

สมุดปกขาว
อากาศ
สะอาด

Clean Air White Paper, Thailand



จัดทำโดย
เครือข่ายอากาศสะอาด ประเทศไทย

“อากาศสะอาด เป็นความต้องการพื้นฐานของสุขภาพ
และความอยู่ดีมีสุขของมนุษย์
หากแต่ มลพิษทางอากาศ จะยังคงเป็นภัยสำคัญ
ที่คุกคามสุขภาพของผู้คนทั่วโลกต่อไป”

องค์การอนามัยโลก (WHO 2006a)

“Clean air is a basic requirement of
human health and well-being.
Air pollution, however, continues to pose
a significant threat to health worldwide.”

World Health Organisation (2006a)

คำนำ

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ “พีเอ็ม 2.5” ได้กลายเป็นประเด็นที่สังคมไทยให้ความสนใจอย่างมาก ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2562 ที่เกิดวิกฤตคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร ทำให้อากาศหมกหมัว จนรบกวนการใช้ชีวิตของผู้คน และมีระดับฝุ่นพีเอ็ม 2.5 สูงจนอยู่ในขั้นที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประชาชนจำนวนมากตื่นตัวด้วยความวิตกกังวลว่าจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผลกระทบต่อเด็ก คนชรา และผู้ป่วยโรคเรื้อรัง นอกจากนี้ โรงเรียนและสถาบันการศึกษาได้มีการประกาศหยุดการเรียนการสอน และหลายหน่วยงานได้เข้ามาร่วมแก้ไข ความวิตกกังวลต่อฝุ่นพีเอ็ม 2.5 ทำให้หน้ากากอนามัย N-95 และเครื่องฟอกอากาศขาดตลาดอย่างไรก็ตาม เนื่องจากเรื่องฝุ่นพีเอ็ม 2.5 นับเป็นเรื่องใหม่สำหรับสังคมไทยที่เริ่มมีการกล่าวถึงกันมากขึ้นในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาเท่านั้น ประกอบกับข้อมูลเรื่องฝุ่นพีเอ็ม 2.5 บางครั้งมีความขัดแย้งกันทำให้ยิ่งเพิ่มความสับสนแก่ประชาชน เพื่อป้องกันการสับสนที่เกิดขึ้น หน่วยราชการและองค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้องต้องออกมาให้ความรู้ ออกแถลงการณ์ และเผยแพร่ความรู้ให้กับประชาชนผ่านช่องทางต่าง ๆ ถึงอันตรายร้ายแรงและวิธีการป้องกันตนเอง จนกระทั่งรัฐบาลได้ประกาศให้ปัญหาฝุ่นพีเอ็ม 2.5 เป็นวาระแห่งชาติในวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2562 ที่ผ่านมา

ท่ามกลางสถานการณ์ดังกล่าว นอกจากหน่วยงานรัฐแล้ว ยังมีนักวิชาการ บุคลากรวิชาชีพ และภาคประชาชนออกมาให้ความรู้และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดการปัญหา รวมถึงมีการรวมตัวกันเพื่อร่วมกันคิด และทำความเข้าใจกับปัญหาและหาทางออกทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวอย่างยั่งยืน มีการจัดเวทีระดมความคิดเห็นจากหน่วยงานและสถาบัน

ต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ ได้มีการจัดเวทีที่มีความต่อเนื่องและเน้นการมีส่วนร่วมที่หลากหลาย เรียกว่า “ไทยพร้อมล้อมวง” ที่เป็นที่มาของการรวมกันเป็นเครือข่ายที่เรียกว่า “เครือข่ายอากาศสะอาด” ที่เป็นเครือข่ายเปิดที่จะมีการขยายตัวออกไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อเชื่อมประสานกับทุกภาคส่วน โดยมีความเห็นว่าวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ ไม่ได้เป็นปัญหาของกรุงเทพมหานครเท่านั้น แต่เป็นปัญหาร่วมของทุกคนที่อาศัยอยู่ในประเทศไทย

อย่างไรก็ตามปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 มีความซับซ้อนอย่างมาก การทำความเข้าใจปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางแก้ไขต้องอาศัยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องและต้องการองค์ความรู้จากนักวิชาการหลากหลายสาขา รวมถึงบุคลากรวิชาชีพด้านสุขภาพ รวมถึงประสบการณ์และความเห็นจากภาคประชาชน “สมุดปกขาวอากาศสะอาด” (Clean Air White Paper) ฉบับนี้ จะเป็นจุดเริ่มต้นในการร่วมกันกำหนดทิศทางและวางแนวทางการทำงานร่วมกัน โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ใน “9 ประเด็นพื้นฐานเพื่อเข้าใจและแก้ไขปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ในประเทศไทย” และหลังจากนี้ ทางเครือข่ายอากาศสะอาด จะมีกระบวนการในการจัดทำ “สมุดปกฟ้าอากาศสะอาด” (Clean Air Blue Paper) และ “สมุดปกเขียวอากาศสะอาด” (Clean Air Green Paper) ที่จะมีข้อมูลองค์ความรู้สมบูรณ์ขึ้นตามลำดับทั้งในเชิงวิชาการและประสบการณ์ตรงจากประชาชนและปราชญ์ชาวบ้านในพื้นที่ เพื่อสนับสนุนกระบวนการดำเนินการร่วมกันของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำพาสังคมไทยก้าวไปสู่การมีอากาศสะอาดให้ทุกคนได้หายใจอย่างเท่าเทียมกัน

เครือข่ายอากาศสะอาด

พฤษภาคม 2562

สารบัญ

แก้ประเด็นพื้นฐานเพื่อเข้าใจและแก้ไขปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ในประเทศไทย	5
1. ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 คืออะไร สำคัญอย่างไร	7
2. ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 อันตรายต่อสุขภาพจริงหรือไม่ มีอันตรายอย่างไร	11
3. อะไรคือ “มาตรฐานคุณภาพอากาศ”	14
4. ดัชนีคุณภาพอากาศคืออะไร	16
5. ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างไร	19
6. ปรากฏการณ์ฝุ่นในกรุงเทพฯ กับ หมอกควันในภาคเหนือ มีอะไรที่ต่าง และอะไรที่เหมือนกัน	25
7. มาตรการที่ผ่านมาเพียงพอหรือไม่	27
8. เหตุใดการจัดการปัญหาที่ผ่านมาจึงไม่ได้ผล	30
9. การจัดการปัญหาอย่างยั่งยืนควรดำเนินการอย่างไร	34
บทสรุปและสิ่งที่ต้องดำเนินการต่อไป	37
เอกสารอ้างอิง	40
รายชื่อคณะผู้จัดทำ	46
เครือข่ายอากาศสะอาด ประเทศไทย	47



แก้ ประเด็นพื้นฐาน
เพื่อเข้าใจและแก้ไข
ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5
ในประเทศไทย

การแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 จำเป็นต้องเริ่มจากการที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง มีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจที่ตรงกัน โดยมีประเด็นพื้นฐานที่สำคัญ 9 ประเด็น ได้แก่

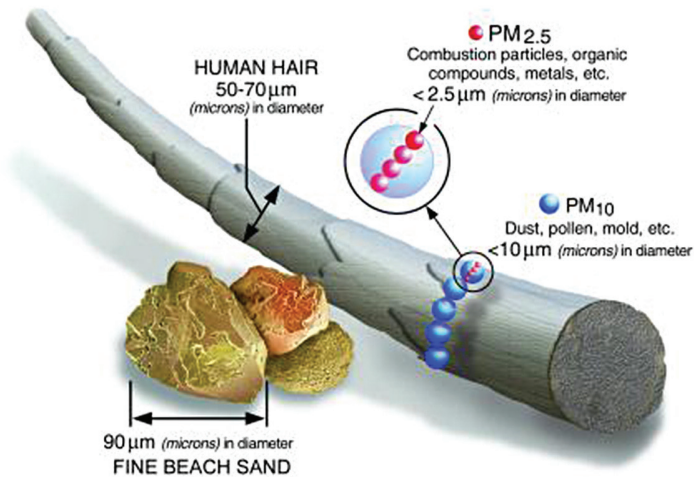
1. ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 คืออะไรสำคัญอย่างไร
2. ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 อันตรายต่อสุขภาพจริงหรือไม่ มีอันตรายอย่างไร
3. อะไรคือ “มาตรฐานคุณภาพอากาศ”
4. ดัชนีคุณภาพอากาศคืออะไร และดัชนีนี้มีอยู่มีข้อจำกัดอย่างไร
5. ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างไร
6. ปรากฏการณ์ฝุ่นในกรุงเทพฯ กับ หมอกควันในภาคเหนือ มีอะไรที่ต่างและอะไรที่เหมือนกัน
7. มาตรการที่ผ่านมาเพียงพอหรือไม่
8. เหตุใดการจัดการปัญหาที่ผ่านมาจึงไม่ได้ผล
9. การจัดการปัญหาอย่างยั่งยืนควรดำเนินการอย่างไร

1

ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 คืออะไร สำคัญอย่างไร

พีเอ็ม 2.5 คืออะไร

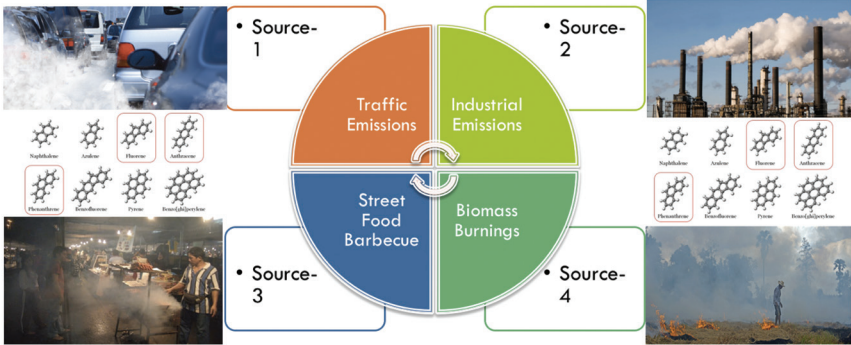
ฝุ่นที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศมีหลายขนาดปะปนกัน ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ เช่น ฝุ่นดินหรือทราย จะตกสู่พื้นดินอย่างรวดเร็ว แต่ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า หรือเท่ากับ 100 ไมครอน (หนึ่งส่วนล้านเมตร) จะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน จึงได้รับการจัดเป็นสารมลพิษ เรียกว่าเป็น “ฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศ” (Total Suspended Particulate: TSP) ซึ่งสามารถแยกแยะออกมาเป็นกลุ่มที่เรียกว่า “ฝุ่นละอองขนาดเล็ก” (Particulate Matter: PM) โดยส่วนที่มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 10 ไมโครเมตร หรือ “พีเอ็ม 10” (PM₁₀) จะสามารถผ่านการกรองของจมูกเข้าสู่ทางเดินหายใจ และหากมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 2.5 ไมครอน หรือ “พีเอ็ม 2.5” (PM_{2.5}) จะรอดพ้นการดักจับของทางเดินหายใจ เข้าไปถึงปลายทางคือถุงลมฝอยของปอดได้โดยตรง “พีเอ็ม 2.5” ที่เรากำลังกล่าวถึงกัน จึงเป็นสารมลพิษชนิดหนึ่งที่เป็น “ฝุ่น” และ “ละออง” ของแข็งหรือของเหลว ที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่าหรือเท่ากับ 2.5 ไมครอน (บางส่วนอาจเล็กกว่า 0.1 ไมครอน) ที่แขวนลอยและฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ (ดังภาพที่ 1)



**ภาพที่ 1 ขนาดและองค์ประกอบของฝุ่นละอองพีเอ็ม 10 และพีเอ็ม 2.5 เทียบ
ขนาดกับเม็ดทรายละเอียดและเส้นผม**

ที่มา: US EPA (2018)

ฝุ่นละอองที่เรียกรวมว่าพีเอ็ม 2.5 มีทั้งที่มาจากแหล่งกำเนิดโดยตรง และจากการรวมตัวกันของฝุ่นและละอองของสารเคมีที่มีขนาดเล็กจนมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยแหล่งกำเนิดมีทั้งจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งแหล่งกำเนิดที่สำคัญที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้แก่ โรงไฟฟ้า (โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหิน) (Ehrlich et al., 2007) โรงงานอุตสาหกรรม (Huang et al., 2007) ไอเสียจากยานพาหนะ (Querol et al., 2001) และการเผาชีวมวลทางการเกษตรในที่โล่งแจ้ง (Tao et al., 2013) เตาเผาขยะ (Mao et al., 2007) การก่อสร้าง (Zhang et al., 2015) การบั้งยาง (Li et al., 2015) รวมทั้งการปล่อยสารเคมีบางชนิดเช่นไอโซพรีนจากปากก็เป็นสาเหตุของการสร้างฝุ่นพีเอ็ม 2.5 ได้เช่นเดียวกัน (Kourtchev et al., 2005, 2008) (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แหล่งปลดปล่อย (Emission Sources) มลพิษทางอากาศที่สำคัญ

ที่สำคัญกว่าคือสิ่งที่อยู่ในพีเอ็ม 2.5

พีเอ็ม 2.5 แขนงลอยอยู่ในอากาศรวมกับไอน้ำ คาร์บอน และก๊าซต่างๆ การที่มีขนาดเล็กแต่เมื่อแผ่รวมกันแล้วจะมีพื้นผิวรวมกันมากมหาศาล ทำให้สามารถนำพาสารต่างๆ ล่องลอยในบรรยากาศรอบตัวเราได้ปริมาณสูง โดยเฉพาะสารที่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ เช่น **โลหะหนัก** (Pongpiachan and Iijima, 2016; Pongpiachan et al., 2017a) ที่จะก่อให้เกิดโรคทางระบบประสาท ซึ่งไม่ได้มีแต่ตะกั่ว ยังมีปรอท ซึ่งเป็นที่มาของโรค มินามาตะ (D'itra, 1991) มีแคดเมียมที่เป็นที่มาของ โรคอิไต อิไต (Inaba et al., 2005) รวมถึงสาร**อนุสารก่อมะเร็ง** เช่น พีเอเอช (polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH) (Pongpiachan, 2013a,b, 2016; Pongpiachan et al., 2015a,b) **สารก่อการกลายพันธุ์** อย่างไดออกซิน (dioxin) (Pongpiachan et al., 2016, 2019a,b) นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนอยู่หลายตัวด้วย เช่น กัมในฝุ่นละออง (Aziz et al., 2018; Wolf et al., 2017) และยังสามารถ

ทำปฏิกิริยากับสารก่อภูมิแพ้ในอากาศและไปกระตุ้นให้โรคภูมิแพ้กำเริบขึ้นได้ นอกจากผลกระทบต่อเชิงลบที่มีต่อสุขภาพแล้ว สารอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนที่อยู่ใน พีเอ็ม 2.5 ซึ่งปล่อยมาจากไอเสียยานพาหนะ ยังส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคได้เช่นกัน (Pongpiachan et al., 2014, 2015c) จากการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาพบว่าสารอินทรีย์คาร์บอนในฝุ่นมีส่วนช่วยให้โลกเย็นลง (Cooling Effect) ในขณะที่ธาตุคาร์บอนกลับกระตุ้นให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น (Koch and Del Genio, 2010; Menon et al., 2002; Ramanathan and Carmichael, 2008) ด้วยเหตุผลดังกล่าว พีเอ็ม 2.5 นอกจากจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงต่อสุขภาพแล้วยังมีความเกี่ยวข้องกับ ความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศอย่างไม่มีทางหลีกเลี่ยง

การที่พีเอ็ม 2.5 สามารถถูกสูดหายใจเข้าสู่ถุงลมฝอยในปอดได้โดยตรง จึงเป็นฝุ่นละอองที่มีอันตรายต่อร่างกายมากที่สุด ทั้งจากตัวอนุภาคฝุ่นละอองที่ระคายเคืองหรือสะสมในถุงลมขนาดเล็ก และจากองค์ประกอบอันตรายที่อยู่ในอนุภาคเหล่านั้น **พีเอ็ม 2.5 มีทั้งที่มีพิษและไม่มีพิษ ในเอกสารนี้ต้องการเน้นการให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของสิ่งที่อยู่ภายในพีเอ็ม 2.5 ซึ่ง จะแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด จึงใช้คำนำหน้าว่า “ฝุ่นพิษ”**

2

ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 อันตรายต่อสุขภาพจริงหรือไม่ มีอันตรายอย่างไร

ปัจจุบันมีหลักฐานยืนยันอย่างชัดเจนว่าฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 มีอันตรายต่อสุขภาพ ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นสิ่งที่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกให้ความสำคัญ โดยเฉพาะฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ที่สามารถถูกสูดเข้าไปสะสมในถุงลมฝอยของปอด หรือแทรกซึมเข้าสู่กระแสโลหิตและกระจายสารพิษไปทั่วร่างกาย โดยพีเอ็ม 2.5 เป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่ 5 ของประชากรโลกในปี 2558 (Cohen, 2017) องค์การอนามัยโลกได้ประกาศว่าในปี 2559 ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ 7 ล้านคน โดยเกิดจากมลพิษจากอากาศภายนอกอาคาร (Ambient Air) 4.2 ล้านคน โดยร้อยละ 91 เกิดในประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิกตะวันตก (WHO, 2018a)

ผลต่อระบบการหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และระบบอื่น ๆ

เนื่องจากขนาดที่เล็กทำให้เมื่อถูกสูดผ่านรวมเข้าไปกับลมหายใจสามารถผ่านลงไปได้ลึกจนถึงหลอดลมฝอยและถุงลมที่เป็นส่วนปลายสุดของปอดเราได้ ก่อให้เกิดปฏิกิริยาระคายเคือง และเกิดการอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยเป็นผลจากการกระตุ้นให้เกิดสารอนุมูลอิสระ ลดระบบแอนตี้ออกซิแดนซ์ รบกวนดุลแคลเซียมจนทำให้เกิดการอักเสบ และกระตุ้นยีนที่เกี่ยวข้องกับการหลั่งสารอักเสบซึ่งเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อของเราเอง จนเกิดผลร้ายที่สำคัญ คือ ทำให้คนที่มีโรคระบบการหายใจเรื้อรังเกิดอาการกำเริบ

ทั้งโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ โรคหืด และ โรคถุงลมโป่งพอง และอาจมีส่วนทำให้เกิดมะเร็งปอดได้เพิ่มขึ้น

ส่วนประกอบที่เป็นแบล็คคาร์บอนจะทำให้เกิดการทำลายผนังหลอดเลือด ทั้งที่เป็นผลโดยตรงหรือผลโดยอ้อมจากสารอักเสบที่หลังจากปอดแล้วเข้ามาในกระแสเลือด ผลที่ตามมาคือเกิดการเกิดลิ่มเลือดและหลอดเลือดแข็ง ทำให้เพิ่มอันตรายจากการขาดเลือดโดยเฉพาะสมองและกล้ามเนื้อหัวใจ อีกทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดหัวใจเต้นผิดจังหวะแบบสั้นๆ

นอกจากนี้ผลงานวิจัยล่าสุดพบว่ากลุ่มประชากรที่ได้รับพีเอ็ม 2.5 ในระดับสูงจะมีความเสี่ยงกับการเป็นโรคตับ โรคไต โรครูห์มาติก โรคอัลไซเมอร์ และ โรคเบาหวาน (Bernatsky, et al., 2016; Busso et al., 2018; Shou et al., 2019; Xu et al., 2019; Yang et al., 2018)

ผลกระทบต่อสุขภาพของเด็ก

เด็กจัดเป็นประชากรที่มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับมลพิษและเกิดผลเสียต่อสุขภาพเนื่องจาก เด็กจะหายใจเร็วกว่าผู้ใหญ่ มีสัดส่วนปริมาตรการหายใจต่อน้ำหนักตัวสูงกว่าผู้ใหญ่ จึงมีโอกาสได้รับมลพิษทางอากาศรวมถึงพีเอ็ม 2.5 เพิ่มมากขึ้น ร่วมกับร่างกายยังไม่สูง ระดับจมูกจะอยู่ใกล้พื้นซึ่งเป็นบริเวณที่อากาศไม่ถ่ายเทและมลพิษบางชนิดสะสมสูง ทำให้มีโอกาสได้รับมลพิษทางอากาศได้มากขึ้น เด็กมักมีกิจกรรมและวิ่งเล่นนอกอาคาร การวิ่งเล่นทำให้หายใจเร็ว ทำให้ได้รับมลพิษในอากาศได้มากกว่าผู้ใหญ่ ระบบต้านทางต่อสิ่งแปลกปลอม ไม่ว่าจะเป็นเยื่อบุทางเดินหายใจ ระบบภูมิคุ้มกันยังเจริญไม่เต็มที่ ไม่สามารถป้องกันได้เต็มประสิทธิภาพ

เด็กมีการเจริญเติบโตและอยู่ในช่วงกำลังพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ เช่น ปอด และสมอง การได้รับมลพิษในช่วงที่อวัยวะต่าง ๆ กำลังพัฒนา ทำให้อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย เนื่องจากการเจริญเติบโตทางกายภาพ และสมรรถภาพของปอดจะเกิดขึ้นในช่วงอายุราว 20 ปี ดังนั้นพีเอ็ม 2.5 จึงส่งผลให้สมรรถภาพการทำงานของปอดในระยะยาวถดถอย จนอาจทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพองเหมือนกับคนที่สูบบุหรี่ อีกทั้งทารกในครรภ์มารดามีการเจริญเติบโตและอยู่ในช่วงกำลังพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ เช่น ปอด และสมอง การได้รับมลพิษในช่วงนี้อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ (WHO, 2018b; ปองทอง ปุรานิติ, 2562)

ดังนั้นหากไม่มีการดำเนินการกับการลดมลพิษทางอากาศอย่างจริงจัง ในอนาคตประเทศไทยจะเต็มไปด้วยประชากรที่เจ็บป่วย เป็นสังคมผู้สูงอายุที่อ่อนแอ

3

อะไรคือ

“มาตรฐานคุณภาพอากาศ”

สิ่งหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจและสร้างความสับสนคือ “มาตรฐานคุณภาพอากาศ” จึงเป็นประเด็นที่ต้องทำความเข้าใจว่าตัวเลขมาตรฐานพีเอ็ม 2.5 ของประเทศไทย มีที่มาอย่างไรและมีข้อจำกัดอย่างไร

แม้ว่าพีเอ็ม 2.5 จะมียูในอากาศมานานแล้ว แต่เพิ่งได้รับความสนใจมากขึ้นหลังจากการเผยแพร่ผลการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เรียกว่า Harvard Six-City Study เมื่อปี พ.ศ. 2536 ที่ชี้ให้เห็นอันตรายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกลุ่มนี้ ซึ่งการศึกษานี้เป็นหลักฐานที่ทำให้สหรัฐอเมริกาต้องกำหนดให้พีเอ็ม 2.5 เป็นสารมลพิษที่ต้องมีการตรวจวัดและควบคุม นับแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา (Brugge and Olden, 2018)

หลังจากเกิดความตื่นตัวเรื่องมลพิษพีเอ็ม 2.5 ในสหรัฐอเมริกาและยุโรปในปี พ.ศ. 2548 องค์การอนามัยโลก (WHO, 2006a; WHO 2006b) จึงได้ออกแนวทางการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศ (Air Quality Guideline: AQG) เพื่อเป็นหลักเกณฑ์กลางให้ทุกประเทศใช้อ้างอิง โดยชี้ว่าไม่มีระดับปริมาณสารมลพิษระดับใดที่ถือได้ว่าปลอดภัยสำหรับทุกคน เนื่องจากร่างกายของแต่ละคนหรือของคนหนึ่งในแต่ละช่วงเวลาต่างกัน ตัวเลขที่กำหนดไว้จึงเป็น “ค่าเป้าหมาย” ที่มีหลักฐานวิชาการสนับสนุนว่าเป็นระดับปริมาณสารมลพิษที่มีผลกระทบต่อสุขภาพน้อยที่สุดที่ยอมรับได้ โดยในแนวทางนี้ได้กำหนดตัวเลขที่สูงขึ้นไปเป็น 3 ระดับชั้น เรียกว่า “เป้าหมายระหว่างทาง” (Interim Target) เพื่อให้แต่ละประเทศใช้กำหนดค่ามาตรฐานที่สอดคล้องกับบริบทของตนเอง โดยคาดหวังให้มีการดำเนินการเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศ

ของประเทศนั้นให้ดีขึ้นตามลำดับ สำหรับประเทศไทย เพิ่งมีการเพิ่มพีเอ็ม 2.5 เข้ามาในรายการสารมลพิษที่ต้องตรวจวัดและควบคุมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 โดยเลือกใช้เป้าหมายระหว่างทางระดับที่ 2 ขององค์การอนามัยโลกมากำหนด เป็นมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศ ซึ่ง ณ ปัจจุบัน เป็นมาตรฐานระดับเดียวกันกับมาเลเซียและเกาหลีใต้

ตารางที่ 1 ระดับพีเอ็ม 2.5 ตามคำแนะนำองค์การอนามัยโลกและเกณฑ์มาตรฐานของประเทศต่าง ๆ ณ ปี พ.ศ. 2562

เกณฑ์ระดับพีเอ็ม 2.5 (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	ค่าเฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย รายปี
เป้าหมายระหว่างทางระดับที่ 1	75	35
เป้าหมายระหว่างทางระดับที่ 2 ไทย, มาเลเซีย, เกาหลีใต้	50	25
เป้าหมายระหว่างทางระดับที่ 3	37.5	15
ญี่ปุ่น, ไต้หวัน	35	15
สหรัฐอเมริกา	35	12
เป้าหมายองค์การอนามัยโลก	25	10
ออสเตรเลีย	25	8

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศิวัช พงษ์เพียจันทร์และคณะ (2562)

อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังไม่ได้มีกฎหมายหรือมาตรการอะไรที่บังคับว่า เราต้องมีการปรับเกณฑ์มาตรฐานเป็นระยะ อย่างเช่นหน่วยงาน EPA ของสหรัฐอเมริกา เคยถูกฟ้องร้องเนื่องจากไม่ปรับเกณฑ์มาตรฐานตามที่บทบัญญัติของกฎหมายอากาศสะอาด (Clean Air Act) กำหนดไว้

4

ดัชนีคุณภาพอากาศคืออะไร และดัชนีที่มีอยู่มีข้อจำกัดอย่างไร

ดัชนีคุณภาพอากาศคืออะไร

“ดัชนีคุณภาพอากาศ” (Air Quality Index: AQI) เป็นตัวเลขสำหรับแสดงค่าอย่างง่ายที่แปลงมาจากค่าการตรวจวัดความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ ดัชนีคุณภาพอากาศใช้เป็นค่าแสดงสำหรับการรายงานคุณภาพอากาศสำหรับคนทั่วไป เพื่อเตือนภัยให้ประชาชนกลุ่มต่าง ๆ ทราบถึงผลกระทบด้านสุขภาพ และแนวทางการปฏิบัติตนจากมลพิษทางอากาศในระดับต่าง ๆ เมื่อค่าดัชนีคุณภาพอากาศสูงขึ้น จะเป็นสิ่งบ่งชี้ว่าคุณภาพอากาศมีสภาพเสื่อมโทรมลง และมีโอกาสที่จะก่อผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยกับผู้อยู่อาศัยในพื้นที่นั้นได้มากขึ้นอย่างไร

ดัชนีคุณภาพอากาศถูกพัฒนาขึ้นมาใช้เป็นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา ในเวลาต่อมาหลักการเดียวกันนี้ถูกนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย โดยมีการแบ่งระดับของสารมลพิษตามระดับของผลกระทบต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้นกับผู้ที่ได้รับ กำหนดให้ตัวเลขระดับมลพิษที่เป็นค่ามาตรฐานของประเทศนั้นเท่ากับค่าดัชนี 100 แล้วจัดแบ่งช่วงของค่าดัชนี กำหนดเป็นสัญญาณสีเพื่อแจ้งเตือนและให้คำแนะนำกับประชาชน (AirNow, 2016) ดังนั้นค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่คิดโดยวิธีนี้จึงขึ้นอยู่กับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของของประเทศที่นำมาใช้ในการคิดคำนวณ

ข้อจำกัดของดัชนีที่มีอยู่เดิม

- **ค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่มาจากหน่วยงานและองค์กรต่าง ๆ ในเวลาและสถานที่เดียวกัน แสดงค่าออกมาต่างกัน** เนื่องจากการหาค่าดัชนีคุณภาพอากาศของแต่ละประเทศหรือองค์กร เช่น กรมควบคุมมลพิษ (air4thai.pcd.go.th) The World Air Quality Project (aqicn.org) และ IQ Air (airvisual.com) จะใช้วิธีการที่ต่างกันในรายละเอียด เช่น ชนิดและจำนวนสารมลพิษ ค่ามาตรฐานของสารมลพิษ ค่าความเข้มข้นของมลสารจากการตรวจวัดหรือจากการทำนาย การแบ่งช่วงชั้นความเข้มข้นของมลสาร ผลกระทบต่อสุขภาพและคำแนะนำในแต่ละช่วงชั้น การกำหนดสีของแต่ละช่วงชั้น

- **ไม่ได้แจ้งเตือนสถานการณ์ปัจจุบัน** การรายงานค่าดัชนีคุณภาพอากาศไม่ว่าจะมาจากการรายงานของ air4thai.pcd.go.th หรือ airvisual.com จะไม่ได้บอกว่า ผู้ที่จะอยู่อาศัยในบริเวณนั้น ณ ปัจจุบัน และในเวลาต่อจากที่รายงานค่าดัชนีคุณภาพอากาศจะได้รับผลกระทบทางสุขภาพอย่างไรจากคุณภาพอากาศในบริเวณนั้น เนื่องจากคำนวณจากค่าการตรวจวัดเฉลี่ย 24 ชั่วโมงที่ย้อนหลัง จึงเป็นเหตุให้ The World Air Quality Project (aqicn.org) เสนอวิธีคำนวณจากค่าเฉลี่ย 3 ชั่วโมงย้อนหลัง เรียกกระบวนนี้ว่า Instant-Cast ซึ่งให้ค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่บ่งบอกสถานการณ์ปัจจุบันได้ใกล้เคียงมากกว่าระบบ Nowcast ของ US EPA (airnow.gov) ที่พยายามแก้ปัญหาเดียวกันแต่ใช้ค่าเฉลี่ย 12 ชั่วโมง โดยให้เหตุผลว่าเนื่องจากธรรมชาติของอากาศมีสภาพพลวัต คุณภาพอากาศอาจเปลี่ยนแปลงเป็นดีขึ้นหรือเลวลงได้ภายในเวลาไม่นาน ดังนั้นค่าดัชนีคุณภาพอากาศที่คิดจากค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของการวัดระดับพีเอ็ม 2.5 จึงไม่น่าจะเป็นเครื่องมือเตือนภัยที่เหมาะสม (The World Air Quality Project, 2015)

● **ไม่ได้รวมเอาผลจากการเสริมฤทธิ์กันจากการมีมลสารหลายชนิดปะปนอยู่ในอากาศพร้อมกัน** เนื่องจากความรุนแรงต่อสุขภาพจากมลสารแต่ละตัวนั้นไม่เท่ากัน เช่น โอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ สามารถก่อผลแบบเฉียบพลัน ส่วนพีเอ็ม 2.5 ก่อผลแบบกึ่งเฉียบพลันกึ่งเรื้อรัง ดังนั้น วิธีการประมวลผลเพื่อแสดงค่าดัชนีคุณภาพอากาศแบบดั้งเดิมซึ่งเป็นแบบเชิงเดี่ยว (individual AQI) จึงน่าจะเป็นเครื่องมือเตือนภัยที่ยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอสำหรับกรณีปัญหามลพิษทางอากาศที่มีมลสารปะปนอยู่หลายชนิด จึงมีการพัฒนาดัชนีที่เรียกว่า “ดัชนีสุขภาพเหตุคุณภาพอากาศ” (Air Quality Health Index: AQHI) ขึ้น (Stieb et al, 2008) โดยนำหลักการที่ว่าในอากาศมีมลสารปะปนอยู่หลายตัวพร้อมกัน และแต่ละตัวก่อผลรุนแรงต่อสุขภาพต่างกัน จึงนำค่าระดับของมลสารหลายตัวเข้ามาผนวกในการคำนวณค่าดัชนีในรูปของค่าถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 3 ชั่วโมง ดัชนีมีค่าตั้งแต่ 1 - 10 และ มากกว่า 10 ซึ่งปัจจุบันดัชนีสุขภาพเหตุคุณภาพอากาศนี้ใช้อยู่ในประเทศแคนาดา และฮ่องกง (ศิริช พงษ์เพียจันทร์และคณะ, 2562) **การคิดค่าดัชนีคุณภาพอากาศระบบนี้ใช้การศึกษาผลกระทบทางระบาดวิทยาเทียบกับระดับของมลสารในอากาศโดยตรง จึงไม่เกี่ยวข้องใด ๆ กับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศ**

5

ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมไทยอย่างไร

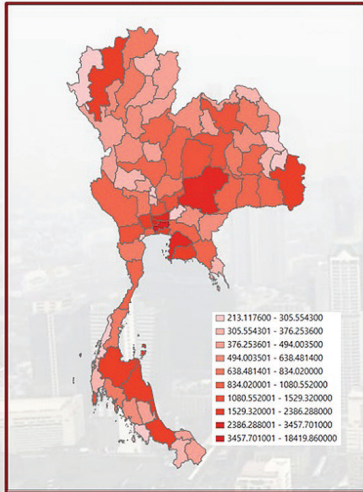
นอกจากผลกระทบต่อสุขภาพแล้ว ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ยังมีผลกระทบต่อความเสียหายทางเศรษฐกิจด้วย ซึ่งแม้ปัจจุบันจะยังมีข้อมูลไม่มากนัก แต่เริ่มมีหลักฐานที่ประเมินเป็นตัวเลขทางเศรษฐศาสตร์ได้ว่า ปัญหานี้ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในภาพรวมอย่างไร

ผลกระทบต่อสังคมไทย

งานศึกษาหลายงานในต่างประเทศได้พยายามตีมูลค่าต้นทุนความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งครอบคลุมมิติทางเศรษฐกิจและสังคมจากมลพิษทางอากาศ อาทิ Levinson (2012) ได้ประเมินมูลค่าต้นทุนของมลพิษทางอากาศในสหรัฐอเมริกาช่วงปี ค.ศ. 1984 - 1996 พบว่า ความเต็มใจที่จะจ่ายในการลดมลพิษ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ของฝุ่นพีเอ็ม 10 (PM_{10}) มีค่าเท่ากับ 1,037 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อครัวเรือนต่อปี อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทยงานศึกษาในลักษณะนี้มีจำกัดอย่างมาก Attavanich (2019) นับเป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่ได้พยายามตีมูลค่าต้นทุนความเสียหายทางเศรษฐศาสตร์จากฝุ่นพิษในประเทศไทย โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้ประยุกต์ใช้แนวคิด Subjective Well-Being เหมือนกับงานศึกษาของ Levinson (2012) ซึ่งมีข้อสมมติว่าสิ่งแวดล้อมเป็นหนึ่งในปัจจัยที่กำหนดคุณภาพชีวิตที่วัดจาก “ความพึงพอใจในชีวิต” ที่จะถูกประมาณให้เป็นฟังก์ชันของปัจจัยต่างๆ อาทิ รายได้ สิ่งแวดล้อม โดยมีการควบคุมปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ประชากรศาสตร์ และปัจจัยเชิงพื้นที่

Attavanich (2019) พบว่า ในกรุงเทพฯ แต่ละครัวเรือนจะมีมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายหน่วยสุดท้ายเท่ากับ 6,379.67 บาท/ปี/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของฝุ่นพีเอ็ม 10 ถ้านำมูลค่าดังกล่าวมาคูณกับจำนวนครัวเรือนของกรุงเทพฯ ณ สิ้นปี พ.ศ. 2560 ซึ่งมีจำนวน 2,887,274 ครัวเรือน (กรมการปกครอง, 2561) จะพบว่า ทุก ๆ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของฝุ่นพีเอ็ม 10 ที่เกินกว่าระดับปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน จะสร้างความเสียหายให้กับคนกรุงเทพฯ สูงถึง 18,420 ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ งานวิจัยชิ้นนี้ยังได้ทำการประมาณมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายหน่วยสุดท้ายรายจังหวัดทั่วประเทศไทย โดยใช้รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนต่อปีของจังหวัดต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2560 ที่มีการรายงานโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ในทุก ๆ 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ของฝุ่นพีเอ็ม 10 ที่เพิ่มขึ้นเกินกว่าระดับปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐาน ครัวเรือนเต็มใจที่จะจ่าย 3,458 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดนนทบุรี 3,456 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดชลบุรี 3,081 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดปทุมธานี 2,939 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดนครราชสีมา 2,386 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดสมุทรปราการ 2,338 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,890 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดเชียงใหม่ 1,855 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดนครศรีธรรมราช และ 1,807 ล้านบาทต่อปีในจังหวัดอุบลราชธานี ตามลำดับ (ภาพที่ 3)

มูลค่าความเสียหายจากฝุ่นพิษ PM₁₀
ทุกๆ 1 ไมโครกรัม/ลบ.ม./ปี ที่เพิ่มขึ้น
(ล้านบาท)



อันดับ	จังหวัด	ต้นทุน	อันดับ	จังหวัด	ต้นทุน	อันดับ	จังหวัด	ต้นทุน
1	กรุงเทพมหานคร	18,420	26	ร้อยเอ็ด	911	53	หนองคาย	457
2	นนทบุรี	3,458	27	สมุทรสาคร	897	54	นราธิวาส	456
3	ชลบุรี	3,456	28	สุรินทร์	894	55	ตาก	446
4	ปทุมธานี	3,081	29	บุรีรัมย์	887	56	อุดรธานี	443
5	นครราชสีมา	2,939	30	กาญจนบุรี	873	57	นครพนม	443
6	สมุทรปราการ	2,386	31	พิษณุโลก	871	58	แพร่	439
7	สุราษฎร์ธานี	2,338	32	ศรีสะเกษ	850	59	หนองบัวลำภู	419
8	เชียงใหม่	1,890	33	ชุมพร	834	60	ชัยนาท	409
9	นครศรีธรรมราช	1,855	34	สกลนคร	828	61	น่าน	408
10	อุบลราชธานี	1,807	35	เชียงราย	795	62	บึงกาฬ	376
11	สงขลา	1,786	36	กระบี่	783	63	ยะลา	369
12	ระยอง	1,613	37	ลำปาง	769	64	ตราด	366
13	นครปฐม	1,613	38	สุพรรณบุรี	767	65	ยโสธร	355
14	ขอนแก่น	1,529	39	มหาสารคาม	744	66	พังงา	351
15	อุดรธานี	1,322	40	ลพบุรี	724	67	พะเยา	348
16	ราชบุรี	1,319	41	เพชรบุรี	721	68	อ่างทอง	328
17	ชัยภูมิ	1,243	42	กำแพงเพชร	638	69	อุทัยธานี	325
18	ภูเก็ต	1,242	43	ตรัง	626	70	นครนายก	306
19	สระบุรี	1,197	44	ปราจีนบุรี	591	71	สตูล	291
20	พระนครศรีอยุธยา	1,153	45	เลย	579	72	มุกดาหาร	290
21	นครสวรรค์	1,081	46	สระแก้ว	576	73	ระนอง	267
22	จันทบุรี	964	47	สุโขทัย	575	74	สมุทรสงคราม	266
23	ฉะเชิงเทรา	956	48	ลำพูน	543	75	อำนาจเจริญ	263
24	เพชรบูรณ์	943	49	กาฬสินธุ์	537	76	สิงห์บุรี	258
25	ประจวบคีรีขันธ์	915	50	พัทลุง	494	77	แม่ฮ่องสอน	213
			51	พิจิตร	472			
			52	บึงกาฬ	458			

ภาพที่ 3 มูลค่าต้นทุนทางสังคมจากฝุ่น PM₁₀ ต่อ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร/ปี
ที่เพิ่มขึ้นรายจังหวัด

ที่มา: Attavanich (2019)

ในกรณีนี้ที่สมมติให้ทุกครัวเรือนในประเทศไทยได้รับผลกระทบจากฝุ่นพีเอ็ม 10 ต้นทุนของสังคมไทยรวมทุกจังหวัดจะมีมูลค่าสูงถึง 1.79 ล้านล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 11.62 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเบื้องต้น (GDP) ณ ปี 2560 อย่างไรก็ตาม สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของไทยยังมีไม่ครบทุกจังหวัด และมักทำการติดตั้งในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจะได้รับมลพิษสูงเท่านั้น ไม่ได้ครอบคลุมทุกพื้นที่ในแต่ละจังหวัด ดังนั้น อาจไม่ใช่ทุกครัวเรือนในประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบเชิงลบจากฝุ่นพิษ หากสมมติให้ร้อยละ 75 ของครัวเรือนไทยได้รับผลกระทบจากฝุ่นพีเอ็ม 10 ต้นทุนของสังคมไทยรวมทุกจังหวัดจะมีมูลค่า 1.35 ล้านล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 8.71 ของ GDP และหากสมมติให้เพียงร้อยละ 50 ของครัวเรือนไทยได้รับผลกระทบจากฝุ่นพีเอ็ม 10 ต้นทุนของสังคมไทยรวมทุกจังหวัดจะมีมูลค่า 0.90 ล้านล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 5.81 ของ GDP ณ ปี 2560 เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีงานศึกษาใดในประเทศไทยประเมินต้นทุนความเสียหายของสังคมจากฝุ่นพีเอ็ม 2.5 เราอาจพิจารณาใช้ต้นทุนความเสียหายของสังคมจากฝุ่นพีเอ็ม 10 เป็นข้อมูลแสดงความเสียหายขั้นต่ำที่เกิดขึ้น เพราะฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถเข้าไปในร่างกายมนุษย์พร้อมเชื้อโรคที่ติดอยู่กับฝุ่นได้ง่ายกว่าฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า

ผลกระทบต่อการท่องเที่ยว

แม้ว่าการประมาณมูลค่าความเต็มใจที่จะจ่ายหน่วยสุดท้ายข้างต้นจะใช้ชีวิตมูลค่าต้นทุนที่สังคมไทยสูญเสียจากฝุ่นพิษ แต่นับว่ายังไม่ครอบคลุมผลกระทบต่อเชิงลบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้น โดยเฉพาะการท่องเที่ยว โดยงานศึกษาในอดีตพบว่า มลพิษทางอากาศจะส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวลดลงในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง โดยผลกระทบจะมีความแตกต่างกันตามลักษณะของนักท่องเที่ยว อาทิ Cheung, Catherine & Law (2001) ได้ศึกษาผลกระทบของคุณภาพอากาศในประเทศฮ่องกงต่อการท่องเที่ยว และพบว่าชาวตะวันตกที่อาศัยในประเทศที่มีคุณภาพอากาศดีกังวลกับมลพิษทางอากาศน้อยกว่าคนเอเชีย และ Zhang et al. (2015) ได้ศึกษาผลกระทบของวิกฤตหมอกควันในกรุงปักกิ่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนต่อการท่องเที่ยว ซึ่งพบว่านักท่องเที่ยวต่างประเทศมีจำนวนลดลงในช่วงเวลาที่มลพิษทางอากาศรุนแรง และบางรายระงับหรือเลื่อนการท่องเที่ยวตามแผนที่กำหนดไว้ สำหรับประเทศไทยซึ่งภาคการท่องเที่ยวเป็นกลจักรสำคัญในการสร้างรายได้ให้ประเทศอาจได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศเช่นกันหากระดับมลพิษมีแนวโน้มทรงตัวในระดับสูงต่อไป โดยเฉพาะในช่วงธันวาคมถึงมีนาคมที่มีระดับมลพิษทางอากาศสูงในหลายพื้นที่ ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับฤดูกาลที่ชาวตะวันตกและชาวเอเชียนิยมเดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย

6

ปรากฏการณ์ฝุ่นในกรุงเทพฯ กับ หมอกควันในภาคเหนือ มีอะไรที่ต่าง และอะไรที่เหมือนกัน

ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 เป็นปัญหาร่วมของคนไทยทั่วประเทศ โดยมีสองปรากฏการณ์สำคัญที่ทำให้สังคมไทยตื่นตัวกับปัญหานี้ คือ ปรากฏการณ์ฝุ่นในกรุงเทพฯ และหมอกควันในภาคเหนือ ประเด็นที่จำเป็นต้องทำความเข้าใจคือในสองกรณีนี้ อะไรที่เป็นสิ่งที่ต่างกัน และอะไรที่เป็นปัญหาร่วมกัน

สิ่งที่ต่างคือแหล่งที่มาและการแก้ไขปัญหา

การศึกษาหาแหล่งที่มาของฝุ่นพีเอ็ม 2.5 ในกรุงเทพฯ พบว่ามีแหล่งสำคัญจากไอเสียรถดีเซล การเผาชีวมวล และฝุ่นทุติยภูมิ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) ส่วนในภาคเหนือ แหล่งที่มาสำคัญคือการเผาชีวมวลในที่โล่งซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน

การแก้ไขปัญหาฝุ่นในกรุงเทพฯ ได้รับการแก้ไขปัญหายังเป็นรูปธรรมมากกว่าภาคเหนือ โดยมีการประกาศหยุดการเรียนการสอน ในขณะที่ทางภาคเหนือไม่มีการแก้ไขใด ๆ เป็นระยะเวลาเกือบ 60 วัน นอกจากมาตรการห้ามเผาที่มีแบบนี้ทุกปี แนวทางการแก้ไขปัญหาฝุ่นควันจากแหล่งกำเนิดของการเผาในที่โล่งนั้นยังไม่มีแนวโน้มว่าปัญหาจะถูกแก้ไข เพราะมีแต่มาตรการห้ามเผา แบบเหมาจ่ายเพียงอย่างเดียว ขณะที่สาเหตุของการเผามีหลายมิติ เช่น การเผาเพื่อเตรียมพื้นที่เกษตร (ในพื้นที่ป่า) การทำไร่หมุนเวียน การเผาเพื่อหาของป่า ได้แก่ เห็ด ผักหวาน และล่าสัตว์ เป็นต้น ซึ่งแต่ละสาเหตุล้วนแต่มีวิธีการจัดการที่แตกต่างกัน

สิ่งที่เหมือนกันคือปัญหาความไม่เป็นธรรม

ฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทุกคน แต่ผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เดียวกัน หายใจอยู่ในอากาศเดียวกัน ได้รับผลกระทบไม่เท่ากัน ซึ่งนอกจากเป็นผลจากปัจจัยด้านสุขภาพส่วนบุคคลแล้ว ยังเป็นผลจากปัจจัยทางสังคมที่เกิดจากความเหลื่อมล้ำในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงข้อมูลและความรู้ โดยเฉพาะการเข้าถึงข้อมูลระดับมลพิษ ทั้งด้วยพื้นที่นั้นไม่มีเครื่องตรวจวัดค่าฝุ่น พีเอ็ม 2.5 หรือมีแต่เสียบ่อย ประชาชนจึงต้องใช้ชีวิตอยู่ในอากาศที่เป็นพิษ โดยไม่ได้รับรู้ ไม่ได้รับคำแนะนำที่เหมาะสม
- ความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงอุปกรณ์ป้องกันโดยเฉพาะหน้ากาก N-95 และเครื่องฟอกอากาศที่มีราคาสูง เมื่อเทียบกับรายได้และค่าครองชีพของประชาชนทั่วไป
- ความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองกับชนบท ที่คนในกรุงเทพหรือในเมืองใหญ่ได้รับการเอาใจใส่จากรัฐมากกว่าคนต่างจังหวัดหรือในอำเภอรอบนอก โดยเฉพาะคนชายขอบของสังคมที่ไม่ได้รับการดูแลหรือตกเป็นจำเลย

7

มาตรการที่ผ่านมาเพียงพอหรือไม่

จากความตื่นตัวต่อปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ของประชาชนในช่วงที่ผ่านมา ภาครัฐได้มีการดำเนินการมาตรการต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาการทบทวนมาตรฐานที่ได้ดำเนินการมาแล้วจึงเป็นสิ่งจำเป็น ประเด็นพื้นฐานหนึ่งจึงเป็นการตั้งคำถามว่ามาตรการที่ผ่านมาเพียงพอหรือไม่ โดยในที่นี้เป็นตัวอย่างของคำถามต่อมาตรการสำคัญบางประการ

มาตรการสร้างความตระหนักรู้เรื่องผลกระทบเชิงลบจากฝุ่นพีเอ็ม 2.5 เพียงพอหรือไม่

คำตอบคือ “ไม่เพียงพอ” หลายคนคงทราบว่าประเทศไทยเริ่มกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นพีเอ็ม 2.5 ตั้งแต่ปี 2553 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2553) แต่ปัจจุบันประชาชนจำนวนมากที่ทราบถึงอันตรายที่ร้ายแรงของฝุ่นพิษดังกล่าว ซึ่งสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าในวันที่ฝุ่นพิษมีความเข้มข้นสูง ประชาชนส่วนใหญ่ไม่ได้ใส่หน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันตนเอง นอกจากนี้ เครื่องวัดคุณภาพอากาศที่เชื่อมโยงกับระบบการรายงานผล (ทางอินเทอร์เน็ต หรือแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ) เพื่อแสดงค่าฝุ่นพิษยังมีไม่ทั่วถึงในหลายพื้นที่ทำให้ประชาชนไม่ทราบสถานการณ์ในขณะนั้น ดังนั้นสิ่งที่จำเป็นคือการทำให้ประชาชนมีความรู้และความตระหนักถึงอันตรายของมลพิษและแนวทางในการป้องกันตนเองให้ปลอดภัย และการเพิ่มจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศให้ครอบคลุม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภัยจากฝุ่นพิษที่เชื่อมโยงกับระบบการแจ้งเตือนให้กับประชาชนให้สามารถรับรู้สถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่นั้นในเวลานั้น เพื่อสามารถปกป้องสุขภาพของตนเองและผู้ที่อยู่ในความดูแลได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐานไอเสียและน้ำมันยูโร 3 และยูโร 4 ที่ใช้ในรถบรรทุกขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เพียงพอหรือไม่

คำตอบคือ “ไม่เพียงพอ” ประเทศไทยมีการใช้มาตรฐานไอเสียและน้ำมันยูโร 3 (Euro 3) ในรถบรรทุกขนาดใหญ่ตั้งแต่ปี 2550 หรือนานกว่า 12 ปี และมีการใช้มาตรฐานไอเสียและน้ำมันยูโร 4 (Euro 4) ในรถบรรทุกขนาดเล็กตั้งแต่ปี 2555 หรือนานกว่า 7 ปี จากสถิติที่รายงานโดยกรมการขนส่งทางบก (2562) พบว่า รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและรถยนต์บรรทุกได้เพิ่มปริมาณขึ้นจากปี 2555 - 2561 ถึงจำนวน 3,259,945 คัน ขณะที่รถบรรทุกขนาดใหญ่รวมรถโดยสารเพิ่มปริมาณขึ้นจากปี 2550 - 2561 ถึงจำนวน 160,916 คัน ดังนั้น ด้วยจำนวนรถยนต์และรถบรรทุกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องรวมถึงการบังคับใช้มาตรฐานไอเสียและน้ำมันเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลานาน ส่งผลให้ปริมาณฝุ่นที่ถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น แม้ว่าประเทศไทยมีแผนที่จะยกระดับมาตรฐานไอเสียและน้ำมันเป็นยูโร 5 แต่แผนดังกล่าวก็ได้ถูกเลื่อนออกไปจากปี 2563 เป็น 2565 และเป็นปี 2567 แม้ว่ารัฐบาลมีความพยายามที่จะเร่งใช้ให้เร็วขึ้นภายในปี 2566 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ อาทิ สหภาพยุโรป ฮังการี และเกาหลีใต้ พบว่าประเทศเหล่านี้ใช้เวลาเพียง 3 ปี และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนใช้เวลาเพียง 4 ปี ในการยกระดับมาตรฐานไอเสียและน้ำมัน (European Environment Agency, 2016) ดังนั้น การเร่งยกระดับมาตรฐานไอเสียและน้ำมันเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยลดผลกระทบจากฝุ่นพิษ

มาตรการสั่งห้ามเผาสามารถใช้ได้ผลหรือไม่

คำตอบคือ “ไม่ได้ผล” แม้ว่านโยบายของรัฐเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษทางอากาศอันเกิดจากการเผาในที่โล่งแจ้งทั้งภาคเกษตรและป่าไม้จะปรากฏอยู่ในนโยบายของรัฐทุกระดับ ตั้งแต่รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) นโยบายและแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 - 2579 แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560 - 2564 แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558 - 2593 และแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่ง แต่ยังคงขาดกรอบการดำเนินงานร่วมกันของทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งพบว่ามาตรการห้ามเผาที่แต่ละจังหวัดกำหนดขึ้นตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ซึ่งมักจะเป็นช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายนของทุกปี กลับไม่ได้ผล ในช่วงเวลาดังกล่าว ภาพถ่ายทางดาวเทียมยังคงพบ “จุดความร้อน” (hotspot) อยู่ทั่วทุกพื้นที่ และตรวจพบระดับของฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งพีเอ็ม 10 และพีเอ็ม 2.5 อยู่ในระดับเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เป็นประจำทุกปี เช่นกัน

ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดนโยบายเพื่อเป็นกรอบในการดำเนินงาน ที่จะทำให้หน่วยงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกันและบรรลุเป้าหมายได้ตามที่ต้องการ ควรหาแนวทางลดความสับสนที่เกิดจากเวลาของการห้ามเผาของแต่ละจังหวัดไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะความสับสนที่เกิดกับประชาชนในพื้นที่เขตรอยต่อ ควรมีการรื้อฟื้นองค์ความรู้เรื่องการกำจัดเชื้อเพลิง ลดปริมาณเชื้อเพลิง การชิงเผาตามหลักวิชาการ และหลักวิทยาศาสตร์ ให้มีการกระจายการทำงานและงบประมาณด้านไฟป่าหมอกควันให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รัฐควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับโร้หมุนเวียน และทำข้อตกลงร่วมกันระหว่างชุมชนที่ยังมีการทำโร้หมุนเวียน

ทำระบบฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในช่วงห้ามเผา ต้องไม่มีการเผา ซึ่งหมายถึงต้องมีการจัดการเชื้อเพลิงต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว รวมทั้งควรมีการจัดทำระบบฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าอย่างชัดเจน

ดังนั้นจึงเห็นได้ว่ามาตรการที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นไม่เพียงพอ จำเป็นจะต้องมีมาตรการเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ได้อย่างรอบด้าน

8 เหตุใดการจัดการปัญหาที่ผ่านมา จึงไม่ได้ผล

นอกจากมาตรการที่ไม่เพียงพอแล้ว ยังมีเหตุปัจจัยสำคัญที่ทำให้การจัดการปัญหาที่ผ่านมาไม่ได้ผล ที่สำคัญคือ การขาดความรู้และความเข้าใจภาพรวมของปัญหา โดยเฉพาะการขาดข้อมูลแหล่งที่มาของฝุ่นพิษจากภาคอุตสาหกรรม และการให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าผลกระทบต่อที่เกิดขึ้น

การขาดความเข้าใจภาพรวมของปัญหา

ตัวอย่าง การขาดข้อมูลฝุ่นพิษจากภาคอุตสาหกรรม

ในการวิเคราะห์และจัดการปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 โดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพฯ และในเขตภาคเหนือ มักไม่ได้ให้ความสำคัญมากนักกับแหล่งมลพิษจากภาคอุตสาหกรรม ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือ การขาดข้อมูลที่ชัดเจน

ถึงปริมาณสารมลพิษที่โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ สร้างขึ้น เนื่องจากขาดการจัดทำ “บัญชีการระบายมลพิษทางอากาศ” (Emission Inventory: EI) จากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้การได้ข้อมูลส่วนนี้มา จะต้องมียกกฎหมายบังคับซึ่งสหประชาชาติหรือกลุ่มประเทศ OECD จะเรียกว่า Pollutant Release and Transfer Registers หรือ PRTR หรือที่สหรัฐอเมริกาเรียกว่า Toxics release inventory ซึ่งประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่ทำหน้าที่นี้

แม้ในประเทศไทยมีโรงงานมากกว่า 140,000 โรงงาน แต่ยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานของพีเอ็ม 2.5 ที่โรงงานปล่อย ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุได้ว่ามีหรือไม่มีโรงงานที่ปล่อยพีเอ็ม 2.5 เกินมาตรฐาน ภาพของปล่อยที่มีควันดำเป็นสิ่งที่เห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้ที่อยู่ใกล้โรงงาน ซึ่งสิ่งที่ปล่อยออกมาเป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก ไม่ว่าจะเป็นสารก่อมะเร็งหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่มาจากกระบวนการของโรงกลั่นน้ำมัน โรงงานปิโตรเคมี โรงงานเหล็ก โรงไฟฟ้าถ่านหิน และโรงงานหลอม มลพิษเหล่านี้คือสิ่งที่ถูกปล่อยออกมาทุกวันในพื้นที่อุตสาหกรรม เช่น ในจังหวัดระยอง สระบุรี สมุทรสาคร (เพ็ญโฉม แซ่ตั้ง, 2562) **การขาดข้อมูล “บัญชีการระบายมลพิษทางอากาศ” จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นข้อจำกัดที่ทำให้การวิเคราะห์แหล่งที่มาของพีเอ็ม 2.5 ที่ผ่านมาอาจไม่สะท้อนความเป็นจริง โดยเฉพาะกรุงเทพฯ ซึ่งรายรอบด้วยนิคมอุตสาหกรรม**

เนื่องจากฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ที่โรงงานอุตสาหกรรมปล่อยออกมาสามารถกระจายไปได้ในระยะทางไกล ๆ การจัดการกับหมอกควันและฝุ่นพิษในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศ จึงต้องให้ความสำคัญกับโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่นั้นหรือพื้นที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะปัจจุบันประเทศไทยมีนโยบายการส่งเสริมการลงทุนเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจ ที่ส่งเสริมให้มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมใหม่ ๆ เพิ่มมากขึ้นโดยมีการผ่อนผันข้อบังคับของกฎหมาย

สิ่งแวดล้อม กฎหมายสาธารณสุข หรือกฎหมายผังเมือง จึงทำให้ มีการ ย้ายฐานอุตสาหกรรมที่สร้างมลพิษจากประเทศที่มีความเข้มงวดด้าน สิ่งแวดล้อม (เช่น ญี่ปุ่นและจีน) มายังประเทศไทยเพิ่มขึ้น

การให้ความสำคัญการเติบโตทางเศรษฐกิจ ที่ขาดความสมดุล

การพัฒนาที่ผ่านมารัฐให้ความสำคัญกับตัวเลขการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมองข้ามความต้องการพื้นฐานของประชาชน ทำให้ต้องเผชิญกับปัญหา สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม โดยตัวชี้วัดหนึ่งที่นักเศรษฐศาสตร์มักใช้เป็นเครื่องชี้วัด การเติบโตที่ยั่งยืนคือ “ผลิตภัณฑ์มวลรวมสีเขียว” (Green GDP) งานศึกษาของ Attavanich et al. (2016) พบว่า มูลค่าต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 14.58 ของจีดีพี สะท้อนให้เห็นการเติบโตแบบ ไม่ยั่งยืน และหากพิจารณาจากมิติของงบประมาณแผ่นดิน พบว่า ประเทศไทย ยังขาดความสมดุลในการพัฒนา โดยงบประมาณแผ่นดินด้านสิ่งแวดล้อม มีเพียง 10,945 ล้านบาท จากงบประมาณแผ่นดินทั้งหมด 3 ล้านล้านบาท ขณะที่งบประมาณแผ่นดินด้านเศรษฐกิจ มีสูงถึง 642,031 ล้านบาท ในปี งบประมาณ 2562 (Attavanich, 2019)

นอกจากนั้น ตัวเลขเปรียบเทียบในเรื่องของงบประมาณด้านการ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจากประเทศต่าง ๆ พบว่าประเทศไทยมีสัดส่วนที่ต่ำมาก โดยประเทศไทยมีงบประมาณรายจ่ายด้านสิ่งแวดล้อมคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.05 ของ GDP ขณะที่สหภาพยุโรปและประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีงบประมาณร้อยละ 0.70 และ 0.64 ของ GDP ตามลำดับ หากเปรียบเทียบ สัดส่วนงบประมาณรายจ่ายด้านการปกป้องสิ่งแวดล้อมต่องบประมาณรายจ่าย

รวมกับประเทศหรือภูมิภาคอื่นๆ พบว่า ในปี 2559 ประเทศไทยมีสัดส่วนงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมต่องบประมาณรายจ่ายรวมร้อยละ 0.25 ขณะที่สหภาพยุโรป 28 ประเทศ (EU-28) และประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีสัดส่วนงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมต่องบประมาณรายจ่ายรวมร้อยละ 1.62 และ 2.52 ตามลำดับ โดยประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ตั้งเป้าไว้ว่า ในปี 2563 จะมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายตรงส่วนนี้เพิ่มเป็นร้อยละ 3 (Attavanich, 2019; สำนักงบประมาณ, 2560; EUROSTAT, 2019; OECD, 2019; และ World Bank, 2017)

ฉะนั้น สิ่งที่เป็นนอกรอกจากการกำหนดให้ปัญหาฝุ่นพิษเป็นวาระแห่งชาติ การกำหนดเป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการพัฒนาที่มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน มาจากสามขา คือ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และต้องมีการกำหนดนโยบายและโครงสร้างที่จะทำให้งบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ

ดังนั้นสิ่งที่เป็นรากฐานของปัญหาที่อยู่ “ใต้ภูเขาน้ำแข็ง” คือ กระบวนการพัฒนาของรัฐที่ให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เป็นสิ่งที่เรียกได้ว่า ความรุนแรงเชิงโครงสร้าง (Structural Violence) ที่ประชาชนโดยเฉพาะคนยากจนและผู้คนที่อยู่ “ชายขอบ” ที่ไม่มีอำนาจต่อรอง จะต้องทนทุกข์กับผลกระทบต่อสุขภาพ หรือได้รับผลกระทบจากมาตรการของรัฐที่เป็นการสั่งการจากเบื้องบน โดยไม่เข้าใจบริบทของวิถีชีวิตของประชาชน ที่ต่างเป็นมนุษย์ที่ใช้ชีวิตหายใจอยู่ในอากาศเดียวกัน

9 การจัดการปัญหาอย่างยั่งยืน ควรดำเนินการอย่างไร

จากการวิเคราะห์ในประเด็นพื้นฐานข้างต้น ทำให้เห็นได้ชัดว่า ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 มีความซับซ้อนในหลายมิติ รวมทั้งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากความไม่เป็นธรรมในสังคมและสิ่งที่เรียกว่า “ความรุนแรงเชิงโครงสร้าง” ดังนั้น การจัดการปัญหาอย่างยั่งยืนจึงจำเป็นต้องมีการทบทวนโครงสร้างทางกฎหมายและองค์กรที่เกี่ยวข้อง โดยมีประเด็นที่สำคัญได้แก่

กฎหมายและโครงสร้างองค์กรเก่าไม่เพียงพอ

เพราะกฎหมายเดิมมีอยู่ค่อนข้างจำกัด กระจายตัว มีการบังคับใช้กฎหมายที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากหน่วยงานยังมีลักษณะต่างฝ่ายต่างทำภายใต้ขอบเขตอำนาจตามกฎหมายที่มีอยู่อย่างจำกัดภายใต้กฎหมายที่หน่วยงานมีหน้าที่รักษาการ นอกจากนี้ กฎหมายสิ่งแวดล้อมเองก็ไม่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ครบถ้วนทันต่อสภาพปัญหาในทุกมิติหลังจากการประกาศใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 แล้ว

การแก้ไขกฎหมายบางมาตราหรือบางฉบับเท่านั้น ไม่เพียงพอ

เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะ พีเอ็ม 2.5 ที่เผชิญหน้าอยู่ในปัจจุบันมีความสลับซับซ้อน มีผลกระทบรุนแรง

มากขึ้นทั้งต่อสุขภาพและคุณภาพสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเป็นกฎหมายที่ต้องการ การบูรณาการ ต้องการองค์ความรู้สหสาขาวิชา และที่สำคัญที่สุด คือ ต้องการ การเปลี่ยนกระบวนทัศน์ใหม่ (Paradigm Shift) ทั้งในเนื้อหาและกระบวนการ ของกฎหมาย การพึ่งพาเครื่องมือเดิมที่มีอยู่ ทั้งตัวกฎหมายและองค์กรทั้งระบบ ไม่สามารถแก้ปัญหาเชิงโครงสร้างได้ จำเป็นต้องแสวงหา “คุณค่า” ใหม่ที่ พึงประสงค์เพื่อใช้แก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ไม่ใช่แก้ปัญหาเรื่องหนึ่งแต่กลับไป ก่อปัญหาอีกเรื่องหนึ่งหรือหลายๆ เรื่อง วนเวียนไปไม่จบสิ้น

การจัดการปัญหามลพิษทางอากาศอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องมีกฎหมายใหม่และองค์กรใหม่ ได้แก่

1. พระราชบัญญัติอากาศสะอาด (Clean Air Act: CAA)

โดยเป็นกฎหมายบูรณาการซึ่งมีเนื้อหารับรอง “สิทธิของประชาชนที่ จะหายใจอากาศสะอาด (Right to breath clean air)” และมีบทบัญญัติเพื่อกำหนด “หน้าที่ของรัฐ” ให้รัฐต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องในการทำให้สิทธิ ดังกล่าวเกิดขึ้นจริง (Progressive Realization of Rights: Respect - Protect - Fulfill) ภายใต้ระบบบริหารจัดการโดยภาครัฐและการมีส่วนร่วมของทุก ภาคส่วนในสังคมไทย ซึ่งประกอบด้วย

- 1.1 บทบัญญัติที่รองรับให้ประชาชนได้รับการเคารพ (Respect) ซึ่ง สิทธิที่จะหายใจอากาศที่สะอาด
- 1.2 บทบัญญัติที่เป็นหลักประกันให้ประชาชนได้รับการปกป้อง (Protect) จากรัฐ ในกรณีถูกละเมิดซึ่งสิทธิที่จะหายใจอากาศที่ สะอาด

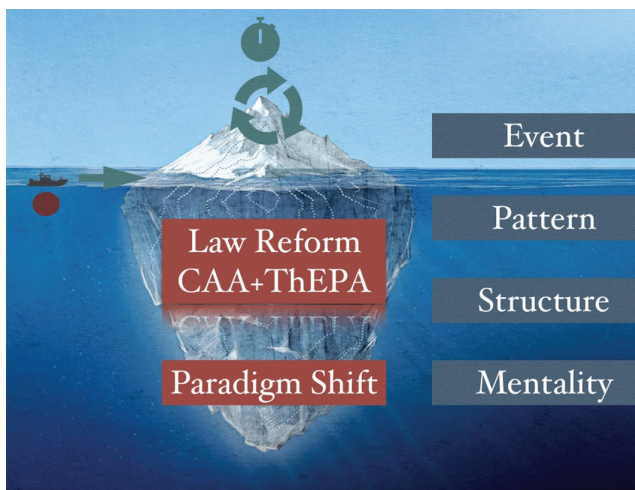
- 1.3 บทบัญญัติที่รองรับให้ประชาชนได้เข้าถึงการหายใจอากาศที่สะอาด โดยการที่รัฐค่อยๆ ดำเนินการอย่างต่อเนื่องจนภารกิจด้านอากาศสะอาดสำเร็จจุลวงและบรรลุเป้าหมาย (Fulfill) ในที่สุด

2. จัดตั้งองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (Thai Environmental Protection Agency: TH EPA)

โดยจะเป็นการปฏิรูปเชิงโครงสร้างของหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม การปรับปรุงและยุบรวมหน่วยงานเดิมที่มีอยู่แล้ว และจัดโครงสร้างใหม่ และให้ TH EPA เป็นองค์กรกำกับดูแลและสั่งการที่มีอำนาจจริงในการจัดการสิ่งแวดล้อมทั้งประเทศ ซึ่งรายงานตรงต่อรัฐสภา สามารถบูรณาการมาตรการต่าง ๆ ในการจัดการสิ่งแวดล้อมและอากาศสะอาด โดยเฉพาะการจัดการหมอกควัน ไฟป่า และแหล่งกำเนิด พีเอ็ม 2.5 รวมทั้งบูรณาการการบังคับใช้กฎหมาย เพื่อขจัดปัญหาความกระจัดกระจายของกฎหมายและการบังคับใช้กฎหมายที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เคยมีมา

บทสรุป และสิ่งที่ต้องดำเนินการต่อไป

การทำความเข้าใจประเด็นพื้นฐานทั้ง 9 ประเด็น เป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยให้สามารถมองเห็นภาพของ “ภูเขาน้ำแข็ง” ของปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 โดยยอดน้ำแข็งที่โผล่พ้นน้ำเปรียบเสมือน **ปรากฏการณ์ (Event)** ที่เราเห็น ปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5 ที่เกิดขึ้นในปรากฏการณ์ปัญหาในกรุงเทพฯ หรือในพื้นที่ภาคเหนือ ดูเหมือนเป็นสิ่งที่เวียนมาซ้ำ ๆ ตามฤดูกาล การวนแก้ปัญหาลักษณะเดิมมีข้อจำกัดไม่สามารถแก้ได้อย่างยั่งยืน แต่ได้ภูเขาน้ำแข็งมีสิ่งทีก่อให้เกิด **รูปแบบ (Pattern)** อันวนเวียนเหมือนเดิมในทุกภาคส่วนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ภายใต้ **โครงสร้าง (Structure)** ที่มีอยู่และปราศจากการปรับให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นโครงสร้างที่วางอยู่บน **วิธีคิด (Mental Model)** แบบเดิม การแก้ปัญหาลเฉพาะส่วนที่อยู่เหนือน้ำ จึงเป็นการแก้ปัญหาลแบบเดิมที่วนอยู่ในอ่าง จึงจำเป็นต้องแก้ส่วนใต้น้ำคือการแก้ปัญหาลที่เป็นต้นเหตุของส่วนที่อยู่เหนือน้ำ ซึ่งต้องแก้ทั้งระบบ โดยการแก้เชิงโครงสร้าง และต้องเปลี่ยนกระบวนทัศน์ จึงจะเป็นการจัดการปัญหาลอย่างยั่งยืน



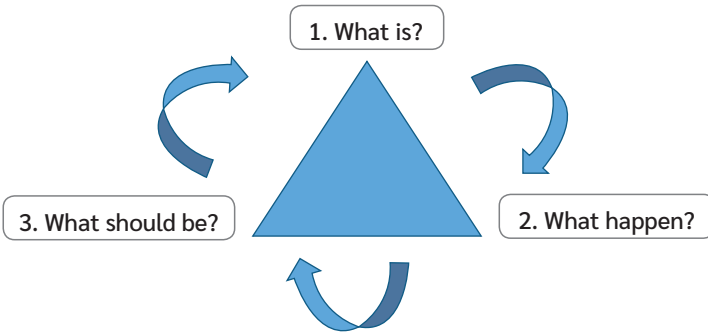
ภาพที่ 5 ภูเขาน้ำแข็งของปัญหาฝุ่นพิษพีเอ็ม 2.5

ดังนั้น เครื่องมือทางอากาศสะอาดจะดำเนินการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องและยกร่างกฎหมายอากาศสะอาดฉบับประชาชนควบคู่ไปกับการเสนอแนวทางการจัดตั้งองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อปกป้องสิทธิในการหายใจอากาศสะอาดของประชาชนทุกคน ทั้งนี้ โดยอยู่บนหลักการว่าด้วยการศึกษานิติศาสตร์ที่พึงประสงค์ที่จะต้องครบวงจรทั้ง 3 สถาบัน “กฎหมาย” ถึงจะแก้ “ปัญหาสังคม” ได้ ไม่ใช่ “กฎหมาย” ไปเป็นต้นเหตุของปัญหาเสียเอง สามสถาบันดังกล่าว ได้แก่

1. What is? คือ การศึกษากฎหมายตามตัวบทว่าเขียนว่าอะไร? แปลว่าอะไร?

2. What happen? คือ การศึกษากฎหมายกับสภาพความจริงของสังคม เพื่อตรวจสอบว่ากฎหมายตามตัวบทได้ตอบสนองสภาวะการณ์ปัจจุบันของปัญหาสังคมหรือไม่?

3. What should be? คือ การศึกษากฎหมายเชิงคุณค่า เพื่อทบทวนคุณค่าของกฎหมายว่าคุณค่าของกฎหมายเดิมหากไม่ตอบสนองสังคมอีกต่อไป สมควรจะต้องหาทางออกที่อยู่บนคุณค่าใหม่แทน เพื่อเสนอกฎหมายฉบับใหม่ที่สอดคล้องกับปัญหาสังคมมากกว่ากฎหมายเดิม



ภาพที่ 6 สามสถานีการศึกษานิติศาสตร์ที่พึงประสงค์

โดยต้องเป็นกฎหมายแบบ Bottom up Legislation ทั้ง “เนื้อหา” และ “กระบวนการ” โดยจะต้องเป็นกฎหมายที่ตอบสนองต่อ “ผลประโยชน์สุดท้าย” ของประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ ในฐานะ “ผลประโยชน์ของส่วนรวม (Public Interest)” โดยนำหลักการสองเรื่องเป็นฐานคิด คือ

- 1) การพัฒนาที่ยั่งยืน - ซึ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจะต้องสมดุลกับประโยชน์ระยะยาวด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน
- 2) ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมการขนส่งทางบก. (2562). สถิติจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ และล้อเลื่อน กฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบกปี พ.ศ. 2544 สำนักทะเบียนและภาษีรถ (กรุงเทพมหานคร) สืบค้นจาก <https://web.dlt.go.th/statistics/>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2561). โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. สืบค้นจาก <http://infile.pcd.go.th/air/PM2.5.pdf>
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2553). ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37 ง หน้า 61. สืบค้นจาก http://infile.pcd.go.th/law/2_99_air.pdf
- ปองทอง ปุรานิติ. (2562, กุมภาพันธ์). PM 2.5 และสุขภาพเด็ก. บทความประกอบการนำเสนอในการเสวนาไทยพร้อมล้อมวงครั้งที่ 2 (1 กุมภาพันธ์ 2562), กรุงเทพฯ.
- เพ็ญโฉม แซ่ตั้ง. (2562, กุมภาพันธ์). การนำเสนอในการเสวนา เวทีไทยพร้อมล้อมวง ครั้งที่ 4 (24 กุมภาพันธ์ 2562), กรุงเทพฯ.
- ศิวัช พงษ์เพียจันทร์, รณบรรจบ อภิตติกุล, และ รุจิกัญจน์ นาสนิท. (2562). PM 2.5 มัจจุราชเงียบ กรุงเทพฯ: บุ๊คดีออคคอม.
- สำนักงบประมาณ. (2560). พระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560. สืบค้นจาก <http://www.bb.go.th/topic.php?gid=543&mid=308>
- สำนักงบประมาณ. (2562). พระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562. สืบค้นจาก <http://www.bb.go.th/topic.php?gid=543&mid=308>

ภาษาอังกฤษ

- AirNow. (2016). Air Quality Index (AQI) Basics. Retrieved from US EPA's Air Now website: <https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi>
- Attavanich, W. (2019). Social cost of air pollution in Thailand and solutions. PIER Discussion Paper (forthcoming).

- Attavanich, W., R. Mungkung, I. Mahathanaseth, S. Sanglestsawai, and A. Jirajariyavech. (2016). Developing Green GDP Accounting for Thai Agricultural Sector Using the Economic Input Output - Life Cycle Assessment to Assess Green Growth. Conference Proceeding of SEE 2016 in conjunction with ICGSI 2016 and CTI 2016. https://mpira.uni-muenchen.de/83785/1/MPRA_paper_83785.pdf
- Aziz, A.A., Lee, K., Park, B., Park, H., Park, K., Choi, I.G. and Chang, I.S., 2018. Comparative study of the airborne microbial communities and their functional composition in fine particulate matter (PM_{2.5}) under non-extreme and extreme PM_{2.5} conditions. *Atmospheric environment*, 194, pp.82-92.
- Bernatsky, S., Smargiassi, A., Barnabe, C., Svenson, L. W., Brand, A., Martin, R. V., ... & Edworthy, S. (2016). Fine particulate air pollution and systemic autoimmune rheumatic disease in two Canadian provinces. *Environmental research*, 146, 85-91.
- Brugge, D., & Olden, K. (2018). *Particles in the Air: The Deadliest Pollutant is One You Breathe Every Day*. Springer.
- Busso, I. T., Mateos, A. C., Juncos, L. I., Canals, N., & Carreras, H. A. (2018). Kidney damage induced by sub-chronic fine particulate matter exposure. *Environment international*, 121, 635-642.
- Cheung, C., & Law, R. (2001). The impact of air quality on tourism: The case of Hong Kong. *Pacific Tourism Review*, 5(1-2), 69-74.
- Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., . . . Dandona, R. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907-1918.
- D'itra, F.M., 1991. Mercury contamination-what we have learned since Minamata. In *Fourth Symposium on our Environment* (pp. 165-182). Springer, Dordrecht.
- Ehrlich, C., Noll, G., Kalkoff, W.D., Baumbach, G. and Dreiseidler, A., 2007. PM₁₀, PM_{2.5} and PM_{1.0}—emissions from industrial plants—results from measurement programmes in Germany. *Atmospheric Environment*, 41(29), pp.6236-6254.
- European Environment Agency (2016) Adoption of the EU Euro emissions standards for road vehicles in Asian countries. Accessed online (April 20, 2019) <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/number-of-international-environmental-agreements-adopted-1>

- EUROSTAT. (2019). Government expenditure on environmental protection.
- Huang, H., Lee, S.C., CAO, J.J., ZOU, C.W., CHEN, X.G. and FAN, S.J., 2007. Characteristics of indoor/outdoor PM_{2.5} and elemental components in generic urban, roadside and industrial plant areas of Guangzhou City, China. *Journal of environmental sciences*, 19(1), pp.35-43.
- Inaba, T., Kobayashi, E., Suwazono, Y., Uetani, M., Oishi, M., Nakagawa, H. and Nogawa, K., 2005. Estimation of cumulative cadmium intake causing Itai-itai disease. *Toxicology letters*, 159(2), pp.192-201.
- Koch, D. and Del Genio, A.D., 2010. Black carbon semi-direct effects on cloud cover: review and synthesis. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(16), pp.7685-7696.
- Kourtchev, I., T. Ruuskanen, Willy Maenhaut, M. Kulmala, and Magda Claeys. "Observation of 2-methyltetrols and related photo-oxidation products of isoprene in boreal forest aerosols from Hyttiälä, Finland." *Atmospheric Chemistry and Physics* 5, no. 10 (2005): 2761-2770.
- Kourtchev, I., Warnke, J., Maenhaut, W., Hoffmann, T. and Claeys, M., 2008. Polar organic marker compounds in PM_{2.5} aerosol from a mixed forest site in western Germany. *Chemosphere*, 73(8), pp.1308-1314.
- Levinson, A. (2012). Valuing public goods using happiness data: The case of air quality. *Journal of Public Economics*, 96(9-10), 869-880.
- Li, Y.C., Shu, M., Ho, S.S.H., Wang, C., Cao, J.J., Wang, G.H., Wang, X.X., Wang, K. and Zhao, X.Q., 2015. Characteristics of PM_{2.5} emitted from different cooking activities in China. *Atmospheric Research*, 166, pp.83-91.
- Mao, I.F., Chen, C.N., Lin, Y.C. and Chen, M.L., 2007. Airborne particle PM_{2.5}/PM₁₀ mass distribution and particle-bound PAH concentrations near a medical waste incinerator. *Atmospheric Environment*, 41(11), pp.2467-2475.
- Menon, S., Hansen, J., Nazarenko, L. and Luo, Y., 2002. Climate effects of black carbon aerosols in China and India. *Science*, 297(5590), pp.2250-2253.
- OECD. (2019). Environmental protection expenditure and revenues. Retrieved from: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPER>

- Pongpiachan, S., 2013a. Diurnal variation, vertical distribution and source apportionment of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Chiang-Mai, Thailand. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(3), pp.1851-1863.
- Pongpiachan, S., 2013b. Vertical distribution and potential risk of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons in high buildings of Bangkok, Thailand. *Asian Pac. J. Cancer Prev*, 14(3), pp.1865-1877.
- Pongpiachan, S., Kudo, S. and Sekiguchi, K., 2014. Chemical characterization of carbonaceous PM10 in Bangkok, Thailand. *Asian Journal of Applied Sciences*, 7(5), pp.325-342.
- Pongpiachan, S., Tipmanee, D., Khumsup, C., Kittikoon, I. and Hirunyatrakul, P., 2015a. Assessing risks to adults and preschool children posed by PM2.5-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during a biomass burning episode in Northern Thailand. *Science of the Total Environment*, 508, pp.435-444.
- Pongpiachan, S., Hattayanone, M., Choochuay, C., Mekmok, R., Wuttijak, N. and Ketranakul, A., 2015b. Enhanced PM10 bounded PAHs from shipping emissions. *Atmospheric environment*, 108, pp.13-19.
- Pongpiachan, S., Kositanont, C., Palakun, J., Liu, S., Ho, K.F. and Cao, J., 2015c. Effects of day-of-week trends and vehicle types on PM2.5-bounded carbonaceous compositions. *Science of the Total Environment*, 532, pp.484-494.
- Pongpiachan, S., 2016. Incremental lifetime cancer risk of PM2.5 bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) before and after the wildland fire episode. *Aerosol Air Qual. Res*, 16, pp.2907-2919.
- Pongpiachan, S. and Iijima, A., 2016. Assessment of selected metals in the ambient air PM10 in urban sites of Bangkok (Thailand). *Environmental Science and Pollution Research*, 23(3), pp.2948-2961.
- Pongpiachan, S., Wiriwutikorn, T., Rungruang, C., Yodden, K., Duangdee, N., Sbrilli, A., Gobbi, M. and Centeno, C., 2016. Impacts of micro-emulsion system on polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) reduction from industrial boilers. *Fuel*, 172, pp.58-64.

- Pongpiachan, S., Liu, S., Huang, R., Zhao, Z., Palakun, J., Kositanont, C. and Cao, J., 2017a. Variation in day-of-week and seasonal concentrations of atmospheric PM 2.5-bound metals and associated health risks in Bangkok, Thailand. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 72(3), pp.364-379.
- Pongpiachan, S., Wiriwutikorn, T., Sbrilli, A., Gobbi, M., Hashmi, M.Z. and Centeno, C., 2019a. Influence of Fuel Type on Emission Profiles of Polychlorinated Dibenzop-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans from Industrial Boilers. *Polycyclic Aromatic Compounds*, pp.1-13.
- Pongpiachan, S., Wiriwutikorn, T., Phetsomphou, P., Jieam, K., Vongxay, K., Choviran, K., Sbrilli, A., Gobbi, M. and Centeno, C., 2019b. Data relating to emissions of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) from industrial boilers. *Data in brief*, 22, pp.286-295.
- Querol, X., Alastuey, A., Rodriguez, S., Plana, F., Ruiz, C.R., Cots, N., Massagué, G. and Puig, O., 2001. PM10 and PM2.5 source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain. *Atmospheric Environment*, 35(36), pp.6407-6419.
- Ramanathan, V. and Carmichael, G., 2008. Global and regional climate changes due to black carbon. *Nature geoscience*, 1(4), p.221.
- Shou, Y., Huang, Y., Zhu, X., Liu, C., Hu, Y., & Wang, H. (2019). A review of the possible associations between ambient PM2.5 exposures and the development of Alzheimer's disease. *Ecotoxicology and environmental safety*, 174, 344-352.
- Stieb, D. M., Burnett, R. T., Smith-Doiron, M., Brion, O., Shin, H. H., & Economou, V. (2008). A New Multipollutant, No-Threshold Air Quality Health Index Based on Short-Term Associations Observed in Daily Time-Series Analyses. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 58(3), 435-450. doi:10.3155/1047-3289.58.3.435
- Tao, J., Zhang, L., Engling, G., Zhang, R., Yang, Y., Cao, J., Zhu, C., Wang, Q. and Luo, L., 2013. Chemical composition of PM2.5 in an urban environment in Chengdu, China: Importance of springtime dust storms and biomass burning. *Atmospheric Research*, 122, pp.270-283.
- The World Air Quality Project. (2015). A Beginner's Guide to Air Quality Instant-Cast and Now-Cast. Retrieved from: <https://aqicn.org/faq/2015-03-15/air-quality-nowcast-a-beginners-guide/>

- US EPA. (2018), Particulate Matter (PM) Basics. Retrieved from: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>
- Wolf, R., El-Haddad, I., Slowik, J.G., Dällenbach, K., Bruns, E., Vasilescu, J., Baltensperger, U. and Prévôt, A.S.H., 2017. Contribution of bacteria-like particles to PM_{2.5} aerosol in urban and rural environments. *Atmospheric environment*, 160, pp.97-106.
- WHO. (2006a). WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide; Global update 2005; Summary of risk assessment. Geneva: WHO.
- WHO. (2006b). Air quality guidelines global update 2005. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- WHO. (2018a). Ambient (outdoor) air quality and health. Retrieved from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- WHO. (2018b). Air pollution and child health: Prescribing clean air; Summary. Geneva: WHO.
- Xu, M. X., Ge, C. X., Qin, Y. T., Gu, T. T., Lou, D. S., Li, Q., ... & Tan, J. (2019). Prolonged PM_{2.5} exposure elevates risk of oxidative stress-driven nonalcoholic fatty liver disease by triggering increase of dyslipidemia. *Free Radical Biology and Medicine*, 130, 542-556.
- Yang, Y., Guo, Y., Qian, Z. M., Ruan, Z., Zheng, Y., Woodward, A., ... & Wu, F. (2018). Ambient fine particulate pollution associated with diabetes mellitus among the elderly aged 50 years and older in China. *Environmental Pollution*, 243, 815-823.
- Zhang, A., Zhong, L., Xu, Y., Wang, H., & Dang, L. (2015). Tourists' perception of haze pollution and the potential impacts on travel: Reshaping the features of tourism seasonality in Beijing, China. *Sustainability*, 7(3), 2397-2414.
- Zhan, H., Li, Q., Zhao, K., Zhang, L., Zhang, Z., Zhang, C. and Xiao, L., 2015. Evaluating PM_{2.5} at a construction site using terahertz radiation. *IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology*, 5(6), pp.1028-1034.

รายชื่อคณะผู้จัดทำ

ดร.นพ.วิรุฬ ลิ้มสวาท

สำนักวิจัยสังคมและสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข
(บรรณาธิการ)

รศ.ดร.คณิงนิจ ศรีบัวเอี่ยม

คณบดีคณาจารย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รศ.นพ.นิธิพัฒน์ เจียรกุล

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล

ดร.นิอร สิริมงคลเลิศกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงราย

รศ.ดร.วิษณุ อรรถวานิช

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศ.ดร.ศิวัช พงษ์เพียจันทร์

คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ผศ.ดร.เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

เครือข่ายอากาศสะอาด ประเทศไทย ประกอบด้วย

กรีนพีซ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้
กลุ่มช่วยเพื่อนดับไฟ จังหวัดเชียงใหม่
กลุ่มเยาวชนเขียวสดใส รักรักษ์ป่าเชียงดาว
กลุ่มรักรักษ์ล้านนา
กลุ่มรุ่งอรุณองค์กรสาธารณประโยชน์ จังหวัดลำปาง
แก๊งค์ถีนินิยม (บ้านหัวทุ่ง)
เขียวสวยหอม
คณะกรรมการร่วมภาคเอกชน (กกร.) จังหวัดเชียงใหม่
เครือข่ายแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจังหวัดเชียงใหม่
เครือข่ายคนรักหลักประกันสุขภาพเขต 10 จังหวัดอุบลราชธานี
เครือข่ายต้นไม้ในเมือง
เครือข่ายทางคืนพื้นที่ป่าดอยสุเทพ
เครือข่ายผู้เดือดร้อนจากฝุ่น (Bangkok Breathe)
เครือข่ายผู้หญิงเพื่อสุขภาพภาคอีสาน
เครือข่ายเพื่อนร่วมทุกข์
เครือข่ายพ่อแม่ตื่นรู้สู้ภัยฝุ่น
เครือข่ายร่วมพัฒนาศักยภาพผู้นำการสร้างสุขภาวะ (คสน.)
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
เจ้ากวางน้อย (little deer project)
เชียงใหม่ออร์แกนิก
Chiangrai Fights Smog
Smoke Watch
ชมรมโกลบอลแคมป์เชียงใหม่
ชมรมทูตอารยสถาปัตย์จังหวัดเชียงใหม่
ชมรมธนาคารจังหวัดเชียงใหม่
ชมรมผู้สูงอายุ เต้าเต๋อซิ่นซี ศูนย์กีฬาบางขุนเทียน
บางกอกฟอรั่ม
ปลูกป่าอย่างยั่งยืน The Forest Creator
ภาคีคนฮักเชียงใหม่
ภาคีเรารักดอยหลวงเชียงดาว
ภาคีเพื่อการศึกษาไทย (TEP)

ไทยพีบีเอส

ไทยพร้อม | ThaiPrompt

มูลนิธิการเรียนรู้และพัฒนาประชาสังคม (CIVICNET)

มูลนิธิโกลบอลแคมป์สเสส

มูลนิธิชุมชนท้องถิ่นพัฒนา

มูลนิธิชุมชนไทย

มูลนิธิบูรณะนิเวศ

มูลนิธิสร้างเสริมวัฒนธรรมการอ่าน

ม่วนใจ๋ | กลุ่มเกษตรอินทรีย์วิถีธรรมชาติเชียงใหม่

หอการค้าจังหวัดแม่ฮ่องสอน

โรงเรียนฝึกหัดครูผู้สูงอายุเชียงใหม่

โรงเรียนรุ่งอรุณ

รักษ์ไม้ใหญ่ (BIGTree Project)

ศูนย์พัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ศูนย์ประสานงานหลักประกันสุขภาพประชาชน เครือข่ายคนพิการ จังหวัดเชียงใหม่

สถาบันขวัญแผ่นดิน

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

สภาอุตสาหกรรมจังหวัดเชียงใหม่

สภาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวจังหวัดเชียงใหม่

สมัชชาพลเมืองเชียงใหม่

สมาคมผู้ผลิตและส่งออกสินค้าหัตถกรรมภาคเหนือ (NOHMEX)

สมาคมวัฒนธรรมความพิการเชียงใหม่

สมาคมส่งเสริมพัฒนาผู้ประกอบการไทยจังหวัดเชียงใหม่

สมาคมอสังหาริมทรัพย์จังหวัดเชียงใหม่

สวนบัวชมพู ฦ จอมคีรี

หอการค้าจังหวัดเชียงใหม่

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ (สช.)





สนับสนุนการจัดพิมพ์โดย
สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ (สช.)