคราะห์โดยกองอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์

พลังงาน การเปลี่ยนความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่กับการส่งผลกระทบต่อกันไปมาระหว่างสภาพอากาศกับสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ สำหรับมวลอากาศที่เคลื่อนที่ไปมา ภาชนะของมันก็คือภูมิประเทศนั่นเอง ดังที่เราเคยได้ยินข่าวฝุ่นละอองและหมอกควันที่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และไม่ยอมไปไหนก็เพราะตัวจังหวัดมีลักษณะเป็นแอ่งซึ่งมวลอากาศไว้ซึ่งจากผลของภูมิประเทศเช่นนี้ ทำให้เกิดสภาพที่เรียกว่า “สภาพอากาศนิ่ง Air stagnation” นั่นเองซึ่งในสภาวะนี้จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาใดก็ได้ เนื่องด้วยปัจจัยหลักขึ้นกับภูมิประเทศ

ตามที่ได้กล่าวมักเกิดในช่วงฤดูหนาว ในความเป็นจริงแล้วมองให้เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ก็จะมีพบว่า PM2.5 เกิดขึ้นทุกปีช่วงปลายฤดูหนาว

ต่อฤดูร้อน จะเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าอุณหภูมิผกผัน Temperature Inversion

จากภาพทางด้านซ้าย โดยทั่วไปพื้นโลกจะร้อนกว่าด้านบน อากาศร้อนจะยกตัวขึ้น ลมจะพัดมาแทนที่พวกมลภาวะทั้งหลายจึงสามารถกระจายออกจากพื้นที่นั้นรวมถึงสามารถลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศได้อีกด้วย แต่ในส่วนของปลายฤดูหนาวดังภาพทางด้านขวา อากาศร้อนจากแสงแดดยังคงแผ่ลงมาเช่นเดิม แต่อุณหภูมิที่พื้นดินที่สะสมไว้คืออุณหภูมิต่ำ ความหนาแน่นมีมากกว่าด้านบน อากาศจึงไม่มีการยกตัวหรือยกตัวได้น้อย อีกทั้งในช่วงเวลา 1200 – 1500 ที่เป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมินี้ทะเลในวันนั้นควรสูงขึ้น แต่อุณหภูมิพื้นไม่สูงหรือสูงไม่มาก อาจเนื่องจากความชื้นมีมากเป็นปริมาณที่



รูปที่ 3 แสดงชั้นของอุณหภูมิในสภาวะอากาศปกติ และสภาวะที่เกิดมลพิษ

คงที่ ส่งผลให้ความกดมีเสถียรภาพสูง ลมไม่เกิด ก็จะทำให้อากาศไม่สามารถลอยขึ้นไปได้อย่างเต็มที่ และเมื่อถึงเวลากลางคืนอุณหภูมิที่ลดลง ทำให้ความชื้นกลั่นตัวเป็นหมอก และกตฝุ่นควันในโดมอากาศให้ลงมาเข้มข้นที่ระดับภาคพื้น อีกทั้งในช่วงเวลาดังกล่าวมักไม่มีลมพัดมา ดังที่เรามักจะเห็นในเวลาเช้าช่วงฤดูหนาว เป็นการรวมปัจจัยที่ส่งผลด้านลบสภาพอากาศนี้ไม่ช่วยกันไปไหน ของเก่าไม่ไปของใหม่มาเพิ่ม และยังคงลักษณะเช่นนี้ต่อไปจนกว่าจะมีลม หรือบังเอิญฝนตกขึ้นมาเอง

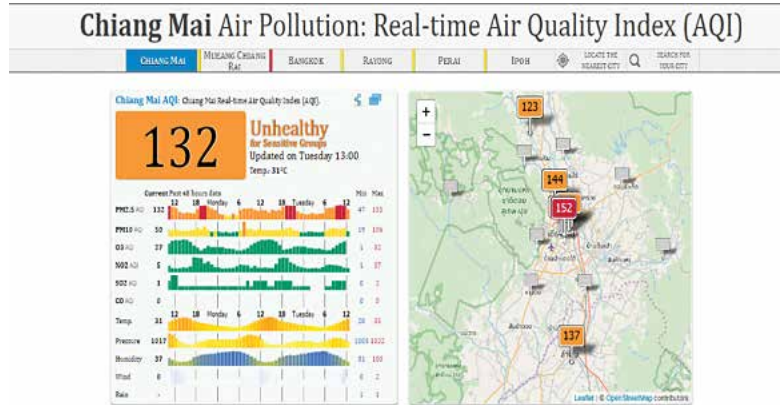
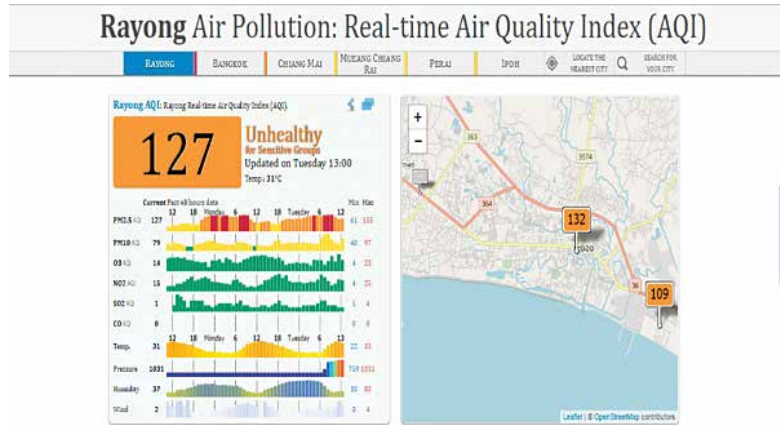
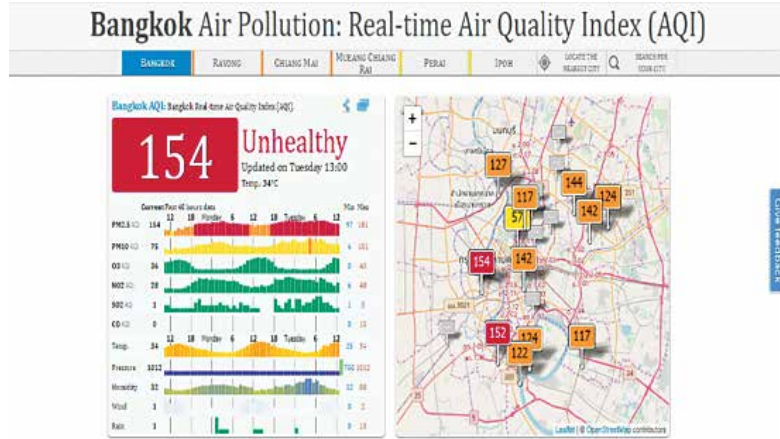
เมื่อกล่าวถึงเรื่องฝน คนมักจะนึกถึงฝนหลวง แล้วก็เกิดคำถามว่าทำไมไม่ทำ ซึ่งปัจจัยในการทำฝนหลวงนั้นประกอบไปด้วย ความชื้นในอากาศ ทิศทางและความเร็วลม ความกดอากาศ และสุดท้ายโชคชะตา ตัวอย่างเช่นใน ปี 2561 มีการทำฝนหลวงในพื้นที่ที่เกิดฝุ่นควัน มีการทำถึง 6 ครั้ง แต่สัมฤทธิ์ผลเพียงแค่ครั้งเดียว เนื่องจากปัจจัยหลายๆ อย่างไม่เพียงพอ เช่นนี้แล้ว การที่ความชื้นในช่วงปลายฤดูหนาวมีความคงที่ ความกดอากาศเบาบาง การทำฝนหลวงจึงยังไม่สัมฤทธิ์ผล

จากการกล่าวถึงสภาพอากาศนี้ ก็จะพบว่าจริงๆ แล้วสภาพอากาศนี้เกิดได้ทุกที่ แล้วแต่ปัจจัยความกดอากาศจะบังเอิญมาตุลกันจนไม่เคลื่อนไหว ยิ่งในบางพื้นที่ ที่มีลักษณะโดนหุบเขาบัง หรือเป็นที่ลุ่มล้อมรอบด้วยที่ดอน กระแสลมพัดผ่านข้ามพื้นที่นั้นๆ ไปเป็นร่องปกติ แต่ถ้าเปรียบเทียบกับเมืองหลวงบ้านเราที่ภูเขาที่ไม่มี ดอนก็เหลือน้อย มีแต่หลุมบ่อถนนมากกว่าเสียอีก ทำไม PM2.5 จึงมีมากมาย และมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นทุกปีเนื่องจากลักษณะของเมืองกรุงเทพฯ มีตึกสูงมากมาย เปรียบประหนึ่งเหมือนมีภูเขาคอนกรีตล้อมรอบอากาศไว้ การระบายอากาศทำได้น้อย ทิศทางเดียวของการระบายอากาศมีทางเดียวก็เพียงแค่อลอยขึ้น แต่ก็ไม่สามารถลอยขึ้นได้ เนื่องด้วยมีอากาศบางส่วนกดทับลงมาอีก ลักษณะอากาศของพื้นที่ในบริเวณนั้นๆ มีลักษณะเหมือนกับมีฝาชีอากาศครอบไว้ จากเหตุนี้บวกกับการเกิดสภาพอากาศนี้ และเป็นผลที่ทำให้มลภาวะหายไปได้โดยยาก ดังนั้นแล้ว สิ่งที่เราทำกันอยู่ทุกวันนี้ มันคือการเตรียมกักตุนฝุ่นไว้เพื่อที่จะกลับมาเจอกันอีกทีในปีหน้าหรือเปล่า อย่างไรก็ตาม

ลองช่วยกันปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกันดูสักนิด ช่วยกันคนละไม้ละมือ เพื่อให้แต่ละพื้นที่ในประเทศไทย กลับมาเป็นสีเขียวแสดงสภาวะอากาศสดใสกันเถอะ

ในโลกของเราเนี่ย ถ้าอากาศไม่เคลื่อนไหว ความชื้นและความร้อนก็จะถูกกักอยู่ในพื้นที่นั้น โดยมนุษย์เรานั้นจะระบายความร้อนด้วยการระเหยเหงื่อเป็นหลัก อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ก็สามารถอยู่ได้ถ้าความชื้นในอากาศต่ำ กระแสลมที่เคลื่อนตัวผ่านจากที่เย็น (ความกดอากาศสูง H) ไปสู่ที่ร้อน (ความกดอากาศต่ำ L) เป็นตัวพาทั้งความร้อน ความชื้นและฝุ่นควันออกจากพื้นที่ แต่ถ้าอากาศหยุดนิ่ง ความชื้นจากแม่น้ำ คูน้ำ เหงื่อของคน ไม่สามารถระบายออกจากพื้นที่ และด้วยความชื้นที่สูงขึ้นนี้ จะส่งผลให้อากาศยิ่งทวีความร้อนมากขึ้น วิ่งเข้าหาเครื่องปรับอากาศกันว่องไว เพราะร่างกายเราขับเหงื่อออกก็จริงแต่ไม่ระเหย อุณหภูมิแค่ 35 องศา ก็เกินพอที่จะฆ่ากันให้ตายอย่างเลิศจนร้อนได้เลยทีเดียว และถ้าความชื้นถึง 100% พร้อมเกิดสภาพอากาศนิ่ง ที่ไม่สามารถนำความชื้นออกไปได้ ฝุ่นละอองและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ก็จะคงอยู่ในพื้นที่ ผลที่ปรากฏก็จะทั้งร้อน ทั้งอึดอัด หายใจไม่ออก และในบางคนที่แพ้ฝุ่นอยู่แล้ว ก็อาจเกิดเหตุฉุกเฉินต้องเข้าพบแพทย์โดยด่วนได้ง่าย

จากเหตุผลนี้ การตั้งโรงงานอุตสาหกรรมหรือสร้างเมืองใหญ่ๆ ในพื้นที่ดังกล่าว อันตรายจากฝุ่นควันก็จะสูง และ



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบสภาวะอากาศในประเทศไทย บริเวณ 3 พื้นที่ ในวันที่ 29 มกราคม 2562



รูปที่ 5 แสดงการบ้อกกันฝุ่น PM2.5 จากการสวมใส่หน้ากากชนิดต่าง ๆ

เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้แม้จะมีการควบคุมมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรมก่อนปล่อยออกให้เป็นไปตามมาตรฐานก็ตามแต่ ดังนั้นการพัฒนาตัวเมืองโดยไม่มีการศึกษาเรื่องภูมิประเทศหรือปล่อยให้การเติบโตมีมากกว่าความจำเป็นย่อมเพิ่มทวีอันตรายจากสภาวะอากาศนี้ต่อประชาชนในพื้นที่นั้นๆ อย่างแน่นอน

4. แนวทางบ้อกกันและดูแลสุขภาพ

เมื่อปัญหายังไม่ถูกแก้และยังหาทางลงกันไม่ได้ คนที่แพ้กัต้องดูแลตัวเองกันไปก่อน โดยที่บางท่านอาจมองว่าฉันทคนเดียวจะเริ่มได้อย่างไร ทุกอย่างเกิดขึ้นได้ สำเร็จได้ ถ้าทุกคนเริ่มต้นจากตัวเอง คิดเช่นนี้ 100 คนก็ได้ 100 แรง หลากหลายแนวทางในการแก้ปัญหาก็สามารถเริ่มต้นที่เราได้เช่น การใช้

ยานยนต์ส่วนตัวไปกับเพื่อน รวมกันหลายคนหนึ่งคัน มีเพื่อนร่วมเดินทาง การบ้อกกันฝุ่น PM2.5 นั้น ไม่ควรเผาไหม้ในที่โล่งแจ้งหรือออกไปในพื้นที่สาธารณะที่มีฝุ่น ควันมาก ๆ แต่ท้ายที่สุดแล้วหากเลี่ยงพื้นที่สาธารณะไม่ได้ควรสวมใส่หน้ากากอนามัย ชนิดที่สามารถบ้อกกันฝุ่น PM2.5 ได้ หรือที่เรียกกันว่าหน้ากากชนิด N95 หรือชนิดที่เป็นหน้ากากอนามัยธรรมดาถึงจะกันได้ไม่หมด แต่ก็ดีกว่าไม่ดูแลตัวเองเลย และสุดท้าย การดูแลตัวเองให้มีความแข็งแรงไว้ล่วงหน้า ด้วยการทานอาหารที่มีประโยชน์ ออกก้าลังกาย แต่ในช่วงเวลาที่ฝุ่น PM2.5 มีมากมายเช่นนี้ ควรงดการออกก้าลังกายกลางแจ้งไว้ก่อน เนื่องด้วยไม่สามารถใส่หน้ากากชนิด N95 ได้ในเวลาออกก้าลังกาย ด้วยหน้ากากชนิดนี้ทำให้แรงต้านอากาศเวลาหายใจเพิ่มขึ้น หายใจเข้าและ



ออกใช้กล้ามเนื้อหัวใจ ใช้แรงมากขึ้น และการหายใจ
ผ่านหน้ากาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ยังคง
ค้างอยู่ในหน้ากาก ซึ่งจะเข้าไปในการหายใจเข้าใน

ครั้งถัดไป ก๊าซออกซิเจน (O2) จึงมีน้อยกว่าที่ควร
อาจทำให้เกิดการหมดสติหรือถึงขั้นเสียชีวิตได้ ดูแล
ตัวเอง รักษาสุขภาพทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- [1] “ฝุ่น : เหตุใดสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก จึงพุ่งสูงขึ้นมาอีกครั้ง.” 2561.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา <https://www.bbc.com/thai/thailand-46643980>
- [2] “PM2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก.” 2561.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/>
- [3] “มาทำความเข้าใจเรื่องอากาศกันเถอะ.” 2560.[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา <https://medium.com/discovery/>
- [4] “นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม.”[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา https://il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpolution5.htm
- [5] ชาคริต โชติอมรศักดิ์, 2556. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ และปัญหาหมอกควัน. รายงานการประชุม. การประชุมเชิงปฏิบัติการ การเตรียมความพร้อมรับมือผลกระทบสุขภาพ จากภาวะหมอกควันและไฟป่า ปี 2556. ภาควิชาภูมิศาสตร์. คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [6] ภาพประกอบจาก <https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants>, <http://www.rtnmet.org>, https://www.chiangmaihealth.go.th/cmpho_web/document/151124144834740840.pdf, <http://aqicn.org/city/bangkok>, www.facebook.com/globebangkok