แหล่งกำเนิด ผลกระทบและแนวทางจัดการฝุ่นละออง PM 2.5 บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย

Emission Source Impact and Problem Solving and Management on PM 2.5 in the Northern part of Thailand.

ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ[1] และณัฐพศุตม์ ภัทธิราสินสิริ[2]

Kanidta Chairattanawan and Natphasuth Patthirasinsiri

Received 7 เม.ย 2562 & Retrieved 3 เม.ย 2563

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิด ผลกระทบและแนวทางจัดการฝุ่นละออง PM 2.5 บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ใช้วิธีการวิจัยเชิงเอกสาร โดยการสังเคราะห์บทความวิจัยที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI ISI และรายงานและเอกสารที่เผยแพร่โดยหน่วยงานภาครัฐ รวมทั้งหมด 15 เรื่องที่คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการสังเคราะห์พบว่า แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง PM 2.5 อันดับแรกมาจากการเผาในที่โล่ง รองลงมาเกิดขึ้นจากไอเสียรถโดยเฉพาะดีเซล ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีทั้งการบดบังทัศนวิสัยการมองเห็น ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ ผลกระทบด้านคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ส่วนแนวทางในการจัดการฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ควรดำเนินการอย่างเร่งด่วน ทั้งการป้องกันและการควบคุม เช่น การถ่ายทอดองค์ความรู้ ผลเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับฝุ่นละออง PM 2.5 ทั้งด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่เกิดขึ้นให้กับประชาชนได้รับทราบ พร้อมๆ กับภาครัฐควรกำหนดมาตรการอย่างเคร่งครัดในการป้องกันและควบคุมเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: PM 2.5 แหล่งกำเนิด ผลกระทบ

Abstract

The research aimed to study on the emission sources, impact and problem solving and management on PM 2.5 in the northern part of Thailand. The study was based on the secondary data analysis method. The 15 original research papers which were on the TCI, ISI level and government research report and articles. The results from all the research articles were carefully analyzed. The results showed that the source of PM 2.5 were firstly generated from outdoor burning.

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำนักวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

[1] Asst. Professor, General Education Institution, Sripatum University. E-mail : kanidta.ch@gmail.com

[2] นักวิจัย ศูนย์ผู้นำธุรกิจเพื่อสังคม.

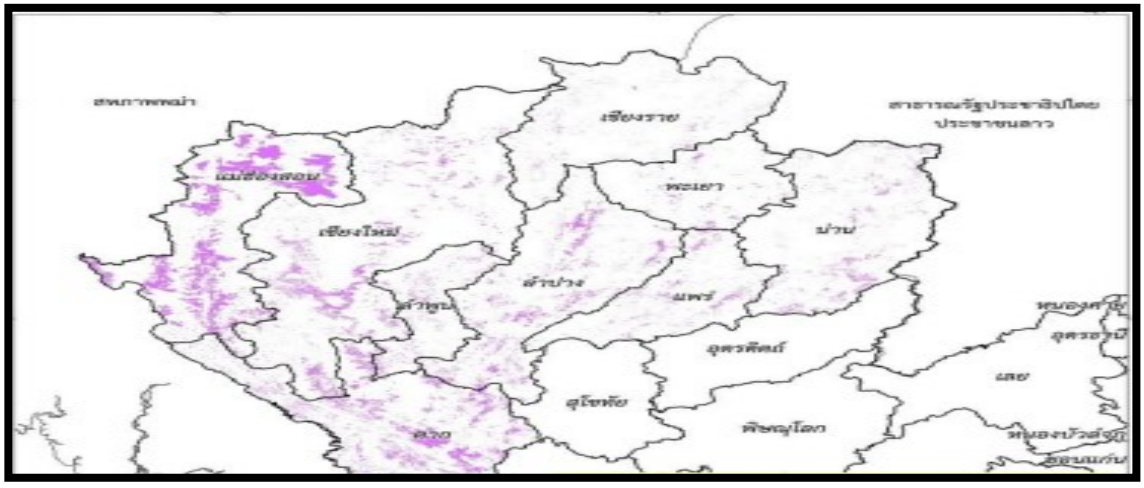
[2] Researcher, Social Enterprise Leadership Center.

And secondary was wildfire which was occurred in the country and neighboring countries. The impacts of PM 2.5 were in the economic health and environment. The ways to solve all the problem above was in the short term were prevention and control such as knowledge and informations the problems and impact of PM 2.5 on economic, environment and health were quickly informed. Moreover, the government section should set and announce the standard and process to prevent control and solve the problem in the long term.

Keywords: PM 2.5 emission source impact

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในทุกๆ ต้นปี ระหว่างเดือนมกราคม จนถึงเดือนมิถุนายน ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นวิกฤตเรื้อรังที่เกิดขึ้น ประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดมาซ้ำแล้วซ้ำอีกมายาวนานกว่า 10-15 ปี ทำให้เมื่อปี 2550 รัฐบาลไทยได้ประกาศให้ปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองบริเวณภาคเหนือเป็นวาระแห่งชาติ และในปี 2562 นี้ก็ได้มีประกาศให้การแก้ปัญหาฝุ่นพิษนี้เป็นวาระแห่งชาติอีกครั้งเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ที่ผ่านมา เนื่องจากหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิดขึ้นอย่างมากมาย จนเรียกว่าอยู่ใน ขั้นวิกฤตอย่างมากโดยเฉพาะที่บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย รวม 9 จังหวัด ดังแสดงในภาพ 1 ฝุ่นพิษนี้ได้เกิดขึ้นอย่างรุนแรงมากที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ส่งผลให้มีผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นพิษเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะผู้ที่มีโรคประจำตัวอยู่แล้วเมื่อได้รับฝุ่นพิษเข้าไปกระตุ้นจะมีอาการกำเริบได้รวดเร็วขึ้นด้วย



ภาพ 1 พื้นที่ 9 จังหวัด (แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง ตาก พะเยา แพร่ และน่าน) บริเวณภาคเหนือของประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบจากหมอกควันและฝุ่นละออง

ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 (เชียงใหม่), 2561: 24.

ในช่วงหน้าหนาวจนถึงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน) ของทุกปีซึ่งมีสภาวะอากาศแห้งและนิ่ง มักพบการเพิ่มสูงขึ้นของฝุ่นละอองในหลายพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือ สาเหตุนั้นเกิดจากหลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยสำคัญมีอยู่ 3 เรื่อง ได้แก่ สภาพภูมิประเทศทางเหนือประกอบด้วยพื้นที่ราบที่มีภูเขาล้อมรอบ ทำให้มีลักษณะคล้ายแอ่งกะทะ สภาพอากาศในช่วงปลายฤดูหนาวก่อนเข้า ฤดูแล้งจะมีสภาพอากาศที่นิ่งและแห้ง ไม่มีลมพัด และความกดอากาศสูง จึงส่งผลให้เกิดไฟป่าได้ง่ายทั้งในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน (พม่า ลาว และกัมพูชา) ทำให้ฝุ่นละอองต่างๆ ลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน ไม่ตกลงสู่พื้นดิน ก่อให้เกิดการสะสมมลพิษในบรรยากาศขึ้นได้ และการเผาในที่โล่ง ซึ่งพบได้หลายรูปแบบ เช่น การเผาขยะ การเผาไร่ หรือการเผาวัชพืชเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้การเผาในที่โล่งจะเกิดขึ้นมากที่สุดในเดือนมีนาคม และในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมจะมีการเผาในที่โล่งมากที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตากและน่านมากที่สุด (สมพร จันทระ , 2561) และจากการศึกษาและวิจัยของสมพร จันทระ (2561) ได้พบว่าการเผาชีวมวล 4 ชนิด ซึ่งได้แก่ ฟางข้าว ต้นข้าวโพดแห้ง เศษใบไม้จากป่าเต็งรัง และเศษใบไม้จากป่าเบญจพรรณ จะทำให้มีการปล่อยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน หรือที่รู้จักในชื่อ PM 2.5 และยังพบสารก่อมะเร็งในกลุ่มพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนมากถึง 16 ชนิด โดยที่การเผาฟางข้าวและใบไม้จากป่าจะทำให้เกิด PM 2.5 มากกว่าการเผาต้นข้าวโพดแห้ง โดยการเผาฟางข้าวและข้าวโพดรวมเศษไม้ เศษใบไม้ น้ำหนัก 1 กิโลกรัม จะทำให้เกิด PM 2.5 จำนวนถึง 2.15 – 4.38 กรัม

และเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2562 สื่อทุกฉบับได้รายงานว่าจังหวัดเชียงใหม่มีมลพิษทางอากาศ แสดงค่า PM 2.5 สูงเป็นอันดับหนึ่งของโลกอยู่ที่ 212.1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร อีกทั้งปัญหาหมอกควันที่สะสมในอากาศทำให้ทัศนวิสัยในการบินของอากาศยานเชียงใหม่ ลดลงเหลือเพียง 1800 ถึง 2500 เมตร

ดังนั้นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดฝุ่นพิษนับเป็นกุญแจสำคัญในการตัดสินใจวางแผนเพื่อป้องกันและควบคุมเกี่ยวกับ PM 2.5 ในส่วนการศึกษาถึงผลกระทบและแนวทางจัดการจะเป็นการสร้างความตระหนักรู้และเห็นถึงข้อแนะนำเพื่อนำไปปฏิบัติ ซึ่งจะส่งผลต่อไปยังคุณภาพชีวิตของมนุษย์ที่ดีขึ้นและยังเป็นการอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิด ผลกระทบของฝุ่นละออง PM 2.5
2. เพื่อศึกษาแนวทางจัดการฝุ่นละออง PM 2.5

การทบทวนวรรณกรรม

นิยามของ PM 2.5

PM ย่อมาจาก Particulate Matter หรือ ฝุ่นละอองที่สามารถแบ่งได้เป็น 3 ขนาด คือ PM 2.5 หรือฝุ่นละเอียด(fine particle) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของฝุ่นในกระแสอากาศ (aerodynamic diameter) เล็กกว่า 2.5 ไมครอน PM 10 ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นหยาบ (coarse particle) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอน ถึง 25 ไมครอน(ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์ และเพชร เพ็งชัย. 2550: 3)

PM 2.5 เป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน สามารถเทียบขนาดอย่างง่ายๆ คือ ขนาดประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ PM 2.5 จัดเป็นฝุ่นละเอียดจึงทำให้ขนจมูกของมนุษย์ไม่สามารถกรองได้ อีกทั้งยังมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า PM 2.5 มาจากแหล่งกำเนิด 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เรียกว่า แหล่งกำเนิดปฐมภูมิ(primary particle) เป็นแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ จากฝุ่นละอองดินที่ฟุ้งปลิวจากพื้นดินหรือจากพื้นที่เกษตรกรรม ไฟป่า และ กลุ่มที่ 2 แหล่งกำเนิดทุติยภูมิ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิดฝุ่นควัน การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจากโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง การเผาขยะมูลฝอยและการเผาในที่โล่ง PM 2.5 สามารถลอยอยู่ในอากาศได้เป็นวันถึงหลายสัปดาห์และลอยไปไกลจากแหล่งกำเนิดได้ถึง 100 – 1,000 กิโลเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อระยะทางและเวลา ได้แก่ 1) ความเร็วลม 2) ความกดอากาศ 3) ความชื้น 4) สภาพอากาศ 5) แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง และ 6) ขนาดของฝุ่น (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.) และเมื่อ PM 2.5 มีการแพร่กระจายเข้าสู่ทางเดินหายใจ กระแสเลือด และแทรกซึมสู่อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย จึงเป็นการเพิ่มความเสี่ยงทำให้เกิดเป็นโรคเรื้อรังและมะเร็งได้ (จินตนา ประชุมพันธ์, 2561)

มาตรฐานคุณภาพอากาศและการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศ

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทยที่ใช้อยู่ปัจจุบันเป็นมาตรฐานที่ปรับปรุงใหม่ตามประกาศในราชกิจจานุเบกษา ในปี พ.ศ. 2538 และได้มีการเพิ่มมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM 10) ในปี พ.ศ. 2547 และมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) ในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งมีค่ามาตรฐานแตกต่างจากต่างประเทศที่ได้มีการพัฒนามาโดยตลอด (ตาราง 1) กล่าวคือ มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศจะประกอบด้วยมาตรฐานระยะสั้น (24 ชั่วโมง) และระยะยาว (1 ปี) โดยองค์การอนามัยโลกตั้งมาตรฐานฝุ่นละออง PM 2.5 เฉลี่ย 1 ปีไว้ที่ 10 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไว้ที่ 25 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่กรมควบคุมมลพิษของประเทศไทย กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่น

ละอองเฉลี่ย 1 ปี ที่ 25 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และเฉลี่ย 24 ชั่วโมงที่ 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2561)

ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้มาตรฐานคุณภาพอากาศมีค่ามาตรฐานที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศ จึงทำให้จำเป็นต้องเก็บข้อมูลเชิงสถิติเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเลือกใช้รูปแบบมาตรฐานของมลพิษแต่ละประเภทเพื่อความแม่นยำ

ตาราง 1 ค่าเปรียบเทียบมาตรฐาน PM 2.5 ของประเทศไทยและต่างประเทศ

ประเทศ	ค่า PM 2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มคก./ลบ.ม.)	ค่า PM 2.5 เฉลี่ย 1 ปี (มคก./ลบ.ม)
องค์การอนามัยโลก	25	10
สหภาพยุโรป	-	25
สหรัฐอเมริกา	35	12 – 15
ออสเตรเลีย	25	8
ญี่ปุ่น	35	15
มาเลเซีย	35	15
จีน	50	40
สิงคโปร์	51	18
ประเทศไทย	50 (สูงกว่าคำแนะนำ WHO 2 เท่า)	25 (สูงกว่าคำแนะนำ WHO 2.5 เท่า)

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2561: 25

ในส่วนของการรายงานคุณภาพอากาศนั้น ส่วนใหญ่ใช้รูปแบบของค่าความเข้มข้นของสารพิษเทียบกับค่ามาตรฐานว่าอยู่ในระดับใด ทั้งนี้สหรัฐอเมริกาได้จัดทำเกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index; AQI) (นพภาพร พานิชและแสงสันต์ พานิช, 2544) มีการแบ่งช่วงค่าของดัชนีคุณภาพอากาศเป็น 6 ระดับและระบุสี เพื่อให้ประชาชนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในตาราง 2 ในส่วนของประเทศไทยนั้น กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดระดับดัชนีคุณภาพอากาศเป็น 5 ระดับ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 2 ระดับดัชนีคุณภาพอากาศของสหรัฐอเมริกาและค่าความเข้มข้นของ PM 2.5

ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)	ระดับความเป็นพิษต่อร่างกาย	คำแนะนำสำหรับประชาชน	ความเข้มข้นของ PM 2.5 (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) (มคก./ลบ.ม.)
0-50	อากาศดี	ไม่มี	0-12
51-100	ปานกลาง	-ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ชีวิตได้ตามปกติ -ผู้ที่มีความไวต่อมลพิษอากาศนี้มากกว่าคนทั่วไปควรลดกิจกรรมที่อยู่กลางแจ้งเป็นเวลานานและให้สังเกตอาการไอและเหนื่อยของตนเอง	13-35
101-150	ส่งผลต่อสุขภาพต่อกลุ่มคนที่ไวต่อผลกระทบ	-ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ชีวิตได้ตามปกติ -ประชาชนในกลุ่มเสี่ยงโดยเฉพาะผู้ที่เป็นโรคหอบหืดควรลดกิจกรรมที่อยู่กลางแจ้งเป็นเวลานาน และหมั่นสังเกตอาการไอ ใจสั่นและอาการแน่นหน้าอกด้วย	36-55
151-200	ส่งผลต่อสุขภาพ	-ประชาชนทั่วไป โดยเฉพาะเด็ก และผู้ที่เป็นโรคหอบหืดควรลดกิจกรรมที่อยู่กลางแจ้งเป็นเวลานาน	56-150
201-300	ส่งผลต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก	-ประชาชนทั่วไป โดยเฉพาะเด็ก และผู้ที่เป็นโรคหอบหืดควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมที่อยู่กลางแจ้ง ทำกิจกรรมภายในอาคารแทน	151-250
301-500	เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	ทุกคนควรงดกิจกรรมกลางแจ้ง	251-500

ที่มา : ดัชนีคุณภาพอากาศของ The United States Environmental Protection Agency.

ตาราง 3 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.)

เกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)	ความหมาย	สีที่ใช้	ข้อความแจ้งเตือน
0-25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26-50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51-100	คุณภาพอากาศปานกลาง	เหลือง	ประชาชนทั่วไป สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบากระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101-200	คุณภาพอากาศเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	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	คุณภาพอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้ง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) โดยนำปัญหาเกี่ยวกับฝุ่นละออง PM 2.5 ซึ่งเป็นประเด็นที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมายาวนานกว่า 10-15 ปี และได้มีการศึกษาและวิจัย ตลอดจนเผยแพร่องค์ความรู้กันอย่างมากมายและกระจัดกระจาย คณะผู้วิจัยจึงต้องการรวบรวมด้วยกระบวนการวิจัยผ่านการวิเคราะห์และการสังเคราะห์เพื่อให้ได้คำตอบเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด ผลกระทบและแนวทางจัดการ PM 2.5

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากบทความวิชาการ บทความวิจัย วิทยานิพนธ์ รายงานเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 ที่ได้จากสื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือเว็ปไซต์ทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีจำนวนค่อนข้างมาก เนื่องจากประเด็นเรื่อง “PM 2.5” เป็นประเด็นที่สำคัญระดับชาติ ผู้วิจัยได้ใช้คำสำคัญ (keywords) ในการสืบค้นที่เกี่ยวข้องกับคำถามการวิจัย ได้แก่ PM 2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ฝุ่นละออง ฝุ่นพิษ มลพิษอากาศ (air pollution) และกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัย ศึกษาเฉพาะในช่วง พ.ศ. 2542-2561 ดังรายการต่อไปนี้

1. รายงานจากหน่วยงานภาครัฐหรือภาคเอกชนที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับฝุ่นละออง PM 2.5 (กรมควบคุมมลพิษ, 2561; Kim Oanh, 2017; รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: สกว., 2550; สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554)

2. บทความวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ได้รับการรับรองและตีพิมพ์เผยแพร่ในศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre : TCI) ในวารสารกลุ่มที่ 1 (Applied Environmental Research, 2017; วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชีย: ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2014; เชียงใหม่เวชสาร, 2545)

3. เอกสารอื่นๆ ที่คณะผู้วิจัยทำการคัดเลือกอย่างเจาะจงทางออนไลน์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 15 เรื่อง ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา โดยยึดหลักการสังเคราะห์อย่างเป็นระบบ (systematic review) โดยการศึกษาสารสนเทศของกลุ่มตัวอย่าง

สรุปผลการวิจัย

แหล่งกำเนิดของ PM 2.5

แหล่งกำเนิดของ PM 2.5 มาจาก 4 สาเหตุหลัก

1. การเผาในที่โล่ง แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) การเผาเศษหญ้า เศษไม้ ขยะมูลฝอยที่อยู่ตามบ้านเรือน ชุมชน 2) การเผาหญ้า วัชพืช ชีวมวล เพื่อเตรียมพื้นที่ทางการเกษตร และ 3) การเผาในพื้นที่ป่าสงวนและป่าอนุรักษ์ เพื่อหาของป่าและล่าสัตว์ ซึ่งการเผาในที่โล่งนี้มีความรุนแรงมากในเดือนมีนาคม-เมษายน ของทุกปี
2. การเกิดไฟป่าที่เพิ่มสูงขึ้นทั้งในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน
3. การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โดยเครื่องยนต์ดีเซล
4. ฝุ่นทุติยภูมิที่มาจากการก่อสร้าง

ทั้งนี้แหล่งกำเนิด PM 2.5 บริเวณภาคเหนือของประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการเผาในที่โล่ง แต่อย่างไรก็ตามการเผาในที่โล่งไม่ใช่เกิดขึ้นเพียงภายในประเทศไทยเท่านั้น ประเทศเพื่อนบ้านก็เกิดปัญหาเช่นกัน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากจุดความร้อน (hotspots) ดังแสดงในตาราง 4 พบว่าระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2561 – 24 กุมภาพันธ์ 2562 พื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือนั้น จังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนจุดความร้อนที่สูงกว่าอีก 8 จังหวัด จุดความร้อนทั่วไปภายในประเทศมีมากถึง 13,712 จุด แยกเป็น 1) จุดความร้อนในเขตป่า จำนวน 4,052 จุด คิดเป็น 30% ของจุดความร้อนทั้งหมด ซึ่งแยกเป็นจุดความร้อนที่เกิดขึ้นจากพื้นที่ป่าคงสภาพ 22 % และจุดความร้อนในพื้นที่เกษตรในเขตป่าร้อยละ 8 ของจุดความร้อนทั้งหมด และ 2) จุดความร้อนนอกเขตป่า จำนวนมากถึง 9,660 จุด คิดเป็นร้อยละ 70 ของจุดความร้อนทั้งหมด

ในขณะที่ประเทศเพื่อนบ้านก็มีจุดความร้อนที่สูงมาก โดยเฉพาะ ลาวและพม่า ทั้งนี้สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (2561) ได้รายงานว่า การเผาในที่โล่งนั้นจะอยู่ในพื้นที่ป่ามากกว่าพื้นที่เกษตร จึงมีความเป็นไปได้ที่ทำให้ประเทศพม่ามีจำนวนจุดความร้อนที่สูงกว่าประเทศเพื่อนบ้านและเกิดจำนวนจุดความร้อนขึ้นมากในเดือนมีนาคมและเมษายนที่มีสภาพอากาศร้อนและแห้ง

ตาราง 4 จำนวนจุดความร้อนในพื้นที่ภาคเหนือ 9 จังหวัด[1] และ 5 ประเทศ[2]

จังหวัด	จำนวนจุดความร้อน[1](จุด)	ประเทศ	จำนวนจุดความร้อน[2](จุด)
เชียงใหม่	336 (20 %)	ไทย	14,565
ตาก	290 (18 %)	พม่า	41,204
น่าน	256 (15 %)	ลาว	27,417
ลำปาง	244 (15 %)	กัมพูชา	23,106
เชียงราย	165 (10 %)	เวียดนาม	9,593

ลำพูน	161 (10 %)
แพร่	80 (5 %)
แม่ฮ่องสอน	62 (4 %)
พะเยา	59 (4 %)

หมายเหตุ :

[1] จำนวนจุดความร้อน 9 จังหวัด ภาคเหนือของประเทศไทย ที่เผยแพร่เมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562

[2] จำนวนจุดความร้อน 5 ประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 31 พฤษภาคม 2561 (รายเดือน)

ที่มา : [1] http://morning-news.bectero.com

[2] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2561 : 1

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจาก PM 2.5

1. <u>สภาพทั่วไป</u>

PM 2.5 ส่งผลต่อการมองเห็น การเกิด PM 2.5 ทำให้ลดระยะทางในการมองเห็น บดบังทัศนวิสัยในการมองเห็นให้ลดลงโดยระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศจะลดลงถึง 25-45 % เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีในบรรยากาศมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวสามารถดูดซับและทำให้เกิดการหักเหแสงได้ ส่งผลให้พลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบผิวโลกลดลง นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังเป็นอนุภาคทำให้เกิดการกลั่นตัวของเมฆในบรรยากาศทำให้เกิดกระบวนการดูดซับความชื้นในอากาศเกิดได้เร็วขึ้นกลายเป็นเม็ดน้ำและเกิดเป็นกลุ่มเมฆจำนวนมาก

2. <u>ด้านเศรษฐกิจ</u>

ภาคเหนือมีบทบาททางด้านการท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศ เพราะมีจุดขายที่เป็นทั้งแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติ และแหล่งวัฒนธรรมล้านนาที่โดดเด่น อีกทั้งยังเป็นประตูการค้าขายที่เชื่อมโยงเศรษฐกิจและการท่องเที่ยวไปยังลุ่มน้ำโขงและเอเชียใต้อีกด้วย ดังนั้นการเกิดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 ได้ส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจของไทยมากมาย ซึ่งเห็นอย่างชัดเจนคือ การท่องเที่ยวมีรายได้ลดลง ผลกระทบนี้เกิดขึ้นกับบริษัทองค์กร หรือรายได้ย่อยๆ ของประชาชนก็น้อยลงด้วยไม่ว่าจะเป็นแม่ค้าหาบเร่แผงลอย ร้านค้าริมถนน วินมอเตอร์ไซค์รับจ้าง ในขณะที่รายจ่ายเพิ่มขึ้นเนื่องจากประชาชนไม่แข็งแรง มีการเจ็บป่วยทำให้ต้องเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายสุขภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นค่ารักษาพยาบาล ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และอื่นๆ อีกมากมาย

3. <u>ด้านคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม</u>

PM 2.5 เป็นฝุ่นละเอียด (fine particle) ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ทั้งแบบเฉียบพลัน(นับเป็นชั่วโมงหรือวัน) และผลเรื้อรัง (นับเป็นเดือนหรือปี) ในทุกเพศ ทุกวัย และสามารถเห็นผลทันทีในเด็กและคนชราที่มีความต้านทานโรคต่ำกว่าคนปกติ อาการที่พบเห็นในระยะเฉียบพลัน คือ การระคายเคืองจมูก คอ และดวงตา นอกจากนี้ยังมีอาการไอ จาม น้ำมูกไหล การหายใจติดขัด ส่วนอาการที่พบเห็นในระยะยาวหรือผลเรื้อรังจะเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเนื่องจากฝุ่นพิษนี้สามารถเข้าไปถึงกระแสเลือด ทำให้เลือดข้นขึ้น และยังสามารถเข้าไปที่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอด และยังส่งผลต่อการดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดผ่านปอดและหัวใจ ส่งผลให้สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลงและหัวใจทำงานหนักขึ้นซึ่งนำไปสู่โรคมะเร็งปอด โรคหัวใจได้ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าผู้ที่อยู่ในที่ๆมี PM 2.5 สูงในระยะยาวอาจส่งให้เกิดโรคสมองเสื่อมได้อีกด้วย ซึ่งจากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าผู้ที่หายใจรับฝุ่นพิษ PM 2.5 เข้าไปจะลดอายุขัยเฉลี่ยได้ จึงเกิดคำว่า “ผู้ที่เสียชีวิตก่อนวัยอันควร” จากการศึกษาวิจัยของเฉลิม ลิ่วศรีกุลและคณะ (2545) เกี่ยวกับ ฝุ่นพิษที่เกิดขึ้นกับตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่ แม้ว่าได้ใช้หน้ากากป้องกันฝุ่นละอองในการปฏิบัติงานแล้วก็ตาม ผลการศึกษาพบว่าอาการทางระบบทางเดินหายใจที่พบบ่อยที่สุดในตำรวจจราจรคือ อาการไอ และเมื่อการศึกษาอย่างลึกซึ้งในทางการแพทย์ได้พบว่าตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่มีความผิดปกติในด้านอาการของโรคระบบทางเดินหายใจและความผิดปกติของสมรรถปอด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาและวิจัยของอุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ และขนิษฐา พันธุรีฒ (2550) ที่พบว่า PM 2.5 ทำให้เกิดความเป็นพิษที่เซลล์ถุงลมปอด เซลล์เม็ดเลือดขาวจากปอด และเซลล์เยื่อบุผิวหลอดลม จึงทำให้ผู้ได้รับ PM 2.5 ส่วนใหญ่จะเสียชีวิตจากการเป็นโรคหัวใจล้มเหลวและโรคหลอดเลือดหัวใจ แต่หากมีการควบคุม PM 2.5 ให้ลดลงได้จะสามารถลดจำนวนผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรได้โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุและยังลดจำนวนผู้ป่วยเข้ารักษาในโรงพยาบาลเนื่องจากโรคหัวใจล้มเหลวและโรคหลอดเลือดหัวใจ

นอกจากนี้เด็กและผู้หญิง หากได้รับ PM 2.5 ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว จะส่งผลต่อการทำงานของปอด ระบบหายใจและทำให้คนที่เป็นโรคหอบหืดอยู่แล้วมีอาการที่แย่ลง สำหรับหญิงมีครรภ์เมื่อได้รับ PM 2.5 จะส่งผลต่อเด็กอาจคลอดก่อนกำหนด และเมื่อคลอดออกมาจะมีน้ำหนักน้อย ตัวเล็ก และส่งผลต่อระบบประสาทและโรคเบาหวานในเด็ก

แนวทางในการจัดการ PM 2.5

การจัดการ PM 2.5 ที่เหมาะสมที่สุดและเกิดประสิทธิภาพที่สุด คือ ลด PM 2.5 จากแหล่งกำเนิด ควบคุมหรือลดการเผาในที่โล่ง จำกัดหรือหาทางเลือกอื่นแทนการใช้ดีเซล ซึ่งเป็นแนวทางจัดการที่ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของประชาชนอีกทั้งความเป็นอยู่และเศรษฐกิจ ดังนั้นแนวทางจัดการจึงต้องอาศัยความร่วมมือจากภาครัฐและภาคประชาชนร่วมกัน คณะผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะแนวทางดังนี้

ภาครัฐ

1. จัดทำแผนปฏิบัติการทั้งระยะสั้นและระยะยาวในการจัดการปัญหา PM 2.5 อย่างจริงจัง
2. เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ ในระยะเริ่มแรกควรมีการออกกฎหมายกำหนดช่วงเวลาในการใช้รถดีเซล เพราะไอเสียรถดีเซลเป็นแหล่งกำเนิดของ PM 2.5 ส่วนในระยะยาวควรมีการเปลี่ยนประเภทของเชื้อเพลิง มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังควรกำหนดมาตรการเกี่ยวกับอายุการใช้งานของรถแต่ละประเภทอย่างเข้มงวด ตลอดจนสนับสนุนและส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า
3. หาทางเลือกอื่นเพื่อทดแทนการเผาชีวมวลหรือจัดการกับของเสียทางเกษตรกรรม โดยสร้างคุณค่าเพิ่มราคาให้กับชีวมวลหรือของเสียทางการเกษตรกรรม อาจเป็นการแปรรูป สร้างเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมเพื่อใช้งานร่วมกับชีวมวลหรือของเสียทางการเกษตรกรรม

ภาคประชาชน

1. เข้าถึงข้อมูลจากการประชาสัมพันธ์ของภาครัฐอย่างถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการรับรู้เกี่ยวกับแหล่งกำเนิด PM 2.5 การป้องกันและดูแลสุขภาพตนเองให้ปลอดภัยเมื่อสภาวะแวดล้อมเกิด PM 2.5
2. สวมใส่หน้ากากที่สามารถป้องกันฝุ่น PM 2.5 เช่น หน้ากาก N95 หรือหน้ากากอนามัยธรรมดาที่ประกบกับกระดาษทิชชู 2 แผ่น ที่ป้องกัน PM 2.5 ได้ 90 -100 % และ 80-90 % ตามลำดับ
3. งดกิจกรรมภายนอกอาคาร หากพบว่าภายนอกอาคารมี PM 2.5 ในระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
4. ร่วมกันปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่ทำให้เกิดอากาศบริสุทธิ์ อีกทั้งยังทำให้เกิดความชุ่มชื้นของอากาศมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). โครงการศึกษาแหล่งกำเนิดและแนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล. *กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ* กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ขจรศักดิ์ โสภาจารีย์ และเพชร เพ็งชัย. (2550). โครงการการสำรวจปริมาณฝุ่นในอากาศภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).

จินตนา ประชุมพันธ์. (2561). *PM 2.5 ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก* [ออนไลน์]. จาก https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/. เข้าถึงเมื่อ 20 มีนาคม 2019.

เฉลิม ลิ่วศรีสกุล, แสงนวล ตุงคณาคร และอัชนา เลียวหิรัญ. (2545). ปัญหามลพิษทางอากาศต่อการทำงานของปอด: การศึกษาในตำรวจจราจรในเมืองเชียงใหม่. *เชียงใหม่เวชสาร.* 41(2): 89-94.

ทิพวรรณ ประภามณฑล และคณะ. (2554). สาเหตุการเกิดฝุ่นและภาวะหมอกควันในชุมชนและข้อมูลฝุ่นพีเอ็ม 10. *ศูนย์วิจัยด้านมลภาวะและอนามัยสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ* มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธันยพร บัวทอง. (2562). *ฝุ่น : เชียงใหม่ วิกฤตหมอกควันภาคเหนือ วาระแห่งชาติที่ยังแก้ไม่ได้มา 12 ปี.* เผยแพร่เมื่อ 13 มีนาคม 2019. [ออนไลน์]. จาก https://www.bbc.com/thai/thailand-47550696. เข้าถึงเมื่อ 20 มีนาคม 2019.

ฐิฏาพร สุภาษี , พานิช อินต๊ะ, เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล. (2561). การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม.* 2(1), มกราคม-มิถุนายน, 69-83.

สมพร จันทระ, ชาคริต โชติอมรศักดิ์ และว่าน วิริยา. (2561). การติดตามตรวจสอบการเผาในที่โล่งในภาคเหนือของประเทศไทย สำหรับการประเมินการปล่อยและการเคลื่อนที่ของมลพิษทางอากาศเพื่อการวางแผนการจัดการปัญหาหมอกควัน. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.).

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1 (เชียงใหม่). 2561. *สรุปสถานการณ์หมอกควันและไฟป่า 2561 (เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน แม่ฮ่องสอน).* กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กันยายน 2561.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2561. *สรุปสถานการณ์ไฟป่าและหมอกควัน ด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม ประจำปี 2561 ระหว่างวันที่ 1 มกราคม ถึง 31 พฤษภาคม 2561.* กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สิงหาคม. 2561.

รัตนศิริ กิตติก้องนภางค์. (2019). *มีอะไรใต้หมอกควัน PM 2.5 ภาคเหนือ.* เผยแพร่เมื่อ 19 มีนาคม 2019. [ออนไลน์]. จาก https://www.greenpeace.org/thailand/story/4769/north-pm25/ เข้าถึงเมื่อ 20 มีนาคม 2019.

รัตนศิริ กิตติก้องนภางค์. (2019). *ภาพที่ชัดในวันที่ฝุ่นลง.* เผยแพร่เมื่อ 7 มีนาคม 2019. [ออนไลน์]. จาก https://www.greenpeace.org/thailand/story/2019/why-aqi-is-important/ เข้าถึงเมื่อ 10 มีนาคม 2019.

อุษณีย์ วินิจเขตคำนวณ และขนิษฐา พันธุรีฒ. (2550). รายงานวิจัยโครงการการพัฒนาชุดความรู้ด้านประสิทธิภาพของหน้ากากป้องกันฝุ่นขนาดเล็ก. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

Anuttara, H., Yanasinee, S., Nittaya, P., and Vivat, K. (2017). Analysis of Air Quality Impacts on HumanHealth Using the Geoinformatics Application: Chiang Rai Province. *Applied Environmental Research.* 39(3), 25-32.

Kim Oanh. (2017). A Study in Urban Air Pollution Improvement in Asia AIT. Research Project submitted to JICA-Research Institute, *Asian Institute of Technology.* October.

Translated Thai References

Department of Pollution Control. (2018). The study of origin and guidelines for the management of dust particles of not more than 2.5 micron in Bangkok and its surrounding areas. Bangkok: Air and Noise Management Division, Ministry of Natural Resources and Environment. (In Thai).

Khajornsak Sopajaree, Petch Pengchai. (2007). Investigation of Particulate Matters in Chiang Mai and Lumphun Ambient Air. Full Research Report, Thailand Science Research and Innovation. (In Thai).

Chintana Prachumphan. (2018). PM 2.5 Small dust in the air with the health crisis that Thai people have to exchange. Online: https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/. Access in 20 March, 2019. (In Thai).

Chalerm Liwsrisakun. Saengnuan Tungkanakorn and Ashana Leowhiran. (1992). Air pollution proble in Lung Function : Case study of traffic police in Chiang Mai. Chiang Mai medical bulletin, 41(2): 89-94. (In Thai).

Thiphawan Phaphamonthon and et al. (2011). Causes of dust and haze in the community and particulate matters. Knowledge Book-1, Research Institute for Health Sciences, Chiang Mai University. (In Thai).

Thanyaphon Buathong. (2019). Air Pollution as National Agenda in Chiang Mai has been unsolved for over 12 years. Published online: 13 March, 2019. Online: https://www.bbc.com/thai/thailand-47550696., Access in 20 March, 2019. (In Thai).

Titaporn Supasri, Panich Intra, Sermkiat Jomjunyong and Sate Sampattagul. (2018). Evaluation of Particulate Matter Concentration by Using a Wireless Sensor System for Continuous Monitoring of Particulate Air Pollution in Northen of Thailand. Journal of Innovative Technology Research. Vol.2 No.1, January-June 2018. (In Thai).

Somporn chantara, Chakrit Chotamonsak and Wan Wiriya. (2018) Investigation of monitor and classify biomass burning area in nine provinces of Northern Thailand to assess pollutant distribution and moving of air pollutant for planning to Particulate Matter Smog. Full Research Report, Thailand Science Research and Innovation. (In Thai).

Regional Environment Office 1 (Chiang Mai). (2018). Sunnary of haze and forest fires in 2018 (ChiangMai, Chiang Rai, Lamphun Mae Hong Son). Ministry of Natural Resources and Environment. September, 2018. (In Thai).

Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). (2018). Summary of the forest fire situation and Smog with satellite images of the year 2018 to 31 May. Ministry of Science and Technology. August 2018. (In Thai).

Rattanasiri Kittikongnapang. (2019). Anything under the PM 2.5 Northern region. Published online: 19 March, 2019. Online:https://www.greenpeace.org/thailand/story/4769/north-pm25/. Access in 20 March, 2019. (In Thai).

Rattanasiri Kittikongnapang. (2019). A clear picture on a dusty day. Published online: 7 March, 2019. Online: https://www.greenpeace.org/thailand/story/2019/why-aqi-is-important/ .Access in 10 March, 2019. (In Thai).

Usanee Winitkhetkhamnun and Khanittha Phanthirat. (1997). The development of a knowledge book on the efficiency of small dust masks. Full Research Report, Thailand Science Research and Innovation. (In Thai).