

ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5})

Disaster in the Winter of Particle Matter (PM_{2.5})

ธิดารัตน์ พลพิบูลย์, ดร. อัสริย์ฐิกา ชัยสวัสดิ์ และ ศ. นพ. อมฤต รุ่งพิสุทธพงษ์

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว รวมทั้งความต้องการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลให้ภาคเหนือของประเทศไทยมีอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เพิ่มขึ้น อนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ได้นำไปสู่ความกังวลในเรื่องของสุขภาพของประชากร โดยเฉพาะโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นที่รู้กันดีว่าอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดในเพศหญิงบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีค่าสูงที่สุดในเอเชีย ข้อมูลพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{2.5}) ช่วงก่อนและหลังเกิดปัญหาวิกฤติหมอกควันในปี 2556 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง มีนาคม 2556 ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการเผาในที่ป่าและการเผาพื้นที่ทำการเกษตร ในขณะที่เดียวกันพบว่าค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่น PM_{2.5} ในบรรยากาศทั่วไปมีปริมาณสูงเกินค่ามาตรฐานที่ทางสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐและกรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้คือ 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน, มะเร็งปอด, วิกฤติหมอกควัน

Abstract

Along with rapid economic growth and enhanced agricultural productivity, particulate matter of less than 2.5 microns emissions in the northern cities of Thailand have been increasing. Emissions of particulate matter have brought about a series of public health concerns, particularly chronic respiratory diseases. It is well known that lung cancer incidence among northern Thai women is one of the highest in Asia. Data found that the levels of fine particulate matter (PM_{2.5}) before and after the "Haze Episode" in 2013, from November 2012 to March 2013 were from forest fire and agricultural field burning. In addition the 24-hour PM_{2.5} concentrations were higher than the national standard (*United States Environmental Protection Agency*, US.EPA.) and Thailand standard (*Pollution Control Department*, PCD) of 35 ug/m³ and 50 ug/m³ respectively.

Keywords: PM_{2.5}, lung cancer, Haze Episode

ความนำ

ปัจจุบันมลพิษทางอากาศจัดว่าเป็นปัญหาสำคัญและทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี วิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป จนส่งผลให้มีการใช้พลังงานในภาคส่วนต่างๆ เพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม การคมนาคม การผลิตไฟฟ้า ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลให้เกิดมลพิษทางอากาศแทบทั้งสิ้น (จิตลดา หมายมั่น, 2555) ปริมาณของอากาศเสียที่ถูกปล่อยออกมา ซึ่งจะปรากฏในรูปของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามมา โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และ 10 ไมครอน (PM_{10}) หากมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศจะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง ซึ่งได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้วจะเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย (Jinsart *et al.*, 2002)

หากกล่าวถึงปัญหามลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปัจจุบันพบว่ามีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคม 2555 กรมควบคุมมลพิษได้ประกาศให้ 9 จังหวัดภาคเหนือ ประกอบด้วย จังหวัด เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน อุตรดิตถ์ และพะเยา เป็นพื้นที่ที่มีหมอกควันเกินค่ามาตรฐาน จนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากการเกิดไฟป่าในหลายจุด ประกอบกับทางภาคเหนือของประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะ มีภูเขาล้อมรอบ ทำให้การไหลเวียนของอากาศค่อนข้างนิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาวคือ ช่วงเดือนธันวาคม-มกราคมแล้ว อากาศที่เป็นมลพิษเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เกี่ยวกับระบบหายใจ หัวใจและปอด และยังส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย มีการรายงานจากองค์การอนามัยโลกว่ามลพิษทางอากาศส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และพบว่าประชากรทั่วโลกมากกว่า 2.7 ล้านคนที่เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศ (World Health Organization, 2003) ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในหน้าหนาว จัดเป็นปัญหาสำคัญเนื่องจากส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่

ของประชาชน ได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะ ผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน บดบังทัศนวิสัย และเป็นอุปสรรคในการคมนาคมและขนส่ง ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และระบบนิเวศป่าไม้ รวมทั้งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวที่เป็นระบบเศรษฐกิจที่สำคัญของพื้นที่ ซึ่งความรุนแรงของปัญหาโดยทั่วไปปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าหนาวถึงหน้าแล้ง (ธันวาคม-เมษายน) ของทุกปี ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเนื่องจากความแห้งที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของไฟป่า ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน สำหรับปีที่มีฝนตกน้อยหรือเกิดภาวะแห้งแล้งจะทำให้การชะล้างหมอกควันหรือฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศเป็นไปได้น้อย ในอดีตพบว่าในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยได้ประสบปัญหาหมอกควันที่รุนแรงมาก ระดับหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ขึ้นสูงมากต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ ปัญหานี้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวและการบริการรวมถึงการจราจรทั้งทางบกและทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีผลต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่โดยตรง

การกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

ในช่วงทศวรรษ 1980 งานวิจัยเกี่ยวกับฝุ่นละอองในอากาศได้เปลี่ยนจุดสนใจมาที่ฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากฝุ่นขนาดเล็กที่มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้มากกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ โดยปี ค.ศ. 1997 United States Environmental Protection Agency (USEPA) ได้กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับหรือเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ไว้ในมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศ

สหรัฐอเมริกา (National Ambient Air Quality Standards: NAAQS) เพื่อปกป้องความปลอดภัยของสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้ให้ความสำคัญกับ $PM_{2.5}$ ตามความประสงค์ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ตระหนักถึงผลกระทบของ $PM_{2.5}$ ที่อาจมีต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนไทย ประกอบกับมีข้อมูลหลักฐานจากประเทศต่าง ๆ ในหลายทวีปชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของฝุ่นละอองในอากาศกับภาวะสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เช่น สหราชอาณาจักร กรีซ สหรัฐอเมริกา แอฟริกา ยุโรป และไต้หวัน ในช่วงปี ค.ศ. 1987 รัฐสภาของสหรัฐอเมริกาได้มีการพิจารณาออก พ.ร.บ. คุณภาพอากาศ (Clean Air Act) ที่กำหนดให้ USEPA มีหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดและดูแลคุณภาพอากาศทั่วไปของสหรัฐอเมริกาให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด จึงส่งผลให้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนขึ้นและประกอบกับข้อมูลหลักฐานใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่ยืนยันว่า ฝุ่นละอองในอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

มาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป” ได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g m^{-3}$) และค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมงจะต้องไม่เกิน 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g m^{-3}$) ในขณะที่ USEPA กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g m^{-3}$) และได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเวลา 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g m^{-3}$) ในประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ล่าสุด ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง “กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป” ได้กำหนดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) เพื่อเป็นเกณฑ์สำหรับการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($mg m^{-3}$) หรือ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา 1 ปีจะต้องไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

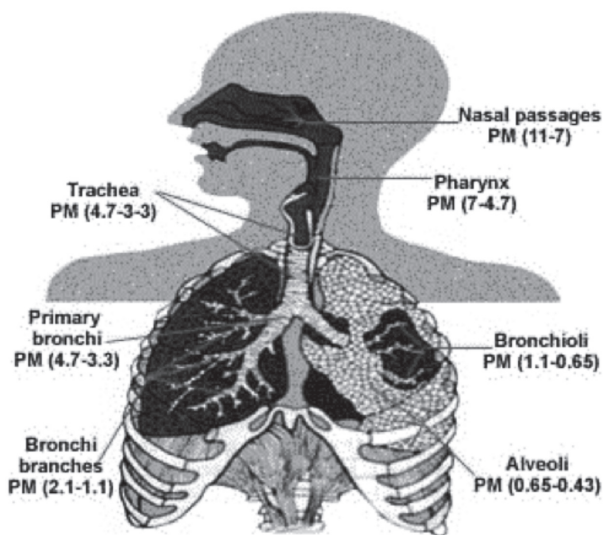
ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงต่อสุขภาพประชาชน เนื่องจากเมื่อเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ทางระบบทางเดินหายใจ จะทำลายอวัยวะของระบบทางเดินหายใจโดยตรง และยังทำให้เกิดการระคายเคืองตา ระคายคอ แสบหน้าอก หายใจถี่ หอบหืดอักเสบ เกิดหอบหืด ภูมิแพ้ และอาจเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โดยเส้นทางของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ทางเดินหายใจนั้นขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และความหนาแน่น รวมถึงลักษณะของลมหายใจร่วมด้วย (วนิดา จินตาสตร, 2551) ปกติมลพิษอากาศรวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กจะเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ ระบบทางเดินหายใจจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนบนคือ ช่องจมูกและหลอดลม และระบบทางเดินหายใจส่วนล่างคือ ท่อปอด (bronchial tubes) และปอด ซึ่งฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน หรือที่เรียกว่าฝุ่นที่หายใจเข้าไป (respiration particulate matter, RPM) จะรอดจากการกรองเข้าไปถึงปอดได้ ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จะเข้าไปถึงถุงลมปอดได้ ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ทำให้เกิดการระคายเคืองและมีผลต่อการและโรคทางเดินหายใจ

โรกระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ประกอบด้วย

1. โรคหลอดลมปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)
2. โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis)
3. โรคถุงลมโป่งพอง (Emphysema)
4. โรคปอดอักเสบ (Interstitial lung disease)
5. โรคหอบหืด (Asthma)



ภาพ 1 ขนาดของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์

จากการศึกษาของกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข สํารวจพบว่า มีความชุกของโรคมะเร็งปอดมากในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่และลำปาง โดยมีความสัมพันธ์กับการสัมผัสก๊าซเรดอนในอาคารบ้านเรือน นอกจากนี้ผลการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พบว่า แหล่งกำเนิดของมลพิษอากาศในบริเวณแอ่งเชียงใหม่มีส่วนใหญ่มาจากน้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรม โดยออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ทั้งในที่ราบลุ่มเชียงใหม่และ

ลำพูน และในจังหวัดลำปางมลพิษอากาศของแอ่งแม่เมาะ มาจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแม่เมาะและเหมืองแร่ลิกไนต์ ทำให้เกิดฝุ่นละอองและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้ประชาชนเจ็บป่วยและพืชผลการเกษตรเสียหาย (ทิพวรรณ ประภามณฑล และคณะ, 2553) ปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กทำให้คนที่อยู่ในที่โล่งนานๆ มีอาการแสบตา ตาแดง น้ำตาไหล คอแห้ง ระคายคอ หายใจติดขัด เหนื่อยง่าย และแน่นหน้าอก ผลศึกษาข้อมูลผู้ป่วยนอกในกลุ่มเสี่ยง เป็นโรคมะเร็งทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และหอบหืด ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในปี 2550 จากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าระดับค่าฝุ่นขนาดเล็ก ที่มีปริมาณเกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรขึ้นไป จะส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงที่ป่วยเป็นโรคหอบหืดและถุงลมโป่งพองสูงขึ้นถึง 3.5 เท่า ขณะที่ประชาชนทั่วไปจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 0.25 เมื่อค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นในทุกๆ 10 ไมโครกรัม และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ดำเนินการวิจัยการหาความสัมพันธ์ของฝุ่นละอองกับอัตราการป่วยและเสียชีวิตของประชาชนในเชียงใหม่และลำพูน พบค่าเฉลี่ยรายวันของฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน ในเชียงใหม่สูงกว่ามาตรฐานของสหรัฐอเมริกาถึง 3-6 เท่า ส่งผลให้ผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจในเชียงใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี ฝุ่นขนาดเล็กจะทำให้หลอดเลือดหัวใจตีบตัน ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการเสียชีวิตเพิ่มขึ้น เช่นที่โรงพยาบาลสารภี เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่พบปริมาณฝุ่นละอองสูงในจังหวัดเชียงใหม่ (มงคล ราชะนาคร, 2553) ข้อมูลของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม รายงานว่า ฝุ่นควันหรือฝุ่นขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาไหม้จะส่งผลกระทบ ทำให้มีอาการทางระบบทางเดินหายใจ และอาการทางตา นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคหัวใจเพิ่มมากขึ้น โดยฝุ่นจะเข้าไปยังปอดในถุงลม เมื่อสิ่งแปลกปลอมเข้าไป ทำให้เม็ดเลือดขาวเข้าไปกำจัดสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ และเกิดการอักเสบในหลอดเลือดได้ ก่อให้เกิดอันตรายต่อปอด เช่นการอักเสบของถุงลมปอด และบางรายอักเสบมากจนทำให้เกิดการหายใจลำบากจนถึงขั้นภาวะวิกฤตได้

หรืออาจทำให้หลอดเลือดหัวใจอักเสบได้ ซึ่งฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาไหม้ในบริเวณภาคเหนือ ก็ทำให้เกิดอาการได้เช่นเดียวกันกับฝุ่นควันจากท่อไอเสียรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร และยังพบว่าหากเพิ่มปริมาณฝุ่นทุก 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้เพิ่มอัตราการตายทุกสาเหตุร้อยละ 4.5 เพิ่มอัตราการตายจากโรคระบบทางเดินหายใจร้อยละ 9.8 เพิ่มอัตราการตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดร้อยละ 3.9 เพิ่มอัตราการตายในผู้สูงอายุที่มากกว่า 65 ปีถึงร้อยละ 5.4 โดยเฉพาะผู้ที่มิมีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจมาก่อน เช่น ภูมิแพ้ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโรคหัวใจ (สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์, 2552) นอกจากนี้อันตรายของฝุ่นละอองจะขึ้นอยู่กับประเภทและองค์ประกอบของฝุ่นละออง แต่โดยทั่วไปแล้วจะก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจเท่านั้น ยกเว้นฝุ่นละอองบางชนิดซึ่งมีพิษอยู่ในตัวของมันเอง เช่น ฝุ่นทรายซึ่งมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ และฝุ่นละอองของโลหะหนักต่าง ๆ ซึ่งเป็นอันตรายต่อปอดมาก

ผลกระทบต่อบรรยากาศโดยทั่วไปจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ฝุ่นละอองจะลดระยะทางในการมองเห็นเนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น การที่มีฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเป็นจำนวนมากจะบดบังทัศนวิสัย (visibility) ทำให้ระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศลดลงร้อยละ 25 – 45 ไม่สามารถมองเห็นวัตถุในระยะทางไกล ๆ ได้ และจากการศึกษาวิจัยของ Steven และคณะ (2009) พบว่าฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศเป็นสาเหตุหลักในการลดความสามารถในการมองเห็นในเขตเมืองเดนเวอร์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Liacos และคณะ (2012) ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักของทัศนวิสัยที่ลดลงเกิดจากฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศของเมืองลอสแอนเจลิส ซึ่งลดความสามารถในการมองเห็นในเขตอุทยานแห่งชาติและ

บริเวณกว้างว่างเปล่ามีสาเหตุมาจากฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิอากาศ เนื่องจากฝุ่นละอองสามารถดูดซับและหักเหแสง ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลกลดลง ซึ่งภาวะเช่นนี้ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิเย็นลง ในขณะที่ชั้นบรรยากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น (Amos, *et al.*, 2010) และฝุ่นละอองยังเป็นอนุภาคทำให้เกิดการกลั่นตัวของเมฆในบรรยากาศทำให้กระบวนการดูดซับความชื้นในอากาศให้กลายเป็นเมฆน้ำเกิดเร็วขึ้นและเกิดกลุ่มเมฆจำนวนมาก องค์ประกอบ ปริมาณ และความเข้มข้นของฝุ่นอาจจะส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพและกำลังสะท้อนของก้อนเมฆ มีผลให้สถานที่ที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทั้งนี้ยังได้ระบุอีกว่าฝุ่นละอองในอากาศอาจมีปฏิกิริยาหรือได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบในบรรยากาศจากอนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็กและการตกสะสมของกรดมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ในภาคตะวันออกของสหรัฐอเมริกาเนื่องจากปริมาณซัลเฟตที่มีอยู่มากในฝุ่นละอองทำให้ฝุ่นมีสถานะเป็นกรด ซึ่งฝุ่นกรด (acid aerosol) เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก่อให้เกิดผลเสียหลายประการ เช่น การทำลายภาพเขียน ทำให้สิ่งก่อสร้างเกิดความสกปรก และกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะและวัตถุอื่น ๆ ในเขตเมือง (Baker and Scheff, 2007) สำหรับอนุภาคฝุ่นละอองที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเกิดมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลนั้น ยังเป็นตัวการทำให้ผิวของอาคารสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์มีสีดำสกปรก และทำลายความงดงามของอนุสาวรีย์หรืออนุสรณ์สถานต่าง ๆ ในประเทศอิตาลี (Martellini, *et al.*, 2012) นอกจากนี้ในสหรัฐอเมริกายังได้รับผลกระทบจากการตกสะสมของกรด ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในลำธารมีสภาพเป็นกรดทำให้ปลาจำนวนมากตาย และการตรวจสอบพบว่าน้ำในลำธารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำ และมีสารอะลูมิเนียมปริมาณมาก กรณีส่งผลกระทบต่อพืชพบว่าอนุภาคของฝุ่นละอองที่ตกสะสมบนใบไม้ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณและความเข้มข้นของแสงที่จะไปถึงสารคลอโรฟิลล์ ทำให้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง

เกิดขึ้นได้ไม่เต็มที่ (Baker and Scheff, 2007) นอกจากนี้ อนุภาคฝุ่นละอองยังรบกวนการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี รวมทั้งยังสร้างความเสียหายให้พืชโดยการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของผิวใบ หรือโดยการละลายหรือแยกสารเคลือบใบออกมา ซึ่งสารเคลือบใบเป็นสารคล้ายขี้ผึ้งบาง ๆ ห่อหุ้มผิวด้านนอกของเยื่อใบ สารนี้มีลักษณะค่อนข้างแข็งไม่ดูดน้ำ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออกไปจากใบโดยง่าย ถ้าไม่มีสารดังกล่าวห่อหุ้มไว้ พืชอาจแห้งและเฉาตายได้ง่าย การทำลายสารเคลือบใบทำให้การรักษาสมดุลของน้ำในใบไม่เปลี่ยนแปลงไป หรือเป็นการยอมให้สารเคมีที่เป็นพิษสามารถซึมผ่านเยื่อใบได้ แต่มีเชื่อว่าอนุภาคฝุ่นละอองจะสามารถแทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อชั้นในของใบได้โดยตรง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ricks and William (1974) ได้สังเกตพบว่าใบของต้นโอ๊คที่อยู่ภายในโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าจากแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมของผงถ่านหินและน้ำมันดินพบว่าใบโอ๊คเต็มไปด้วยฝุ่นละอองทั้งท้องใบและหลังใบโดยเฉพาะปากใบที่มีช่องว่างให้อากาศผ่านสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซจะปกคลุมด้วยฝุ่นละอองซึ่งขัดขวางกลไกการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืช

สรุป

ปัจจุบันปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) นับเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง มีผลต่อการลดอายุขัยเฉลี่ยของประชาชนลง อีกทั้งยังเป็นที่มาของการเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาลอันเนื่องมาจากอาการเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ เพิ่มสูงขึ้น เกิดภาระของการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และโรคมะเร็งปอด เป็นต้น นอกจากนี้ยังสร้างความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติอีกด้วย และในปีหนึ่ง ๆ มีประชากรที่ต้องเสียชีวิตเนื่องจากมลพิษทางอากาศหรือเสียเงินค่ารักษาสุขภาพจากอากาศเจ็บป่วยเป็นจำนวนไม่น้อย ในช่วงหลายปีมานี้ประเทศไทยได้ประสบกับปัญหาสถานการณ์หมอกควันจากไฟป่าและการเผาในที่โล่งเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน แพร่น่าน พะเยา และ อุตรดิตถ์ ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กออกสู่อากาศ ส่งผลให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ดังนั้นจำเป็นต้องหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นรูปธรรม โดยการติดตาม เฝ้าระวัง ควบคุม และป้องกันกันอย่างจริงจัง

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). *กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ค้นจาก http://infofile.pcd.go.th/law/2_99_air.pdf?CFID=17460708&CFTOKEN=63440791
- จิตลดา หมายมั่น. (2555). เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด Cleaner Technology, *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(1), 34-39.
- ทิพวรรณ ประภามณฑล, ธัญภรณ์ เกิดน้อย, สมพร จันทระ, อนงค์ศิลป์ ด่านไพบูลย์, ไพสิฐ พานิชย์กุล, สมรัก รัศกุลณัฐวัฒน์, ศุภชัย ชัยสวัสดิ์, สุชาติ เกียรติวิวัฒน์เจริญ. (2553). *การขยายผลการวิจัยมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพสู่ชุมชนเพื่อการเรียนรู้และลดแหล่งกำเนิดฝุ่นในอากาศ ในชุมชนภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย*. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ค้นจาก http://www1.nrct.go.th/downloads/pc/seminar/file_solve_global_warming/3.presentation3.pdf

- มงคล ราชะนาคร. (2553). *หมอกควันและมลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่*. เอกสารวิชาการ: ชุดความรู้ นโยบายสาธารณะ สถาบันศึกษานโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แผนงานสร้างเสริมการเรียนรู้ กับสถาบันอุดมศึกษาไทยเพื่อการพัฒนา นโยบาย สาธารณะที่ดี (นสธ.) สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.).
- วนิดา จินาสตร. (2551). *มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 28-146.
- สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์. (2552). *สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค*. ค้นจาก <http://www.rakdara.net/overview.php?c=9&id=4768>
- Amos, P. K. T., Loretta, J. M. & Daniel, J. J. (2010). Correlations between fine particulate matter (PM_{2.5}) and meteorological variables in the United States: Implications for the sensitivity of PM_{2.5} to climate change. *Atmospheric Environment*, 44(32), 3976–3984.
- Baker, K. & Scheff, P. (2007). Photochemical model performance for PM_{2.5} sulfate, nitrate, ammonium, and precursor species SO₂, HNO₃ and NH₃ at background monitor locations in the central and eastern United States. *Atmospheric Environment*, 41(29), 6185–6195.
- Environmental Protection Agency (US EPA). (1997). National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Retrieved from <http://www.epa.gov/air/criteria.html>
- Jinsart, W., Tamura, K., Loetkamonwit, S., Sarawut Thepanondh, S., Kanae, K. & Yano, E. (2002). Roadside particulate air pollution in Bangkok. *J. Air & Waste Manage. Assoc*, 52, 1102-1110.
- Liacos, W. J., Kam, W., Delfino, J. R., Schauer, J. J. & Sioutas, C. (2012). Characterization of organic, metal and trace element PM_{2.5} species and derivation of freeway-based emission rates in Los Angeles, CA. *Science of The Total Environment*, 435–436, 159–166.
- Martellini, T., Giannoni, M., Lepri, L., Katsoyiannis, A. & Cincinelli, A. (2012). One year intensive PM_{2.5} bound polycyclic aromatic hydrocarbons monitoring in the area of Tuscany, Italy. Concentrations, source understanding and implications. *Environmental Pollution*, 164, 252–258.
- Ricks, G. R. & Williams, R. J. H. (1974). Effect of atmospheric pollution on deciduous woodland. Part 2: Effects of particulate matter upon stomatal diffusion resistance in leaves of *Quercus petraea*. Leibl. *Environmental Pollution*, 6, 87-109.
- Steven J. D., James J. S., Sverre, V. & Michael, P. H. (2009). PM_{2.5} characterization for time series studies: Pointwise uncertainty estimation and bulk speciation methods applied in Denver. *Atmospheric Environment*, 43(5), 1136–1146.
- World Health Organization. (2003). WHO guidelines for air quality. Fact Sheet No. 187. Retrieved from <http://www.who.int/inffs/en/fact187.html>

