วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 33 ฉบับที่ 5 กันยายน - ตุลาคม 2567

Journal of Health Science of Thailand
Vol. 33 No. 5, September - October 2024

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original article*

การทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD และผลกระทบด้านสุขภาพของประชาชนรอบโรงไฟฟ้าชีวมวล ในอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา

ศมกานต์ ทองเกลี้ยง วท.ม.
อารยา อินต๊ะ ส.ม.
สมรัฐ นัยรัมย์ วท.ม.
ศูนย์อนามัยที่ 9 นครราชสีมา
ติดต่อผู้เขียน: ศมกานต์ ทองเกลี้ยง Email: karn.t2012@gmail.com

วันรับ: 3 ส.ค. 2566
วันแก้ไข: 6 ก.พ. 2567
วันตอบรับ: 11 มี.ค. 2567

บทคัดย่อ ถึงแม้โรงไฟฟ้าชีวมวลจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถผลิตไฟฟ้าตอบสนองต่อการพัฒนาเศรษฐกิจได้ก็ตาม แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือปัญหาจากมลพิษอากาศที่อาจเกิดขึ้นควบคู่ไปด้วย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD และผลกระทบด้านสุขภาพของประชาชนรอบโรงไฟฟ้าชีวมวล ตำบลจระเข้หิน และตำบลครบุรีใต้ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตร จากโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงกันยายน 2563 ผลการศึกษา พบว่า การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวลบริเวณตำแหน่งผู้รับมลพิษจำนวน 4 จุด คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ซับก้านเหลือง รพ.สต.จระเข้หิน สำนักงานเทศบาลตำบลครบุรีใต้ และโรงเรียนบ้านคลองยาง (มูลบนอุปถัมภ์) ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทั้ง 3 ชนิด คือ ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมลพิษทางอากาศในบรรยากาศ ทั้ง 4 จุด สำหรับผลกระทบด้านสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีอาการเหนื่อยง่ายมากที่สุด ร้อยละ 13.5 รองลงมาคือมีอาการมองภาพไม่ชัด ร้อยละ12.6 และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสารมลพิษทั้ง 3 ชนิด และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) กับอาการแสดงของโรค ด้วยสถิติ Binary logistic regression พบว่า มีเพียงฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่มีความสัมพันธ์กับอาการคัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก แสบคอ ไอแห้งๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก ปวดศีรษะ เหนื่อยง่าย แสบหรือคันตา เช่น ถ้าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีโอกาสเกิดอาการคัดจมูกเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า ข้อเสนอแนะ (1) ควรมีการพัฒนาศูนย์คาดการณ์ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษทางอากาศโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง AERMOD เพื่อเฝ้าระวังและเตือนภัยผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ และ (2) ควรศึกษาและพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลสุขภาพและข้อมูลสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังสุขภาพเชิงรุก และนำมาศึกษาและพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้สำหรับเตือนภัยในพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ: **การทำนาย; มลพิษทางอากาศ; AERMOD; ผลกระทบด้านสุขภาพ; โรงไฟฟ้าชีวมวล**

บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาหนึ่งที่ประเทศไทยกำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ ซึ่งนับวันจะยิ่งทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศส่วนหนึ่งมาจากโรงงานอุตสาหกรรม หนึ่งในนั้นคือโรงไฟฟ้าชีวมวล จากข้อมูลของคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ณ เดือนมิถุนายน 2560 พบว่า มีโรงไฟฟ้าชีวมวลที่จ่ายไฟเข้าระบบแล้ว จำนวน 164 แห่ง[1] และเป็นโรงไฟฟ้าชีวมวลที่อยู่ในเขตสุขภาพที่ 9 จำนวน 23 แห่ง โดยอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา 9 แห่ง ชัยภูมิ 3 แห่ง บุรีรัมย์ 8 แห่ง และสุรินทร์ 3 แห่ง ถึงแม้ที่ผ่านมาแหล่งพลังงานเหล่านี้จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถผลิตไฟฟ้าตอบสนองต่อการพัฒนาเศรษฐกิจได้อย่างเพียงพอก็ตาม แต่ในขณะเดียวกันก็ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนด้วยเช่นกัน โดยมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (total suspended particulate: TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (particulate matter with diameter of less than 2.5 micron; $PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (nitrogen dioxide; NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide; SO_2) เป็นต้น ซึ่งมลพิษดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้ง 5 ระบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท ระบบสายตา และระบบผิวหนัง ดังนั้น การคาดการณ์ หรือทำนายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสมและทันกับสถานการณ์ ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือที่สามารถคาดการณ์หรือทำนายความเข้มข้นของปริมาณมลพิษทางอากาศดังกล่าวได้ นั่นก็คือแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee's Dispersion Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดยสมาคมอุตุนิยมวิทยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Meteorological Society หรือ AMS) และสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency หรือ US EPA) โดยหลักการทำงานของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD จะใช้ข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลทางด้านความสูงของพื้นที่ รวมทั้งข้อมูลของแหล่งกำเนิดสารมลพิษ เพื่อให้แบบจำลองอากาศ AERMOD ทำการวิเคราะห์ และทำนายการแพร่กระจายความเข้มข้นสารมลพิษ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่สนใจต่อไป[2] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำแบบจำลอง AERMOD มาใช้เพื่อทำนายความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวลร่วมกับการเฝ้าระวังโดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ใช้สื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนได้รับทราบและรู้จักป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศต่อไป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวลโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD รวมทั้งผลกระทบด้านสุขภาพของประชาชนรอบโรงไฟฟ้าชีวมวลตำบลจระเข้หิน และตำบลครบุรีใต้ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และระดับสารมลพิษ กับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ

วิธีการศึกษา

เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา (A stationary time series) และเปรียบเทียบวิธีการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์กับการประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลอง AERMOD และหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และระดับสารมลพิษโดยเทียบกับค่ามาตรฐานของประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP)

ค่าเฉลี่ย 24 ชม. ไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร[3] ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ค่าเฉลี่ย 24 ชม. ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร[4] ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ค่าเฉลี่ย 1 ชม. ไม่เกิน 0.17 ppm[5] และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ค่าเฉลี่ย 24 ชม.ไม่เกิน 0.12 ppm และค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.30 ppm[3, 6] กับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศจำนวน 5 ระบบ ได้แก่ ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท ระบบสายตา และระบบผิวหนัง

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ คัดเลือกแบบเจาะจง โดยใช้เกณฑ์ เป็นโรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 10 เมกะวัตต์ และผู้ประกอบการยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล ได้แก่ โรงไฟฟ้าชีวมวล บริษัทผลิตไฟฟ้าครบุรี จำกัด อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา และเลือกชุมชนที่อยู่รอบ ๆ โรงไฟฟ้าชีวมวล ในตำบลจระเข้หิน และตำบลครบุรีใต้ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตร จากโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยแยกเป็น 2 ระยะทาง คือที่ระยะทาง 0-5 กิโลเมตร และ 5.1-10 กิโลเมตร สำหรับสถานการณ์การเจ็บป่วยของประชาชนในพื้นที่ศึกษา พบว่า จำนวนผู้เจ็บป่วยที่มารับบริการที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) จระเข้หินมากที่สุดในปี 2561 คือ โรคระบบไหลเวียนเลือด 6,205 คน รองลงมาคือ โรคระบบหายใจ 5,637 คน[7] ในขณะที่ รพ.สต. ซับก้านเหลือง มีผู้เจ็บป่วยที่มารับบริการมากที่สุด คือ โรคระบบหายใจ 1,460 คน รองลงมาคือ โรคระบบไหลเวียนเลือด 1,282 คน[8]

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ ครัวเรือนที่อยู่ในเขตตำบลจระเข้หิน และตำบลครบุรีใต้ อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ที่อยู่ในรัศมี 10 กิโลเมตร จากโรงไฟฟ้าชีวมวล

การคำนวณขนาดตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสัมภาษณ์ของตัวแทนครัวเรือนที่อยู่ในเขตตำบลจระเข้หิน และตำบลครบุรีใต้ ได้จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie and Morgan[9] โดยใช้สูตร

$$n = \frac{\chi^2 NPQ}{e^2 (N-1) + \chi^2 PQ}$$

ซึ่งได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง = 267.41 แต่สำรองป้องกันความผิดพลาดประมาณ 12 % เป็น 300 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง เริ่มจากการเลือกอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ในแต่ละหมู่บ้านของแต่ละตำบล แบบเจาะจง แล้วให้ อสม. สุ่มแบบบังเอิญเลือกครัวเรือนที่อยู่ในความรับผิดชอบ และสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างในแต่ละครัวเรือน 1 คนต่อ 1 ครัวเรือน โดยกลุ่มตัวอย่างนั้นต้องมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป และพักอาศัยอยู่ที่บ้านทุกวัน

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา จะคัดเลือกจากหัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนครัวเรือน ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง และสมัครใจเข้าร่วมโครงการ ครัวเรือนละ 1 คน ในวันที่ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และอาสาสมัครต้องอาศัยอยู่ในพื้นที่นานไม่น้อยกว่า 1 ปี

การแยกกลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษา โดยใช้เกณฑ์ผู้ที่ไม่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ และไม่สามารถสื่อสารโดยการพูดคุย หรืออ่านเขียนภาษาไทยไม่ได้ และไม่ได้อยู่ที่บ้านในวันที่เก็บข้อมูล

ระยะเวลาในการศึกษา

ตุลาคม 2562 ถึงกันยายน 2563

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1) แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ของ U.S.EPA รุ่น 9.9.0 จาก Lakes Environmental Software

2) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่

(1) เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น TSP และ $PM_{2.5}$

(2) เครื่องเก็บตัวอย่างก๊าซ NO_2 , SO_2

พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด

- ฝุ่นละอองรวม (TSP) เครื่องมือ/วิธีการ: High Volume Sampler; Gravimetric Method
- ฝุ่นขนาด 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เครื่องมือ/วิธีการ:

$PM_{2.5}$ Dichotomous Sampler; Gravimetric Method

- ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เครื่องมือ/วิธีการ: Chemiluminescence Method

- ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เครื่องมือ/วิธีการ: UV-Fluorescence Method

3) แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป เป็นแบบเลือกตอบ ได้แก่ เพศ การศึกษา อาชีพ การสูบบุหรี่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันฝุ่นและแบบปลายเปิด ได้แก่ อายุ ชื่อโรคประจำตัว ที่พักอาศัยปัจจุบัน ระยะเวลาที่พักอาศัย และระยะห่างระหว่างบ้านพักกับโรงไฟฟ้าชีวมวล

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสุขภาพ เป็นข้อมูลอาการแสดงที่สัมพันธ์กับมลพิษทางอากาศ และข้อมูลที่อาจมีผลต่ออาการแสดง โดยศึกษา 5 ระบบ คือ 1) ระบบทางเดินหายใจ 2) ระบบประสาท 3) ระบบสายตา 4) ระบบหัวใจและหลอดเลือด 5) ระบบผิวหนัง ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มอาการ 18 อาการ ได้แก่ อาการคัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก แสบคอ เสียงแหบ ไอแห้ง ๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ เหนื่อยง่าย คันตามร่างกาย มีผื่นแดงตามร่างกาย แสบหรือคันตา ตาแดง น้ำตาไหล และมองภาพไม่ชัด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลเพื่อการทำนายการกระจายตัวและความเข้มข้นของปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวล สำหรับใช้กับแบบจำลอง AERMOD ประกอบด้วย

1) ข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา

(1) รหัสสถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา คือ 43201

(2) ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีอุตุฯ: Latitude 14.97^{O}N 102.08^{O}E

(3) ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล = 123.0 เมตร

(4) ตำแหน่งแผนที่ S-W: 187000, 1601000 และ N-E 199000, 1613000

(5) ระยะห่างระหว่าง grid 250 เมตร

2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

(1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ปริมาณเมฆปกคลุม ความสูงฐานเมฆ ใช้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดนครราชสีมา ปี 2562

(2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน ได้แก่ ความดันบรรยากาศ ความสูง ความเร็วลม ทิศทางลม และอุณหภูมิ ใช้ข้อมูลจากสถานีศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างจังหวัดอุบลราชธานี

3) ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ใช้เฉพาะข้อมูลของฝุ่นละอองรวม (TSP) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เนื่องจากเป็นข้อมูลที่กฎหมายบังคับให้มีการตรวจวัด สำหรับข้อมูลของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ทางโรงไฟฟ้าไม่ได้มีการตรวจวัดเนื่องจากยังไม่ได้กำหนดไว้ในกฎหมาย[10,11] จึงไม่ได้นำ $PM_{2.5}$ มาศึกษาในแบบจำลองนี้

2. ข้อมูลสุขภาพ

การเก็บแบบสอบถามข้อมูลอาการที่มีความสัมพันธ์กับมลพิษทางอากาศ รวบรวมข้อมูลจากประชาชนที่สามารถตอบแบบสอบถามด้วยตนเองได้ โดยให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูลอาการป่วยลงในแบบสอบถามสุขภาพรายวันที่จัดไว้ให้คนละ 1 เล่ม เป็นเวลา 30 วัน ระหว่างวันที่ 14 ม.ค.-12 ก.พ. 2563

ข้อมูลมลพิษอากาศในชุมชนรอบโรงไฟฟ้าชีวมวล

ข้อมูลมลพิษทางอากาศในบรรยากาศ ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ใช้เครื่องมือตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ โดยทำการเก็บข้อมูลทุกวันเป็นเวลา 30 วัน ระหว่างวันที่ 13 มกราคม 2563-12 กุมภาพันธ์ 2563 จำนวน 2 จุด คือ ที่ระยะ 0-5 กิโลเมตร และ 5.1-10 กิโลเมตร จากโรงไฟฟ้าชีวมวล เก็บข้อมูลโดยจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการตรวจวัดจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจวัดที่ 1 โรงเรียนบ้านคลองยาง (มูลบนอุปถัมภ์) ตำบล

จระเข้หิน ซึ่งห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 2.64 กิโลเมตร และสถานีตรวจวัดที่ 2 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ซับก้านเหลือง ตำบลครบุรีใต้ ห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 9.18 กิโลเมตร

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแบบสอบถาม

นำแบบสอบถามที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งไม่ใช่พื้นที่วิจัย จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาค่า Cronbach's alpha coefficient โดยมีค่าเท่ากับ 0.84

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าชีวมวล ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

2. ข้อมูลจากแบบสอบถาม และข้อมูลจากการตรวจวัดมลพิษทางอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด สูงสุด

3. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และระดับสารมลพิษ กับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ binary logistic regression โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงหลักจริยธรรมการวิจัย โดยได้พิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างโดยผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย วันที่ 22 มกราคม 2563 รหัสโครงการวิจัย 367

ผลการศึกษา

ผลการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ทำนายการแพร่กระจายและความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ

จากการกำหนดตำแหน่งผู้รับมลพิษอากาศ (receptors) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต้องการหาความเข้มข้นของสารมลพิษอย่างเฉพาะเจาะจงจำนวน 4 จุด คือ จุดที่ 1 รพ.สต. ซับก้านเหลือง จุดที่ 2 รพ.สต. จระเข้หิน จุดที่ 3 เทศบาลตำบลครบุรีใต้ และจุดที่ 4 โรงเรียนบ้านคลองยาง (มูลบนอุปถัมภ์) พบว่า ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) ทั้งค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และเฉลี่ย 1 ปี มีค่าต่ำมากทั้ง 4 จุด มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และค่าความเข้มข้นสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่า 3.54138 $\mu g/m^3$ และ 0.61956 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ส่วนค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) พบว่า ค่าความเข้มข้นที่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งผู้รับมลพิษอากาศทั้ง 4 จุด ทั้งค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง และเฉลี่ย 1 ปี มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่าความเข้มข้นสูงสุดที่เกิดขึ้นทั้งค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง และเฉลี่ย 1 ปี มีค่า 113.77846 $\mu g/m^3$ และ 3.78166 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ สำหรับค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) พบว่า บริเวณตำแหน่งผู้รับมลพิษอากาศทั้ง 4 จุด ทั้งค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ย 1 ปี มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนค่าความเข้มข้นสูงสุดที่เกิดขึ้นทั้งค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ย 1 ปี มีค่า 31.45761 $\mu g/m^3$, 5.38977 $\mu g/m^3$ และ 0.96238 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ดังภาพที่ 1, 2 และตารางที่ 1

ผลการตรวจวัดมลพิษทางอากาศ โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1) ฝุ่นละอองรวม (TSP) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยพบว่าในสถานีตรวจวัดที่ 1 มีค่าระหว่าง 0.125-0.576 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และสถานีตรวจวัดที่ 2 มีค่าระหว่าง 0.054-0.182 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

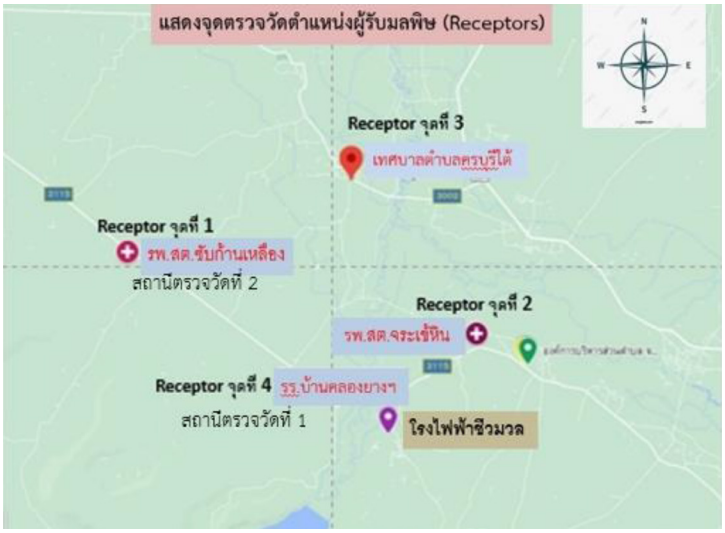
2) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) พบว่า ผลการตรวจวัดมีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน

โดยสถานีตรวจวัดที่ 1 มีค่าระหว่าง 0.018-0.069 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และสถานีตรวจวัดที่ 2 มีค่าระหว่าง 0.019-0.077 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

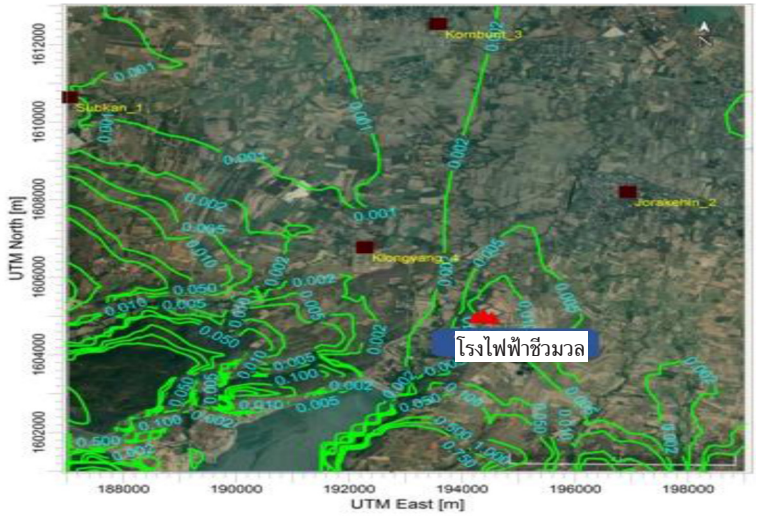
3) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) พบว่า ผลการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนด

ตลอดช่วงการตรวจวัด โดยสถานีตรวจวัดที่ 1 ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 0.0094-0.0372 ppm และ

ภาพที่ 1 จุดตรวจวัดตำแหน่งผู้รับมลพิษ (receptors) และสถานีตรวจวัด



ภาพที่ 2 ตัวอย่างผลการทำนายการแพร่กระจายความเข้มข้นของ NO_2 (ค่าเฉลี่ย NO_2 1 ปี) ณ ระดับความสูงต่าง ๆ



ตารางที่ 1 ผลการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

จุดตรวจวัดตำแหน่งผู้รับมลพิษ (receptors)	ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP)		ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)		ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)		
	ค่าเฉลี่ย 24 ชม. ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี ($\mu g/m^3$)
1. รพ.สต. ซับก้านเหลือง	0.00119	0.00027	0.05306	0.00101	0.01758	0.00162	0.00037
2. รพ.สต. จระเข้หิน	0.00347	0.00074	0.04858	0.00258	0.01680	0.00466	0.00098
3. เทศบาลตำบลครบุรีใต้	0.00242	0.00045	0.03915	0.00162	0.01316	0.00328	0.00060
4. โรงเรียนบ้านคลองยาง	0.00252	0.00039	0.06886	0.00128	0.02506	0.00339	0.00052
5. ค่าสูงสุด	3.54138	0.61956	113.77846	3.78166	31.45761	5.38977	0.96238
ค่ามาตรฐาน ($\mu g/m^3$)	<330	<100	<320	<57	<780	<300	<100

สถานีตรวจวัดที่ 2 ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 0.0062-0.0343 ppm

4) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) พบว่า ผลการตรวจวัดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตลอดช่วงการตรวจวัด โดยสถานีตรวจวัดที่ 1 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 0.0010-0.0016 ppm ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 0.0011-0.0016 ppm และสถานีตรวจวัดที่ 2 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 0.0009-0.0016 ppm ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง มีค่าระหว่าง 0.0012-0.0018 ppm

ผลกระทบด้านสุขภาพและอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ

เมื่อสอบถามอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 300 คน พบว่า ระบบทางเดินหายใจ จะมีอาการคัดจมูกมากที่สุด ร้อยละ 10.8 ระบบประสาท มีอาการปวดศีรษะมากที่สุด ร้อยละ 10.6 ระบบหัวใจและหลอดเลือด มีอาการเหนื่อยง่ายมากที่สุด ร้อยละ 13.5 ระบบผิวหนัง มีอาการคันตามร่างกายมากที่สุด ร้อยละ 9.9 และระบบสายตา มีอาการมองภาพไม่ชัดมากที่สุด ร้อยละ 12.6

อาการเจ็บป่วยของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ระยะทางต่าง ๆ

พบว่า ผู้ที่พักอาศัยอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 0-5 กิโลเมตร มีอาการน้ำตาไหล แสบหรือคันตา ไอแห้ง ๆ มากกว่า ผู้ที่พักอาศัยอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 5.1-10 กิโลเมตร ส่วนผู้ที่พักอาศัยอยู่ ห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 5.1-10 กิโลเมตร มีอาการคัดจมูก คันตามร่างกาย ตาแดง ปวดศีรษะ มีน้ำมูก เวียนศีรษะ แสบคอ แสบจมูก เหนื่อยง่าย ไอมีเสมหะ มากกว่าผู้ที่พักอาศัยอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 0-5 กิโลเมตร และอาการที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน ได้แก่ มองภาพไม่ชัด มีผื่นแดงตามร่างกาย เสียงแหบ หายใจมีเสียงหวีด หายใจลำบาก ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคล ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และระดับมลพิษ กับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ โดยใช้สถิติ binary logistic regression

ตารางที่ 2 ระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวลกับร้อยละของอาการเจ็บป่วย

อาการเจ็บป่วย	ระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล	
	0-5 กม.	5.1-10 กม.
คัดจมูก	4.8	6.0
คันตามร่างกาย	4.7	5.3
ตาแดง	0.7	1.7
น้ำตาไหล	3.7	2.6
ปวดศีรษะ	4.8	5.8
มองภาพไม่ชัด	6.2	6.4
มีน้ำมูก	3.2	5.9
มีผื่นแดงตามร่างกาย	2.1	2.4
เวียนศีรษะ	4.7	5.2
เสียงแหบ	1.7	1.8
แสบคอ	3.0	3.9
แสบจมูก	3.1	4.3
แสบหรือคันตา	5.0	3.9
หายใจมีเสียงหวีด	1.1	1.2
หายใจลำบาก	1.8	1.4
เหนื่อยง่าย	6.2	7.2
ไอมีเสมหะ	2.3	3.6
ไอแห้ง ๆ	4.5	3.4

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคลกับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศเช่น อายุ พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เช่น อาการมองภาพไม่ชัด โดยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่อายุ 40-49 ปี มีอาการมองภาพไม่ชัดเพิ่มขึ้น 9.49 เท่า อายุ 50-59 ปี มีอาการมองภาพไม่ชัดเพิ่มขึ้น 6.11 เท่า อายุ 60 ปี ขึ้นไป มีอาการมองภาพไม่ชัดเพิ่มขึ้น 7.51 เท่า (ตารางที่ 3)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ เช่น ระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยเมื่อเทียบกับระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 0-5 กิโลเมตร พบว่า ระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล มากกว่า 5-10 กิโลเมตร

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับอาการมองภาพไม่ชัด

อายุ (ปี)	β	p-value	Adjust OR	OR	95%CI for OR	
					Lower	Upper
40-49	2.097	<0.001	9.490	8.139	3.481	19.026
50-59	1.637	<0.001	6.111	5.142	2.180	12.132
≥60	1.892	<0.001	7.508	6.635	2.787	15.796

จะมีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เช่น อาการตาแดงเพิ่มขึ้น 1.69 เท่า มองภาพไม่ชัดลดลง 0.83 เท่า มีน้ำมูกเพิ่มขึ้น 1.46 เท่า เป็นต้น ดังตารางที่ 4

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษกับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ

พบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เช่น อาการคัดจมูก โดยถ้าหากฝุ่น $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีโอกาสเกิดอาการคัดจมูกเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า เกิดอาการแสบหรือคันตาเพิ่มขึ้น 1.012 เท่า เกิดอาการคันตามร่างกายเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า เป็นต้น ดังตารางที่ 5

วิจารณ์

จากการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ทำนายความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศบริเวณตำแหน่งผู้รับมลพิษ (Receptors) จำนวน 4 จุด พบว่า มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากการใช้แบบจำลอง AERMOD กับค่าที่ตรวจวัดได้จริงในพื้นที่ พบว่า ค่าที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลอง AERMOD มีค่าน้อยกว่าค่าที่ตรวจวัดได้จริงในพื้นที่ สำหรับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) พบว่า มีค่าเกินค่ามาตรฐานทั้ง 2 สถานี ส่วนฝุ่นละอองรวม (TSP)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล มากกว่า 5-10 กิโลเมตรกับอาการต่าง ๆ

อาการ	β	p-value	Adjust OR	OR	95% CI for OR	
					Lower	Upper
ตาแดง	0.525	0.002	1.690	1.682	1.219	2.321
มองภาพไม่ชัด	-0.187	0.009	0.829	0.857	0.747	0.983
มีน้ำมูก	0.380	0.000	1.462	1.423	1.209	1.676

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) กับอาการต่าง ๆ

อาการ	β	p-value	Adjust OR	OR	95% CI for OR	
					Lower	Upper
คัดจมูก	0.010	0.003	1.010	1.009	1.004	1.014
แสบหรือคันตา	0.012	0.001	1.012	1.007	1.002	1.012
คันตามร่างกาย	0.010	0.007	1.010	1.009	1.003	1.015

มีค่าเกินมาตรฐานเป็นบางวัน ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ผลการตรวจวัดไม่เกินค่ามาตรฐาน สาเหตุที่ทำให้ค่าที่ตรวจวัดได้จริงมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการใช้แบบจำลองเนื่องจากมีปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น เกิดจากฝุ่นควันจากการขนส่ง การเผาพืชผลทางการเกษตร เป็นต้น ในขณะที่การศึกษาของกมลรัศมิ์ กติกา[12] พบว่า ความเข้มข้นมลพิษอากาศที่ได้จากแบบจำลอง AERMOD มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าการตรวจวัดจริงของสารมลพิษ NO_2, SO_2 และ CO ยกเว้นค่าความเข้มข้นของ PM_{10} ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการตรวจวัดจริง ในขณะที่การศึกษาของ Kumar และคณะ[13] พบว่า การพยากรณ์คุณภาพอากาศสามารถทำได้โดยใช้ AERMOD พร้อมด้วยพารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาที่คาดการณ์ซึ่งได้มาจากแบบจำลอง WRF (Weather Research and Forecasting) โดยไม่ต้องมีข้อกำหนดใด ๆ เกี่ยวกับข้อมูลคุณภาพอากาศอนุกรมเวลาในอดีต อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลกระทบจากมลพิษทางอากาศที่ดีที่สุดนั้น ได้แก่ การตรวจวัดมลพิษทางอากาศด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อาทิ การวัดฝุ่นแขวนลอยด้วยเครื่องวัดฝุ่นปริมาตรสูง แต่เนื่องจากการตรวจวัดทำได้จำกัด เช่น สามารถตรวจวัดได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งหรือบางครั้งต้องใช้เวลามากและเครื่องมือมีราคาสูง ส่วนการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถประเมินค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง หรือ 1 ปี ได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อพิจารณาจากข้อดีข้อเสียของวิธีในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งสองแบบแล้วควรที่จะใช้ประกอบกันทั้งสองวิธี โดยสามารถนำข้อดีของแต่ละวิธีมาเสริมกันได้[14] วิธีการที่ใช้ทั้ง 2 วิธีเสริมกัน เช่น

1. ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถรู้ผลได้รวดเร็ว เพื่อแสดงจุดที่คาดว่าจะมีผลกระทบสูงแล้วจึงตั้งจุดตรวจวัดด้วยวิธีทางเคมีหรือฟิสิกส์ที่จุดนั้น ๆ

2. นำผลการตรวจวัดที่ได้จริงนั้นมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อปรับปรุงข้อมูลที่ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ในส่วนผลกระทบด้านสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีอาการเหนื่อยง่ายมากที่สุด ร้อยละ 13.5 รองลงมาคือมีอาการมองภาพไม่ชัด ร้อยละ 12.6 ในขณะที่การศึกษาของปิยมาภรณ์ ดวงมนตรี และคณะ[15] พบว่า ประชาชนมีการเจ็บป่วยด้วยโรคที่สัมพันธ์กับมลพิษอากาศมากที่สุดคือโรคภูมิแพ้ ร้อยละ 24 รองลงมาคือ โรคผิวหนังอักเสบผื่นคัน ร้อยละ 20 และโรคหอบหืด ร้อยละ 14 ส่วนผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษกับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีความสัมพันธ์กับอาการคัดจมูก มีน้ำมูก แสบจมูก แสบหรือคันตา แสบคอ ไอแห้ง ๆ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก ปวดศีรษะ เหนื่อยง่าย เช่น ถ้าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีโอกาสเกิดอาการคัดจมูกเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า สำหรับฝุ่นละอองรวม (TSP) มีค่าเกินมาตรฐานเป็นบางวัน ส่วนก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ผลการตรวจวัดไม่เกินค่ามาตรฐาน และเมื่อหาความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ในขณะที่การศึกษาของวรนารา ชนะบวรสกุล และคณะ[16] พบว่า ในกรุงเทพมหานครพบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ และจังหวัดนครสวรรค์ในช่วงฤดูฝุ่น พบว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเกิดโรคปอดบวม ไข้หวัดใหญ่ โรคจมูกอักเสบเรื้อรัง และโรคหลอดลมอักเสบ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ กับอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ พบว่าที่ระยะห่างจากโรงไฟฟ้าชีวมวล 5.1–10 กิโลเมตร จะมีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เช่น อาการตาแดงเพิ่มขึ้น 1.69 เท่า มองภาพไม่ชัดลดลง 0.83 เท่า มีน้ำมูกเพิ่มขึ้น 1.46 เท่า ในขณะที่การศึกษาของ Abdel-Gawad และคณะ[17] โดยการใช้แบบจำลอง AERMOD ในประเทศอียิปต์ ศึกษาการปล่อยสารมลพิษ 4 ชนิด คือ ก๊าซซัลเฟอร์

ไดออกไซด์ สารหนู โครเมียม และปรอท โดยมีตำแหน่งผู้รับมลพิษ (Receptors) คือหมู่บ้าน Jazirat Abu Salih ซึ่งอยู่ห่างออกไปทางทิศตะวันตก 10 กิโลเมตร จากโรงงานปูนซีเมนต์ พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษดังกล่าวเป็นที่ยอมรับว่าอยู่ในระดับความปลอดภัยของสภาพแวดล้อม ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศอียิปต์

ข้อจำกัดของการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดนครราชสีมาบางอย่างไม่มีการตรวจวัด เช่น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน ทำให้ต้องใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศของจังหวัดอุบลราชธานีแทน สำหรับข้อมูลของมลพิษอากาศที่ได้จากโรงไฟฟ้าชีวมวลจะมีแค่ 3 ค่า คือ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ส่วนข้อมูลของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ทางโรงไฟฟ้าไม่ได้มีการตรวจวัด จึงทำให้ไม่สามารถนำค่า $PM_{2.5}$ มาศึกษาในแบบจำลองนี้ได้

ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการพัฒนาศูนย์คาดการณ์ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง AERMOD เพื่อเฝ้าระวังและเตือนภัยผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ

2) ควรศึกษาและพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลสุขภาพ และข้อมูลสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังสุขภาพเชิงรุก และนำมาศึกษาและพัฒนาระบบเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้สำหรับเตือนภัยในพื้นที่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ ด้วยความร่วมมือจากหน่วยงาน/บุคคลที่เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ ได้แก่ สถานีอุตุนิยมวิทยานครราชสีมา และศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง บริษัทผลิตไฟฟ้าครบุรี จำกัด รพ.สต. จระเข้หิน รพ.สต. ซับก้านเหลือง โรงเรียนบ้านคลองยาง (มูลบนอุปถัมภ์) อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และประชาชนในพื้นที่ ขอขอบพระคุณอาจารย์พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และอาจารย์วราวุธ เสือดี ที่ปรึกษางานวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์อนามัยที่ 9 นครราชสีมา และท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ จนกระทั่งผลการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. ข้อมูลโรงไฟฟ้าชีวมวล ณ เดือน มิถุนายน 2560 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 25 มี.ค. 2562]. แหล่งข้อมูล: https://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=41810
2. วราวุธ เสือดี. คู่มือการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศประกอบในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพ-มหานคร: แอร์เซฟจำกัด; 2551.
3. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 121, ตอนพิเศษ 104 ง (ลงวันที่ 22 กันยายน 2547).
4. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 127, ตอนพิเศษ 37 ง (ลงวันที่ 24 มีนาคม 2553).
5. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไป. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 126, ตอนพิเศษ 114 ง (ลงวันที่ 14 สิงหาคม 2552).
6. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ชั่วโมง.

ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 118, ตอนพิเศษ 39 ง (ลงวันที่ 30 เมษายน 2544).

7. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจระเข้หิน. รายงานผู้ป่วยนอกตามกลุ่มสาเหตุ 21 กลุ่มโรค. นครราชสีมา: โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจระเข้หิน; 2561.
8. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลซับก้านเหลือง. รายงานผู้ป่วยนอกตามกลุ่มสาเหตุ 21 กลุ่มโรค. นครราชสีมา: โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลซับก้านเหลือง; 2561.
9. Krejcie RV, Morgan DW. Determining sample sizes for research activities. Educational and Psychological Measurement 1970;30(3):607-10
10. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ประกาศกระทรวง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 123, ตอนที่ 50 ง (ลงวันที่ 18 พฤษภาคม 2549).
11. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ประกาศกระทรวง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากโรงไฟฟ้าใหม่. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 127, ตอนพิเศษ 7 ง (ลงวันที่ 15 มกราคม 2553).
12. กมลรัศมิ์ กติกา. ความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมาโดยใช้ AERMOD [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2562. 112 หน้า.
13. Kumar A, Patil RS, Dikshit AK, Kumar R. Application of AERMOD for short term air quality prediction with forecasted meteorology using WRF model. Clean Technologies and Environmental Policy 2017;19(5):1955-65.
14. นพภาพร พานิช, แสงสันต์ พานิช. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2544.
15. ปิยมาภรณ์ ดวงมนตรี, สมคิด ปราบภัย, วาทินี จันทร์เจริญ, ดวงฤดี โชติกลาง, วรรณา สามารถ. การพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังเชิงรุกในการป้องกันโรคระบบทางเดินหายใจจากการใช้เชื้อเพลิงชีวมวล ในพื้นที่รับผิดชอบศูนย์อนามัยที่ 7 ขอนแก่น. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์; 2561.
16. วรนารา ชนะบวรสกุล, เสรีย์ ตู้ประกาย, ปิยะรัตน์ ปรีย์มาโนช, มงคล รัชชะ. ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามลพิษฝุ่นละออง PM2.5 กับโรคระบบทางเดินหายใจ และโรคหัวใจหลอดเลือด: กรณีศึกษาพื้นที่กรุงเทพมหานครและจังหวัดนครสวรรค์. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 2566;8(1):61-72.
17. Abdel-Gawad AI, NourEldeen M, Mahmaoud H, Hamouda A. Assessment of emissions from cement plants using AERMOD modeling. Applied Environmental Research 2022;44(1):10-27.

Predicting Concentration of Air Pollution Using AERMOD Model and Estimating Its Health Impact on the Population Near Biomass Power Plants in Khon-Buri District, Nakhon Ratchasima Province

Samakarn Tongkliang, M.Sc.; Araya Inta, M.P.H.; Somrat Nairam, M.Sc.

Regional Health Promotion Center 9 Nakhon Ratchasima, Thailand

Journal of Health Science of Thailand 2024;33(5):842-53.

Corresponding author: Samakarn Tongkliang, Email: karn.t2012@gmail.com

Abstract: Although biomass power plants play a role in enabling Thailand to produce electricity in response to economic development, the potential issue of air pollution should not be overlooked. This study aimed to predict the air pollution concentration from biomass power plants using the AERMOD air quality modeling and assess its health impacts on the population residing within a 10-kilometer radius of the plant in the Khon-Buri District of Nakhon Ratchasima Province. During the period from October 2019 to September 2020, air samples from four potentially affected communities within the radius were analyzed. These communities were Subkanlueng Subdistrict health promoting hospital, Chorakhehin Subdistrict health promoting hospital, Khon-Buri Tai Subdistrict municipality, and Ban-Clongyang (Moonbon Ubpatum) School. The analysis results showed that the concentration of total suspended particles (TSP), nitrogen dioxide (NO_2), and sulfur dioxide (SO_2) was lower than the national ambient air pollution standard in all four locations. In terms of health impacts, the most prevalent symptoms observed was fatigue (13.5%), followed by blurred vision (12.6%). The analysis of the relationship between the pollutants and particulate matter with a diameter less than 2.5 micrometers ($PM_{2.5}$) and health symptoms using binary logistic regression revealed that only $PM_{2.5}$ exposure was significantly associated with multiple symptoms including nasal congestion, runny nose, burning nose, sore throat, dry cough, cough with mucus, trouble breathing, headache, fatigue, burning and itchy eyes. For instance, an increase of 1 microgram per cubic meter of $PM_{2.5}$ was associated with a 1.01 times higher likelihood of experiencing nasal congestion. In light of these results, the researchers recommend (1) the establishment of an air pollution health risk assessment center that utilizes AERMOD model to monitor and alert the public to the impact of air pollution, and (2) the development of database system linking health and environmental factors for the use in proactive monitoring and warning of health disaster caused by environmental pollution.

Keywords: **predicting; air pollution; AERMOD; health impact; biomass power plants**