ถอดบทเรียนวิกฤต PM 2.5
The Crisis Lessons from PM 2.5 Air Pollution

ธีรพงศ์ บริรักษ์
Theerapong Borirak
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
Faculty of Engineering, Eastern Asia University
Received: April 24, 2019
Revised: May 6, 2018
Accepted: May 8, 2018

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์ในการให้ความรู้และผลกระทบที่เกิดจากสถานการณ์หมอกควันและมลพิษจากฝุ่นละออง การนำเสนอมาตรฐานคุณภาพอากาศและเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา ในช่วงต้นปี 2562 สถานการณ์หมอกควันและมลพิษจากฝุ่นละอองในประเทศไทยทำให้เกิดภาวะวิกฤตคุณภาพอากาศ ส่งผลให้ดัชนีคุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานครติดอันดับ 1 ใน 10 เมืองของโลกที่มีค่าฝุ่นละอองเกินมาตรฐานความปลอดภัย มีการประมาณการในเบื้องต้นว่า ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากปัญหาที่ประสบอยู่นี้หากเกิดขึ้นในกรอบเวลา 1 เดือน จะสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นเงินขั้นต่ำ 2,600 ล้านบาท หรืออาจพุ่งสูงถึง 6,600 ล้านบาท ในกรณีเลวร้าย ทั้งในประเด็นสุขภาพ ต้นทุนค่าเสียโอกาสการใช้จ่ายและการท่องเที่ยว ปัญหาฝุ่นละอองยังขยายตัวในวงกว้างทั้งภาคเหนือและภาคอีสาน องค์การอนามัยโลกกำหนดให้ฝุ่นละออง PM2.5 จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ ตั้งแต่ปี 2556 ซึ่งเป็นสาเหตุให้ 1 ใน 8 ของประชากรโลกเสียชีวิตก่อนวัยอันควร ในขณะที่รายงานของธนาคารโลก (world bank) ระบุว่ามลพิษในอากาศในประเทศไทยทำให้มีผู้เสียชีวิตจากก่อนวัยอันควรมากถึง 50,000 ราย ชี้ให้เห็นว่าผลกระทบจากปัญหาฝุ่นละออง PM2.5 ส่งผลทั้งทางด้านสุขภาพและทางด้านเศรษฐกิจ ทำให้ภาครัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ภาคเอกชน รวมทั้งนักวิชาการต่างพยายามแก้ไขปัญหามลพิษในอากาศทั้งทางด้านการกำหนดนโยบายและการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนรับทราบข้อมูล

คำสำคัญ: ฝุ่นละออง PM2.5, ดัชนีคุณภาพอากาศ, สารก่อมะเร็ง, มลพิษในอากาศ

Abstract

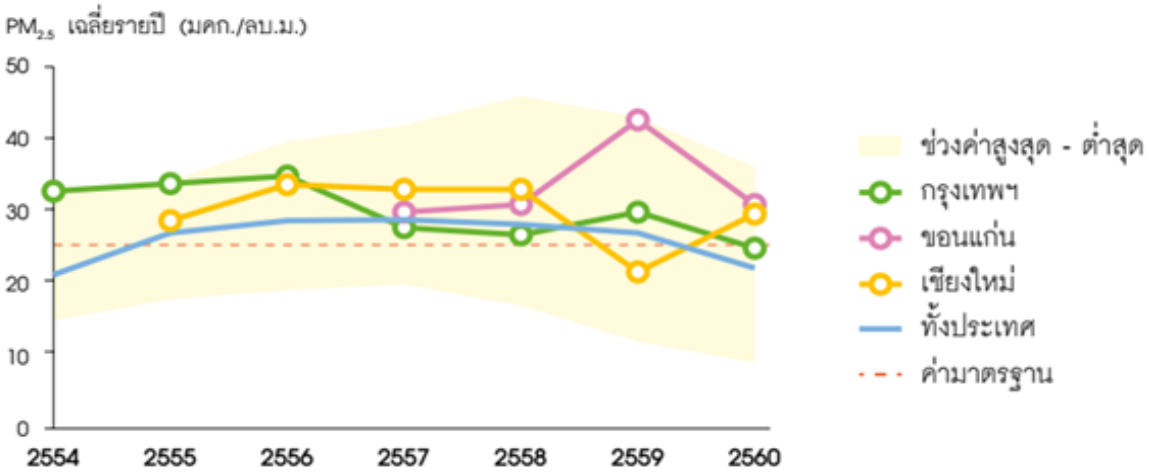
This paper aims to provide the knowledge and the impact resulting from smog and dust pollution, air quality standards and to propose ways to resolve them. The situation of smog and dust population in Thailand has become a crisis in early 2019 as a result from Bangkok's Air Quality Index becoming one of the top 10 cities in the world with high levels of ultrafine dust particles exceeding safety and health standards. It has been estimated that the initial problems facing the economy happens once a month. The air pollution causes the economic damage to the nation anywhere from 2,600 million baht to 6,600 million baht or higher. In a worst-case scenario, the health issues and the opportunity costs of spending as well as tourism are negatively affected, too. The problems of particle pollution broadly affect in the North and the East of Thailand. In 2013 The World Health Organization determined that PM2.5 particles in the Group 1, the agent (mixture), are carcinogenic to humans, causing 1 in 8 of the untimely deaths in the world's population. While the study has shown that air pollution in Thailand causes 50,000 premature deaths, the air pollution makes Thailand's government and related agencies, including the private sector and the academic sector, efforts to tackle air pollution a priority in both the policy and the promotion of public information.

Keywords: PM2.5 particles, air quality index, carcinogen, air pollution

บทนำ

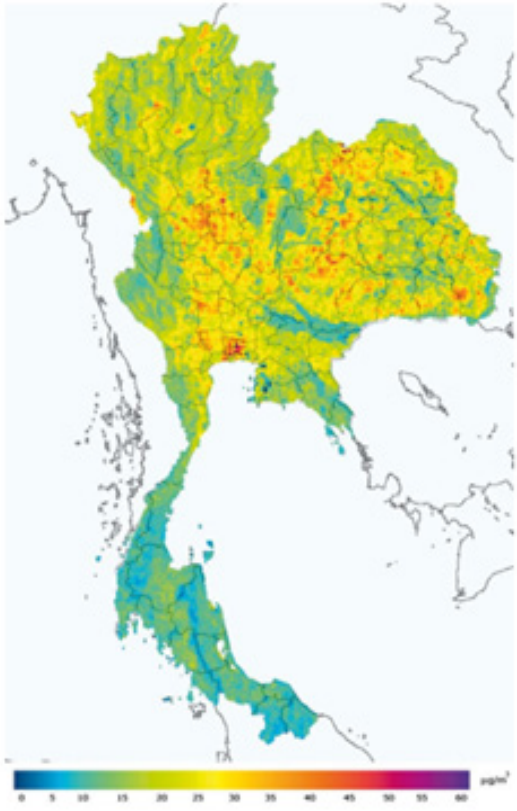
ในช่วงต้นปี 2562 กรุงเทพมหานครและจังหวัดเชียงใหม่ต้องประสบกับปัญหามลพิษในอากาศอย่างหนักและยาวนานรัฐบาลกำหนดมาตรการฉุกเฉินเพื่อการแก้ไขปัญหามลพิษในอากาศ นักวิชาการและกลุ่มองค์กรอิสระมีการส่งสัญญาณเตือนปัญหามลพิษในอากาศมาเป็นระยะ จากรายงานของกลุ่ม Greenpeace (Green Peace, 2017) ในประเทศไทยได้ทำการประมวลค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทย พบว่าในปี 2560 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ตรวจวัดได้อยู่ในช่วงค่า 2-116 มคก./ลบ.ม. ค่าสูงสุดเฉลี่ยทั้งประเทศ 74 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 50) ค่าเฉลี่ยรายปีช่วง 9-36 มคก./ลบ.ม. เฉลี่ยทั้งประเทศ 22 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 25) พบปริมาณสูงกว่าค่ามาตรฐาน 14 จังหวัด จาก 18 จังหวัดที่มีการตรวจวัดดังแสดงในภาพ 1

จากรายงานผลการวิจัยของ Nguyen (Nguyen, 2018) พบว่า ในปี 2561พื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ตรวจพบปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เกินค่ามาตรฐานประมาณ 40-50 วันต่อปี ในช่วงเดือน มกราคม-มีนาคม จากการตรวจสอบสาเหตุของฝุ่นละอองในเบื้องต้นมีสาเหตุมาจากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรและการประกอบอาหารที่ก่อให้เกิดควันไฟ คิดเป็นประมาณร้อยละ 40-45 จากการจราจรและยานพาหนะ ประมาณร้อยละ 30-35 และจากอุตสาหกรรมร้อยละ 10-15 สำหรับฝุ่นที่มาจากการก่อสร้างและฝุ่นถนน ส่วนใหญ่เป็นฝุ่นขนาดมากกว่า PM2.5 ขึ้นไป จากผลการตรวจวัดมลพิษระยะไกลจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายจังหวัดในพื้นที่ ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตรวจพบปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เกินค่ามาตรฐานในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม เช่นเดียวกัน และพบปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยรายปีเกินค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่ ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 36-239 มคก./ลบ.ม.ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 1 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM2.5 ในบรรยากาศเฉลี่ยรายปี เฉลี่ยรายพื้นที่ ปี 2550–2560

Note: Adapted from "*Study sources the origin and guidelines management PM 2.5 in Bangkok and metropolitan Areas*" by Pollution Control Department, 2018 by The Ministry of Natural Resources and Environment.



ภาพ 2 ผลการประเมินปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ในบรรยากาศ เฉลี่ยรายปี 2560 โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม.

Note: Adapted from "*A study in urban air pollution improvement in Asia*". by Nguyen, 2018 by Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Nguyen_Thi_Oanh/2

จากข้อมูลของกลุ่ม Greenpeace ในประเทศไทย และ ผลการวิจัยของ Nguyen แสดงให้เห็นว่าปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ในประเทศไทยมีปริมาณเกินค่ามาตรฐาน และมีแนวโน้มที่จะขยายพื้นที่ที่เกิดปัญหามากขึ้นและมีระยะเวลาในการเกิดปัญหายาวนานขึ้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแหล่งที่มาของฝุ่นละออง PM 2.5 ผลกระทบที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5

การกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทย ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง นานาประเทศจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศขึ้น สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย US.EPA--United State Environmental Protection Agency ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นรวม (total suspended particulate)และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter--PM) กว่า 10 ไมครอน (PM10) แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่าฝุ่นขนาดเล็กนั้นจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและมีผลต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US.EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวมและกำหนดค่าฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5)

PM10 ตามคำจำกัดความของ US.EPA หมายถึง ฝุ่นหยาบ (course particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยางจากการขนส่งวัสดุฝุ่นจากกิจกรรมบด ย่อยหิน PM2.5 ตามคำจำกัดความของ US.EPA หมายถึง ฝุ่นละเอียด (fine particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละเอียดมีแหล่งกำเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_2) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs)จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดเป็นฝุ่นละเอียดได้ได้ ซึ่งUS.EPA ได้กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไป ดังตาราง 1

มาตรฐานฝุ่นละอองที่กำหนดขึ้นนี้ มาจากผลการศึกษาทางระบาดวิทยา รวบรวมโดยผู้เชี่ยวชาญขององค์การอนามัยโลกที่ระบุถึงผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของฝุ่นละออง โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดยิ่งเล็กลงเท่าไร มีโอกาสที่จะผ่านระบบทางเดินหายใจไปถึงถุงลมในปอด ซึ่งเป็นผลทำให้สารมลพิษใด ๆ ก็ตามที่เป็นองค์ประกอบ หรือที่ติดเข้าไปพร้อมฝุ่นนั้น ล้วนมีโอกาสก่อให้เกิดความเจ็บป่วยต่าง ๆ ทั้งที่เป็นผลกระทบในระยะสั้น และระยะยาว เมื่อมีการสะสมเป็นเวลานานค่ามาตรฐานฝุ่นละอองจึงกำหนดไว้ในคาบเวลา 24 ชั่วโมง และคาบเวลา 1 ปี ซึ่งเป็นคาบเวลาเฉลี่ยที่เป็นสากลอ้างอิงจากการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสุขภาพอนามัยของคนจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองในระยะสั้น และระยะยาวจนแสดงอาการเจ็บป่วย ตามที่รวบรวมโดยองค์การอนามัยโลกนั่นเอง

ในปี 2549 สหภาพยุโรปจึงได้กำหนดมาตรฐาน PM2.5 บังคับใช้ในกลุ่มประเทศสมาชิกตั้งแต่ปี 2551 เป็นต้นมา นอกจากนั้นประเทศอื่น ๆ ได้แก่ แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และอีกหลายประเทศในเอเชีย คือ ญี่ปุ่น สิงคโปร์ อินเดีย บังคลาทศและศรีลังกา ต่างก็ได้มีการปรับปรุงบังคับใช้มาตรฐาน PM2.5 เช่นกัน มีนาคม 2553 (Surapipit, 2012) ทั้งนี้โดยอาศัยผลการศึกษาทางระบาดวิทยาในประเทศไทย ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทยดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 1

ค่ามาตรฐานอากาศในบรรยากาศทั่วไป

สารมลพิษ		ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
ฝุ่นละอองไม่เกิน 10 ไมครอน	แหล่งกำเนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ	24 ชั่วโมง	150 มคก./ลบ.ม.*
ฝุ่นละอองไม่เกิน 2.5 ไมครอน	แหล่งกำเนิดปฐมภูมิ	1 ปี	12.0 มคก./ลบ.ม.**
	ทุติยภูมิ	1 ปี	15.0 มคก./ลบ.ม.**
	แหล่งกำเนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ	24 ชั่วโมง	35 มคก./ลบ.ม.***

Note: From "*NAAQS Table*," by National Ambient Air Quality Standards, 2016 by United States Environmental Protection Agency

หมายเหตุ: มคก./ลบ.ม. หมายถึง ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

* เพื่อไม่ให้เกินมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปีโดยเฉลี่ยมากกว่า 3 ปี

** ค่าเฉลี่ยประจำปีเฉลี่ยมากกว่า 3 ปี

*** ร้อยละ 98 เฉลี่ยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา

ตาราง 2

มาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทย

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
ฝุ่นละอองไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 0.330 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.100 มก./ลบ.ม.
ฝุ่นละอองไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 0.120 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.050 มก./ลบ.ม.
ฝุ่นละอองไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 0.050 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

Note: From "*Air quality index: AQI*", by Pollution Control Department, 2013 byThe Ministry Of Natural Resources and Environment

หมายเหตุ: มก/ลบ.ม. หมายถึง มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากตารางที่ 1 และ 2 แสดงค่ามาตรฐานฝุ่นละอองของ US.EPA และมาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทยเมื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบในส่วนของปริมาณความเข้มข้นทั้งขนาดฝุ่นละอองทั้งขนาดฝุ่นละออง PM10 และ PM2.5 จะเห็นได้ว่าค่ามาตรฐานของ US.EPA. จะมีมาตรฐานสูงกว่ามาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทยซึ่งการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศที่สูงขึ้นอาจเป็นตัวแปรหนึ่งในการช่วยแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

ค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index--AQI) เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ดัชนีคุณภาพอากาศ 1 ค่า ใช้เป็นตัวแทนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่

1. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน

2. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน

3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

4. ก๊าซโอโซน (O_3) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย เกิดขึ้นได้ทั้งในระดับบรรยากาศชั้นที่สูงจากผิวโลก และระดับชั้นบรรยากาศผิวโลกที่ใกล้พื้นดิน ก๊าซโอโซนที่เป็นสารมลพิษทางอากาศ คือ ก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศผิวโลก เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่ง

5. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ อุตสาหกรรมบางชนิด เป็นต้น

6. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อนๆ มีรสและกลิ่นที่ระดับความเข้มข้นสูง เกิดจากธรรมชาติและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถัน (ซัลเฟอร์) เป็นส่วนประกอบ สามารถละลายน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับสารมลพิษอื่นแล้วก่อตัวเป็นอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้

ดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้คำนวณโดยเทียบจากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของสารมลพิษทางอากาศก๊าซโอโซนเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ย 8 ชั่วโมง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เฉลี่ย 24 ชั่วโมง และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองไม่เกิน 2.5 ไมครอน เฉลี่ย 1 ชั่วโมง

ดัชนีคุณภาพอากาศ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตาราง 3) โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ทั้งนี้ ดัชนีคุณภาพอากาศที่คำนวณได้ของสารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าสูงสุด จะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศของวันนั้น

ตาราง 3

เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	ข้อความแจ้งเตือน
0-25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26-50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51-100	ปานกลาง	เหลือง	**ประชาชนทั่วไป**: สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ **ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ**: หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101-200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	**ประชาชนทั่วไป**: ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น **ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ**: ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งทุกชนิด หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

Note: From "*Air quality index: AQI*", by Pollution Control Department, 2013 by The Ministry Of Natural Resources and Environment

ประเภทของฝุ่นละออง

การจำแนกประเภทของฝุ่นละอองในอากาศสามารถจำแนกได้อีกลักษณะหนึ่ง คือ ลักษณะการเกิดของฝุ่นละออง ดังนี้

1. ฝุ่นปฐมภูมิ (primary emission particulate matter) เกิดจากการปล่อยของแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ฝุ่นจากถนน ฝุ่นเกลือจากทะเล ฝุ่นจากกระแสลมที่พัดผ่านขี้เถ้าเขม่าควันไฟ

2. ฝุ่นทุติยภูมิ (secondary emission particulate matter) เกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศหลังจากที่ฝุ่นถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดได้ระยะหนึ่งฝุ่นประเภทนี้อาจเป็นอนุภาคใหม่หรือเป็นอนุภาคเดิมที่มีองค์ประกอบเพิ่มขึ้น สารที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ ซัลเฟต ไนเตรท และคาร์บอนอินทรีย์ โดยซัลเฟตและไนเตรทในบรรยากาศเกือบทั้งหมดเป็น Secondary Emission โดยมีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นสารเริ่มต้นปฏิกิริยาของฝุ่นทุติยภูมิกล่าวคือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เมื่อถูกปล่อยสู่บรรยากาศจะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดซัลฟูริก ทำให้เริ่มจับตัวเป็นฝุ่นขนาดเล็กจากกระบวน การ Nucleation และเพิ่มขนาดเม็ดฝุ่นจากกระบวนการ Coagulation และ Condensation ปฏิกิริยาต่าง ๆ ทั้งในวัฏภาคก๊าซและในกลุ่มเมฆล้วนเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ซัลเฟตจับตัวเป็นเม็ดฝุ่นใหม่และยังมีส่วนทำให้สารอินทรีย์จับกันเป็นเม็ดฝุ่นใหม่ เช่นกันปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับของการจับกันเป็นเม็ดฝุ่นใหม่ ได้แก่ ปริมาณของ Precursor สภาพบรรยากาศ

และ ปฏิกริยาของ Precursor กับอนุภาคฝุ่นที่มีอยู่ในกลุ่มเมฆหรือละอองหมอก

แหล่งที่มาของฝุ่นละออง

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองทั่วไปในบรรยากาศจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (natural particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล และฝุ่นที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (man-made particle) ได้แก่ การคมนาคมขนส่ง รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น ไอเสียจากรถยนต์ ฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมของการก่อสร้างต่าง ๆ และโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้หรือในการผลิตกระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ เป็นต้น :ซึ่งฝุ่นละอองมีขนาดแตกต่างกันตามแหล่งที่มา กระบวนการ และองค์ประกอบ ดังตาราง 4

ตาราง 4

ความแตกต่างระหว่างฝุ่นขนาดใหญ่และขนาดเล็กตามแหล่งกำเนิดและแหล่งที่มาของฝุ่นละออง

	ฝุ่นขนาดใหญ่	ฝุ่นขนาดเล็ก
แหล่งที่มา	-การฟุ้งของดินบนถนน -การฟุ้งของฝุ่นดินที่เกิดจากการทำเหมือง แร่เลี้ยงสัตว์ -เศษสิ่งมีชีวิต -การก่อสร้างและรื้อถอน -การเผาไหม้ของถ่านหินและน้ำมัน -ทะเล มหาสมุทร	-การเผาไหม้ถ่านหิน น้ำมัน เศษไม้ -การเปลี่ยนสภาพของก๊าซไนโตรเจน ออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารประกอบอินทรีย์ในบรรยากาศ -กระบวนการใช้ความร้อนสูง เตาหลอม โรงบดเหล็ก เป็นต้น
กระบวนการ	-ถูกบด กระแทก -การระเหยของแก๊สบางชนิด -การแขวนลอยของผงฝุ่น	-กระบวนการทางเคมี/การกลายเป็นไอ -Nucleation, Condensation และ Coagulation -การระเหยของหมอก และหยดน้ำในก้อนเมฆ ซึ่งมีก๊าซละลายและเกิดปฏิกริยา
องค์ประกอบหลัก	-ผงฝุ่นที่ฟุ้งกระจาย -ขี้เถ้าลอยจากถ่านหินและน้ำมัน -ออกไซด์ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลก -$CaCO_3$, NaCl, ฝุ่นจากเกลือทะเล -เกสรดอกไม้, สปอร์ของเชื้อรา -ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์	-ซัลเฟต (SO_4^{2}) -ไนเตรท (NO_3) -แอมโมเนียม (NH4+) -ไฮโดรเจนอิออน (H+) -ธาตุคาร์บอน -คาร์บอนอินทรีย์(PAHs) -โลหะ (Pb, Cd, Ni, V, Cu, Zn) -ละอองน้ำที่จับตัวเป็นฝุ่น

Note: From "*Thailand state of pollution report 2017*", by Pollution Control Department, 2017 by The Ministry of Natural Resources and Environment.

ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาฝุ่นละออง

ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 จากการศึกษาผลงานวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากฝุ่นละอองในด้านสุขภาพอนามัยพบปัญหาตัวอย่างงานวิจัยที่พบผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาฝุ่นละออง เช่น Shi et. al (2018) ใช้ข้อมูลระยะยาวของ ความเข้มข้นฝุ่น PM2.5 จากดาวเทียมความละเอียดสูง (0.01°×0.01°) เพื่อคาดคะเนการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากฝุ่น PM2.5 ในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SSEA) ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2557 (15 ปี) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,447,000 ราย จำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรเพิ่มจาก 1,179,400 รายในปี พ.ศ 2542 เป็น 1,724,900 ในปี พ.ศ. 2557 โดยมีอัตราการเพิ่มร้อยละ 38 และจำนวนเพิ่มสุทธิ 545,500 ราย โรคหัวใจล้มเหลวและโรคหลอดเลือดหัวใจเป็นสาเหตุหลัก คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 39 และ 35 ตามลำดับ ผู้เสียชีวิตจำนวนมากอยู่ในอินเดียตอนเหนือ บังคลาเทศ ปากีสถานตะวันออก และบางเมืองในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประมาณว่าผู้เสียชีวิตในอินเดียเท่ากับ 991,600 ราย หรือเท่ากับ 69 ของจำนวนทั้งหมด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในทุกประเทศยกเว้นศรีลังกา ผลการศึกษานี้ชี้ว่าควรมีการควบคุมระดับฝุ่น PM2.5 อย่างเร่งด่วนในภูมิภาคเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

Nawahda (2013) ทำการศึกษาผลกระทบจากการลดความเข้มข้นฝุ่น PM2.5 ต่อการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศญี่ปุ่น ระหว่างปี ค.ศ. 2006-2009 โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดมลพิษอากาศ 1,843 แห่งในญี่ปุ่น การคำนวณค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk--RR) เท่ากับ 1.04 (95 % CI, 1.01–1.08) ทุก ๆ 10 มคก./ลบ.ม. ที่สูงกว่าค่ามาตรฐานรายปี 10 มคก./ลบ.ม. ขององค์การอนามัยโลก ผลการศึกษาชี้ว่าคุณภาพอากาศที่ดีขึ้นในช่วงเวลาที่ศึกษาช่วยลดจำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรโดยเฉพาะกับกลุ่มเสี่ยงข้อมูลนี้ใช้ในการทำนายว่าหากทำการลดระดับฝุ่น PM2.5 ลงเหลือ 10 มคก./ลบ.ม. จะช่วยลดจำนวนผู้เสียชีวิตได้อีก 3,602 ราย ในจำนวนนี้ร้อยละ 77 เป็นกลุ่มผู้มีอายุมากกว่า 75 ปี ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพอากาศสามารถลดจำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรได้โดยเฉพาะกับกลุ่มผู้สูงอายุ

Jiménez et al. (2009) ทำการศึกษาผลกระทบของฝุ่นต่อการเสียชีวิตรายวันของผู้สูงอายุเกิน 75 ปี ในกรุงแมดริด ประเทศสเปน และชี้ให้เห็นผลกระทบในระยะเวลาสั้น (1-2 วัน) ของความเข้มข้นรายวัน ฝุ่นPM2.5 ต่อการเสียชีวิตของผู้สูงอายุเกิน 75 ปี Jiménez ชี้ว่ามลพิษอากาศมีผลกระทบรุนแรงถึงระดับเสียชีวิตในระยะเวลาสั้นเช่นเดียวกับผลระยะยาวโดยเฉพาะกับผู้สูงอาย

Martinez et al. (2018) ศึกษาผลกระทบจากนโยบายควบคุมฝุ่นละออง 2 มาตรการ ในกรุงสโคปิเอ เมืองหลวงของสาธารณรัฐมาเซโดเนีย หากสามารถลดระดับฝุ่น PM2.5 ลงเท่ามาตรฐานสหภาพยุโรป (25 มคก./ลบ.ม.) จะลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากฝุ่นได้ร้อยละ 45 และหากสามารถลดระดับฝุ่น PM2.5 ลงเท่ามาตรฐานองค์การอนามัยโลก (10 มคก./ลบ.ม.) จะลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากฝุ่นได้ร้อยละ 77 และสรุปว่ามาตรการลดระดับฝุ่น PM2.5 ที่เข้มแข็งกว่าจะเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพประชาชนและผลดีต่อเศรษฐกิจของเมืองมากกว่า

Pollution Control Department (2013) กล่าวถึงผลงานวิจัยของ EPA ว่าหากร่างกายได้รับการสัมผัส PM2.5 ปริมาณมากและสัมผัสเป็นระยะเวลานาน มีผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ทำให้หัวใจล้มเหลวเฉียบพลัน มีผลต่อโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรังในเด็ก (เช่น หอบหืด) มีผลต่อน้ำหนักเด็กแรกเกิดที่ลดลง และตายก่อนวัยอันควร

การสูดเอาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีส่วนผสมของสารบางอย่าง เช่น Arsenic, Nickel Chromate, Poly Aromatic Hydrocarbon--PAH เข้าไปที่ปอด จะกระตุ้นให้ปอดเกิดการอักเสบ อาจทำให้เป็นมะเร็งปอดได้ และถ้าสารดังกล่าวมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ จะไปสู่อวัยวะต่าง ๆ นอกปอด และอาจทำให้อวัยวะเหล่านั้นเกิดมะเร็งได้เช่นกัน ในปีพ.ศ.2556 International Agency for Research on Cancer--IARC จึงกำหนดให้ PM2.5 จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (carcinogenic to humans) จากผลงานวิจัยที่ยกตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่าฝุ่นละออง PM2.5 ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแก่ผู้ที่ได้รับฝุ่นละออง PM2.5 ทั้งทางตรงและทางอ้อม

ผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นที่มีสารอื่นเป็นองค์ประกอบ เช่น ซิลิกา (Silica)

หินทราย (Department of Health and Department of Disease Control, 2015) หรือเรียกอย่างหนึ่งว่า ซิลิกา (silica) เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้ในขบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กระดาษทราย หินขัด วัสดุทนไฟ ทำแก้ว จานกระเบื้อง ฉนวนความร้อนของท่อ เตาเผา ใช้ทำเป็นโลหะผสม ทำฉนวนกั้นเสียง ฯลฯ การเกิดโรคหรืออันตรายกับผู้ที่ประกอบอาชีพที่ต้องสัมผัสกับหินทรายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การขัดหิน โม่หิน ย่อยหิน ระเบิดหิน เจาะหิน เหมืองแร่ การกลึงหรือขัดโลหะโดยใช้หินทราย การทำวัสดุทนไฟ โรงงานแก้ว เป็นต้น ซึ่งฝุ่นของหินทรายจะเข้าสู่ร่างกายโดยทางการหายใจเอาผงเล็ก ๆ ของหินทรายหรือซิลิกาที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (0.5-5 ไมครอน) เข้าสู่ระบบหายใจและปอด อาจทำให้เกิดมะเร็งเยื่อหุ้มปอด มะเร็งปอด และภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น ปอดบวม ถุงลมโป่งพอง วัณโรคและเสียชีวิตได้ ในค.ศ.1997 IARC จึงประกาศให้ซิลิกาเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์

ตาราง 5

แหล่งที่มากับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10, PM2.5 และฝุ่นซิลิกา

แหล่งที่มาของสารมลพิษในพื้นที่	สารมลพิษที่เกิดขึ้น	ผลกระทบต่อสุขภาพ
-การฟุ้งของฝุ่นดินบนถนน -การฟุ้งของฝุ่นดินที่เกิดจากการทำเหมืองหิน -การเผาไหม้ของถ่านหิน น้ำมัน เศษไม้ -กระบวนการที่ใช้ความร้อนสูง เตาหลอม -กระบวนการบด โม่ กระแทก -กิจกรรมการผลิตปูนซีเมนต์ -การระเหยของแก๊สบางชนิด -ฝุ่นที่เกิดการบรรทุกขนส่งหิน -การก่อสร้างและรื้อถอน -เขม่าควันจากการเผาไหม้ขยะ หรือการเกษตร -ควันจากการสูบบุหรี่ -ควันจากการประกอบอาหาร -ควันจากยานพาหนะ -ควันจากการเผาวัสดุทางการเกษตร	-PM10 -PM2.5 -ฝุ่นซิลิกา (silica)	1. ปอดและระบบทางเดินหายใจการบาดเจ็บหรืออักเสบ ไวต่อการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น และทำให้อาการหอบหืดมากขึ้น หากได้รับฝุ่นหินทรายหรือซิลิกาสะสมเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดโรคซิลิโคสิส 2. ระบบอื่นเนื่องจากการบาดเจ็บของปอดและระบบทางเดินหายใจหัวใจได้รับผลกระทบจากการเพิ่มอัตราการหายใจเนื่องจากสมรรถภาพการแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดลง เพิ่มความเสี่ยงต่ออาการหัวใจวาย และมีผลต่อปริมาณเซลล์ในโลหิต 3. หัวใจฝุ่นละอองที่หายใจเข้าไปหรือบางส่วนของฝุ่นละอองที่ละลายได้นั้น ถูกดูดซึมและเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต และมีผลต่อระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต

Note: Adapted from by "*Guidelines for Monitoring Risk Areas from Air Pollution Particulate Matter Case Study*", by Department of Health and Department of Disease Control, 2015 by Ministry of Public Health

แนวทางในการแก้ปัญหาฝุ่นละออง

การกำหนดมาตรฐานไอเสียและมาตรฐานเชื้อเพลิงรถยนต์เพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองจากการเผาไหม้

การใช้มาตรฐานไอเสียและมาตรฐานเชื้อเพลิงรถยนต์ตามมาตรฐานยุโรป หรือยูโร (European Emission Standard, 2018) มาจากคำว่า ยุโรป ซึ่งหมายถึงกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป โดยกลุ่มประเทศเหล่านี้ ได้มีการวางกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับในด้านการใช้เชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีการปล่อยมลพิษให้กับสิ่งแวดล้อม ได้เริ่มมีการควบคุมการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะอย่างเป็นระบบตั้งแต่ปี ค.ศ. 1992 (พ.ศ. 2535) โดยได้มีการกำหนดมาตรฐานไอเสียสำหรับยานพาหนะควบคู่กับมาตรฐานของเชื้อเพลิง เพื่อให้ยานพาหนะที่ผลิตจำหน่ายออกมาปลดปล่อยไอเสียได้ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ผลจากการกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ก่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเทคโนโลยียานพาหนะเพื่อให้สามารถควบคุมการปลดปล่อยมลพิษให้ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน และในด้านน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งได้แก่ น้ำมันเบนซินและดีเซลก็ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อลดองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดมลพิษให้น้อยลง

มาตรฐานไอเสีย และมาตรฐานน้ำมันเชื้อ เพลิงที่ได้กำหนดไว้นั้นได้มีการพัฒนาให้มีความเข้มงวดมากขึ้นเป็นระยะๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพสิ่งแวดล้อม และปริมาณมลพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาตามปริมาณการใช้เชื้อเพลิง จึงเรียกชื่อมาตรฐานเหล่านี้ตามลำดับของการกำหนดออกมาบังคับใช้ ในปัจจุบันประเทศในแถบทวีปยุโรปใช้มาตรฐานไอเสียและมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ในมาตรฐานยูโร 6 (Euro 6)

สำหรับประเทศไทยมาตรฐานไอเสียและมาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงยังอยู่ในมาตรฐานยูโร 4 (Euro 4) สำหรับรถยนต์นั่งและรถบรรทุกขนาดเล็ก ส่วนรถบรรทุกขนาดใหญ่ยังคงอยู่ในมาตรฐานยูโร 3 (Euro 3)

หากเปรียบเทียบความแตกต่างของประเทศไทยกับประเทศในแถบทวีปยุโรปเฉพาะมาตรฐานไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลระหว่างมาตรฐาน ยูโร 4 และ ยูโร 6 จะพบความแตกต่างดังนี้

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO):

Euro 4 =0.50กรัม/กม.–Euro 6 = 0.50 กรัม/กม. (เท่ากัน)

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) + ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2):

Euro 4 = 0.30 กรัม/กม.–Euro 6=0.17 กรัม/กม. (Euro 6 น้อยกว่า 0.13 กรัม/กม.)

3. ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2):

Euro 4 = 0.25 กรัม/กม.–Euro 6 = 0.08 กรัม/กม. (Euro 6 น้อยกว่า 0.17 กรัม/กม.)

4. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM):

Euro 4 = 0.025–Euro 6 = 0.005 กรัม/กม. (ยูโร 6 น้อยกว่า 0.020 กรัม/กม.)

หากมองประเทศเพื่อบ้านในแถบอาเซียนด้วยกัน จะพบว่าประเทศมาเลเซียและประเทศเวียตนามเตรียมประกาศมาตรฐานไอเสียไว้ที่ระดับยูโร 5 และประเทศสิงคโปร์ได้ประกาศใช้มาตรฐานไอเสียไว้ที่ระดับยูโร 6 สำหรับรถยนต์ที่ออกขายตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน 2560 เป็นต้นไป

สำหรับประเทศไทยยังไม่ได้เผยแพร่ข้อมูลในการปรับปรุงมาตรฐานไอเสียฉบับใหม่ออกใช้ ซึ่งการปรับปรุงมาตรฐานไอเสียฉบับใหม่มีความเกี่ยวข้องกับผู้ประกอบการผลิตรถยนต์ เพราะประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์เพื่อส่งออกไปหลายประเทศทั่วโลก หากรัฐบาลบังคับใช้มาตรฐานไอเสียระดับยูโร 5 หรือ 6 ผลคือผู้ผลิตรถยนต์จะต้องทำการปรับปรุงเครื่องยนต์ใหม่เพื่อให้ผ่านมาตรฐานจึงเป็นต้นทุนในการผลิตเครื่องยนต์รุ่นใหม่ทำให้ราคาขายเพื่อส่งออกและจัดจำหน่ายในประเทศสูงมากขึ้น

การใช้การเดินทางโดยระบบขนส่งมวลชนให้มากขึ้นเป็นแนวทางหนึ่งที่ลดการเกิดฝุ่นละอองจากกระบวนการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและเป็นการแก้ไขปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานครได้เป็นอย่างดี

การควบคุมการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ในปัจจุบันมีกฎหมายรองรับกิจกรรมการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือขยะ โดยหากเป็นกรณีเผาหญ้าหรือขยะหรือสิ่งอื่นใดในที่ดินของตนเอง โดยมีกลิ่น แสง สี เสียง รังสี ความร้อน สิ่งมีพิษ ความสั่นสะเทือน ฝุ่น ละออง เขม่า เถ้า จนเป็นเหตุให้เสื่อมหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพแก่ผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง พ.ร.บ.การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 (Public Health Promotion, 1992) จะมีโทษจำคุกไม่เกิน 1 เดือนหรือปรับไม่เกิน 2,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ แต่หากการเผาหญ้าหรือขยะหรือสิ่งอื่นใดนั้น มีความรุนแรงถึงขั้นที่ น่าจะ เป็นอันตรายแก่บุคคลหรือทรัพย์สินของบุคคลอื่น เช่น จุดไฟแล้วไม่ดูแล ปล่อยให้ไฟลุกลามจนเพื่อนบ้านต้องเรียกรถดับเพลิงมาดับไฟ เพราะไฟใกล้จะไหม้ถึงบ้านเพื่อนบ้าน เช่นนี้เจ้าของที่ดินผู้เผาจะมีความผิดตามประมวลกฎหมายอาญามาตรา 220 ซึ่งมีโทษจำคุกไม่เกิน 7 ปี หรือปรับไม่เกิน 14,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ อย่างไรก็ตาม หากอันตรายขึ้นแก่ทรัพย์สินหรือบุคคลอื่นจริง ๆ ผู้กระทำก็ต้องรับโทษจำคุกระหว่าง 5-20 ปี และหาก รู้อยู่แล้ว ว่าการเผาดังกล่าว อาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้อันตรายต่อทรัพย์สินของบุคคลอื่นได้อย่างแน่นอน ถือว่ามีความผิดฐานวางเพลิงโดยเจตนามีโทษสูงสุดถึงประหารชีวิต

นอกจากนี้ ในกรณีการเผาป่า ซึ่งจะมีโทษตามกฎหมายป่าไม้ เช่น หากเป็นการเผาป่าที่อยู่ในเขตป่าไม้ตามพ.ร.บ.ป่าไม้ พ.ศ. 2484 (Forest Act, 1941). ต้องระวางจำคุกไม่เกิน 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 50,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ แต่หากเป็นการเผาป่าที่อยู่ในเขตป่าไม้ตามพ.ร.บ.ป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ.2507 (National Forest Reserve Act , 1964) จะมีโทษจำคุก ตั้งแต่ 6 เดือนถึง 5 ปี และปรับตั้งแต่ 5,000-50,000 บาท และหากเป็นป่าในเขตอุทยาน ตามพ.ร.บ.อุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 (National Park Act, 1961) จะมีโทษจำคุกไม่เกิน 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 20,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ เป็นต้น

ทั้งนี้การบังคับใช้กฎหมายต้องควบคู่ไปกับการให้ความรู้และการประชาสัมพันธ์ที่ดีซึ่งจะเป็นการช่วยลดปัญหาฝุ่นละอองจากการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร รวมทั้งการเผาขยะได้

การลดฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง

การป้องกันฝุ่นละอองจากการก่อสร้างสามารถช่วยลดปัญหาการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองได้ ผู้ก่อสร้างจึงควรมีมาตรการในการควบคุมและป้องกันการเกิดฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง ดังนี้

1. บริเวณทางเข้าออกสถานที่ก่อสร้างควรจัดอุปกรณ์และสถานที่สำหรับล้างทำความสะอาดล้อและตัวถังรถ ก่อนออกจากสถานที่ก่อสร้าง จัดทำรั้วทึบแข็งแรง สูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร รอบสถานที่ก่อสร้างและมีสิ่งปกคลุมทางเดินสำหรับป้องกันวัสดุตกหล่นลงในที่สาธารณะด้วย จัดทำทางเข้าออกเพียง 1 ช่องทางโดยใช้ยางแอลฟัลต์หรือคอนกรีตปูบริเวณทางเข้า-ออกด้วย ทางเข้าออกต้องไม่กีดกันช่องทางน้ำไหล และไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบระบายน้ำหรือกีดขวางช่องทางน้ำสาธารณะ อาคารก่อสร้างที่ติดกับที่สาธารณะ ผู้ก่อสร้างต้องดูแลรักษาความสะอาดทางเท้า ถนน และที่สาธารณะที่อยู่ติดกับที่ก่อสร้างด้วย การผสมคอนกรีต การใสไม้ หรืองานที่ทำให้เกิดมลภาวะ ควรทำในห้องที่มีหลังคาหรือมีผ้าคลุมและผนังปิดด้านข้างอีก 3 ด้านด้วย

2. การจัดกองวัสดุในสถานที่ก่อสร้าง ควรบรรจุผงซีเมนต์ หรือเคมีภัณฑ์ในภาชนะที่ปกปิดมิดชิด กองวัสดุที่มีฝุ่น ควรปิดหรือคลุมในที่ปิดล้อมทั้งด้านบนและด้านข้าง 3 ด้าน หรือฉีดพรมน้ำให้ผิวเปียกอยู่เสมอ เมื่อมีการขนย้ายวัสดุที่มีฝุ่น ต้องฉีดพรมน้ำก่อนย้ายทันที ไม่วางกอง หรือเก็บวัสดุเครื่องมือเครื่องใช้ ชิ้นส่วนโครงสร้างในที่สาธารณะ ต้องมีการป้องกันอันตรายต่อบุคคลและทรัพย์สิน รวมทั้งติดตั้งไฟให้สว่างเพียงพอในเวลากลางคืน

3. การเจาะ ตัด ขัดผิว ผสมคอนกรีตหรือวัสดุที่มีฝุ่นต้องฉีดน้ำหรือสารเคมีบนผิวอย่างต่อเนื่อง ขณะปฏิบัติงาน เว้นแต่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์แยกฝุ่นหรือกรองฝุ่นไว้แล้ว

4. การจัดการกับวัสดุเหลือใช้ ต้องปกคลุมเศษวัสดุด้วยผ้าคลุม หรือปิดมิดชิดทั้งด้านบน และด้านข้าง 3 ข้างด้วย จัดทำปล่องหรือวิธีการที่เหมาะสมมิดชิด สำหรับทิ้งหรือลำเลียงเศษวัสดุขนย้ายเศษวัสดุ ขยะ สิ่งปฏิกูล ออกจากที่ก่อสร้างอย่างน้อยทุก 2 วัน หรือจัดเก็บในที่มีขนาดเพียงพอ โดยทำความสะอาดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อ

ไม่ให้เกิดฝุ่นละอองสิ่งสกปรกเปรอะเปื้อน ปลายปล่องที่ใช้ทิ้งเศษวัสดุ ต้องสูงจากระดับพื้นหรือวัสดุรองรับไม่เกิน 1 เมตร

การลดฝุ่นละอองจากภาคอุตสาหกรรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม ฐานะหน่วยงานรับผิดชอบหลักในการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมให้ระบายมลพิษอากาศให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด มีแนวทางปฏิบัติเพื่อยกระดับคุณภาพอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน แบ่งเป็นมาตรการดังนี้

1. การลดฝุ่นละอองPM2.5 จากแหล่งกำเนิด มีมาตรการที่สำคัญ ได้แก่ มาตรการในการลด SO_2 โดยใช้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบซัลเฟอร์ต่ำ การควบคุมปริมาณอากาศส่วนเกิน โดยถ้าอากาศส่วนเกินน้อยปริมาณออกซิเจนในไอเสียจากการเผาไหม้ก็จะน้อย มาตรการในการลด NO_2ปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิง โดยใช้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบไนโตรเจนต่ำ ควบคุมสภาพแวดล้อมขณะมีการเผาไหม้ให้เหมาะสม NO_2 จะเกิดขึ้นบริเวณเปลวไฟที่มีความร้อนสูง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของเปลวไฟไม่ให้สูงเกินไป ปรับปรุงอุปกรณ์เผาไหม้โดยใช้อุปกรณ์เผาไหม้ที่มีอัตราการปลดปล่อย NO_2 ต่ำ

2. การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงสะอาด เช่น ก๊าซธรรมชาติ (NG) หรือการใช้พลังงานทดแทน

3. การใช้อุปกรณ์จับฝุ่นวิธีการจัดการภายหลังในระบบไอเสีย โดยเฉพาะโรงงานที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง วิธีการนี้ จะช่วยบำบัดมลพิษทางอากาศได้มากกว่า 90 %

4. โรงงานจำเป็นต้องทำการบำรุงรักษาระบบบำบัดมลพิษทางอากาศของโรงงาน ให้มีประสิทธิภาพดีอยู่ตลอดการใช้งานเพื่อป้องกันการปลดปล่อยสารมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมและชุมชมภายนอก โดยควรทำการประเมินประสิทธิภาพอยู่เสมอ

สรุป

การจัดการปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในประเทศควรมีการกำหนดนโยบายและวิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีซึ่งจากการศึกษาข้อมูลในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองในหลายประเทศมีการวางนโยบายและมาตรการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น รัฐบาลจีนได้ดำเนินการสั่งปิดโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ถ่านหิน และเร่งรัดให้ประชาชนเลิกใช้ถ่านหินในการให้พลังงานความร้อน, เก็บภาษีอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 12 หยวนต่อหน่วยการปล่อยมลพิษทางอากาศ ระงับโครงการก่อสร้าง ตั้งทีมขจัดควันพิษ เพื่อตระเวนห้ามกิจกรรมการปิ้งย่างกลางแจ้ง สั่งห้ามขายอาหารปิ้งย่างบนท้องถนน รวมถึงห้ามเผาใบไม้ทุกชนิด ประเทศอินเดียเป็นอีกหนึ่งประเทศที่มีปัญหาฝุ่นละอองหลังจากที่สถิติมลพิษทางอากาศของอินเดียพุ่งสูงใกล้เคียงกับประเทศจีน รัฐบาลอินโดนีเซียจึงออกนโยบายห้ามรถยนต์ที่มีเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ รถ SUV ที่มีเครื่องยนต์มากกว่า 2000 CC และรถแท็กซี่เครื่องยนต์ดีเซลอีกหลายพันคันหยุดวิ่ง และการทดลองนโยบายการให้รถยนต์เลือกหยุดวิ่งในวันคี่-วันคู่ พร้อมกับกระตุ้นให้ผู้คนใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น

ประเทศแถบทวีปยุโรป เช่น ฝรั่งเศส เลือกวิธีการสนับสนุนให้ประชาชนใช้ระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น โดยไม่อนุญาตให้ใช้รถยนต์ส่วนตัววิ่งในย่านศูนย์กลางเมืองในช่วงสุดสัปดาห์ห้ามใช้รถยนต์ในย่านฌ็องเซลิเซ่ 1 ครั้งต่อเดือน และยังสนับสนุนให้ใช้จักรยาน โดยจัดตั้งโครงการยืมจักรยานให้กับประชาชน และจะยกเลิกการใช้รถยนต์ดีเซล ภายในปี 2568 เช่นเดียวกับหลายเมืองใหญ่ในโลก อย่าง เอเธนส์ เม็กซิโกซิตี้ และมาดริด

สำหรับประเทศไทยในช่วงต้นปี2562 กรุงเทพมหานครร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมควบคุมมลพิษ กองทัพบก กองบัญชาการตำรวจนครบาล กองบังคับการตำรวจจราจร กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมอุตุนิยมวิทยา กรมฝนหลวง และกรมอนามัย เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 และลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน โดยมีมาตรการ

ระยะสั้น เช่น ล้างทำความสะอาดถนน และผิวการจราจรทุกวันสั่งห้ามเผาขยะ เผาหญ้าในที่โล่งแจ้ง เร่งคืนผิวจราจรในแนวก่อสร้างรถไฟฟ้า ทำให้รถเคลื่อนตัวได้ดีขึ้น ไม่เกิดการสะสมของค่าฝุ่นละอองจากควันท่อไอเสียรถ ควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างอาคารและรถไฟฟ้า ตั้งด่านตรวจจับรถควันดำ ทำฝนหลวงและฉีดพ่นน้ำด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง ทั้งยังกำหนดเวลาวิ่งรถบรรทุกขนาดใหญ่ในเขตเมืองเวลา 10.00-15.00 น. เพื่อหลีกเลี่ยงความหนาแน่นของจราจร

นอกจากนี้การรณรงค์ให้ประชาชนที่มีรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล ปรับแต่งเครื่องยนต์ให้สมบูรณ์ก่อนนำมาใช้เพื่อไม่ก่อให้เกิดควันดำจากท่อไอเสีย พร้อมกับให้ ขสมก. เปลี่ยนรถโดยสารประจำทาง จากรถรุ่นเก่าอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี มาเป็นรถเมล์เอ็นจีวี 489 คันอีกทั้งยังได้มีการหารือร่วมกับรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน ในการปรับเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันดีเซล มาเป็นน้ำมันไบโอดีเซล บี 20 (B20) จากน้ำมันพืช และน้ำมันปาล์ม

References

Department of Health and Department of Disease Control. (2015). *Guidelines for Monitoring Risk Areas from Air Pollution Particulate Matter Case Study*. Nonthaburi:

The Ministry of Public Health Forest Act. (1941). Ministry of Natural Resources and Environment. Retrieved from http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%BB26/%BB26-20-9999-update.pdf

Green Peace Group. (2017). *The Pollution particulate matter 2.5 micrometers or less PM2.5 of Thailand January–June 2017*. Retrieved from https://www.greenpeace.or.th/s/right-to-clean-air/PM2.5-in-Thailand_Jan-Jun2017.pdf

Jiménez, E., Linares, C., Rodríguez, L.F., Bleda, M.J., & Díaz, J. (2009). Short-term impact of particulate matter (PM2.5) on daily mortality among the over-75 age group in Madrid (Spain). *Science of the Total Environment, 407*(21), 5486–5492.

Nawahda, A. (2013). Reductions of PM2.5 air concentrations and possible effects on premature mortality in Japan. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/257673822_Reductions_of_PM25_Air_Concentrations_and_Possible_Effects_on_Premature_Mortality_in_Japan

Nguyen. (2017). *A study in urban air pollution improvement in Asia*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Nguyen_Thi_Oanh/2

Nguyen. (2018). *A study in urban air pollution improvement in Asia*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Nguyen_Thi_Oanh/2

National Ambient Air Quality Standards. (2016). *NAAQS Table*. Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency.

National Forest Reserve Act. (1964). *Ministry of natural resources and environment*. Retrieved from http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%BB27/%BB27-20-9999-update.pdf

National Park Act. (1961). Ministry of natural resources and environment. Retrieved from http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%CD10/%CD10-20-9999-update.pdf. (in Thai)

Pollution Control Department. (2013). *Air quality index: AQI*. Bangkok: The Ministry Of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Pollution Control Department. (2017). *Thailand state of pollution report 2017*. Bangkok: The Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Pollution Control Department. (2018). *Study sources the origin and guidelines management PM 2.5 in Bangkok and metropolitan Areas*. Bangkok: The Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Public Health Promotion (1992). The Ministry of Public Health. Retrieved from http://hs.crru.ac.th/newhs2015/file/file/%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B8%9A.%E0%B 8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%98%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%82%202535.pdf (in Thai)

Shi, Y., & et al. (2018). Long-term trends and spatial Patterns of PM2.5-induced premature mortality in South and Southeast Asia from 1999 to 2014. *Science of the Total Environment, 631*(1), 1504–1514.

Surapipit, W. (2012). Why is the dust important? Part 1. *Air and Noise New, 5*(1), 4-5. (in Thai)