

ขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีแหล่งกำเนิดมลพิษ ทางอากาศของจังหวัดขอนแก่น

Size Distribution of Particulate Matter in Different Areas of Khon Kaen Province

สรายุ มันทาพันธ์ (Sarayu Muntaphan)^{1*} กาญจนา นาถะพินธุ (Ganjana Nathapindhu)**

(Received: July 1, 2020; Revised: August 13, 2020; Accepted: August 13, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน และความแตกต่างขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากพื้นที่การเกษตร พื้นที่จราจรหนาแน่น และพื้นที่ตลาดนัดของจังหวัดขอนแก่น ระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยเครื่อง Andersen Cascade Impactor 8 ชั้นผลการศึกษาพบว่าในฤดูหนาวพื้นที่ที่มีฝุ่นละอองสูงที่สุด คือพื้นที่การเกษตร โดยค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน เท่ากับ 106.66±7.80 และ 42.28±3.93 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ เหมือนกับฤดูร้อนพื้นที่การเกษตร มีค่าฝุ่นละอองเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน สูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 92.87±9.75 และ 45.75±7.60 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ วิเคราะห์ด้วยสถิติ Independent t test พบว่าค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้ง 3 พื้นที่กับฤดูกาล แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value >0.05) และวิเคราะห์ด้วยสถิติ one-way ANOVA พบว่า ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ช่วงฤดูหนาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 พื้นที่ (p-value <0.05) ขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบว่าพื้นที่การเกษตรทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อนมีการกระจายของฝุ่นละอองขนาด >4.7 ไมครอน สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.74 และ 39.53 ตามลำดับ เหมือนกับพื้นที่การจราจรหนาแน่น ในฤดูหนาวและฤดูร้อน พบฝุ่นละอองขนาด >4.7 ไมครอน สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.37 และ 40.14 ตามลำดับ ซึ่งสามารถเข้าไปสะสมที่จมูก และช่องลำคอของมนุษย์ได้ แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัดที่ในฤดูหนาวและฤดูร้อน พบฝุ่นละอองขนาด <1.1 ไมครอน สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 37.51 และ 36.88 ตามลำดับ ซึ่งฝุ่นสามารถเข้าไปสะสมที่ถุงลมปอด

ABSTRACT

The objective of this research was to study the quantity of PM10, PM2.5 and the differences of distribution size of particulate matter that affects the respiratory system from overcrowded agricultural area, traffic area, market area in Khon Kaen province. The data was collected by ACI 8 stage. The result showed that the area that had highest particulate matter quantity in winter was agricultural area. The average of PM10 and PM2.5 represents respectively of 106.66±7.80 and 42.28±3.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ In summer, the highest particulate matter quantity was also in agricultural area with the average of 92.87±9.75 and 45.75±7.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectively. statistical analysis independent t-test indicated that there was no significantly different (P-value>0.05), and One-way ANOVA revealed that PM10 in winter was significantly different in all 3 areas (p-value <0.05). It was found that agriculture area in both winter and summer have the same size distribution of particulate matter. The mostly found was particulate matter with a size >4.7 microns, representing 46.74 and 39.53 percent respectively. It was also found that particulate matter with a size >4.7 microns represent 42.37 and 40.14 percent respectively in overcrowded traffic area in both winter and summer. The particulate matter with a size >4.7 microns can be accumulated in the nose and throat of human. Differently, the particulate matter that found in the market area in both winter and summer is <1.1 microns with representing respectively only 37.51 and 36.88 percent. The particulate matter with a size <1.1 microns can be accumulated in pulmonary alveoli.

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละออง

Keywords: PM10, PM2.5, Size distribution of particulate matter

¹Corresponding author: sarayu199520@hotmail.com

*นักศึกษา หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ฝุ่นละอองในอากาศเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหา เพราะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สุขภาพของมนุษย์ รวมถึงการเกิดภาวะโลกร้อน [1 - 2] องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดให้ฝุ่นละออง ขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็ง ตั้งแต่ปี 2556 อีกทั้งยังเป็นสาเหตุให้ 1 ใน 8 ของประชากรโลก เสียชีวิตก่อนวัยอันควร และการวิเคราะห์ข้อมูล State of Global Air ระบุว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ก่อให้เกิด การเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศไทยประมาณ 37,500 คน คิดเป็นร้อยละ 6 ของอัตราการเสียชีวิตทั้งหมดในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2558 [3 - 6] จากการรายงานข้อมูลสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น ปี 2561 แหล่งกำเนิดปัญหาฝุ่นละอองของจังหวัดขอนแก่น ส่วนใหญ่มาจากการเผาในที่โล่ง 54% รองลงมาคือ อุตสาหกรรมการผลิต 17% การขนส่ง 13% การผลิตไฟฟ้า 9% และที่อยู่อาศัย 1% โดยจังหวัดขอนแก่นมีการเผาในที่โล่งจากการเกษตร สูง เนื่องจากขอนแก่นมีอาชีพเกษตรเป็นอาชีพหลัก ประชากรในจังหวัดขอนแก่นทั้งหมดจำนวน 1,792,596 คน มี ครอบครัวยุคที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมถึง 55% ของครอบครัวยุคทั้งหมด [7] จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ตั้งแต่ปี พ.ศ.2557 - 2562 ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน อยู่ที่ 29.4, 30.6, 39.2, 29.8, 31.4 และ 34.8 มกค./ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่ง เกินค่ามาตรฐานทุกปี ส่วนฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากการสำรวจปี พ.ศ.2557 - 2562 พบว่าค่าเฉลี่ยรายปีคือ 51.3, 47.9, 47.8, 44.1 , 52.4 และ 59.3 มกค./ลบ.ม. ตามลำดับ [8 - 9] ข้อมูลผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจของประชาชนใน จังหวัดขอนแก่นในปี พ.ศ. 2558 - 2562 พบว่า จังหวัดขอนแก่นมีผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจเฉลี่ยถึงปีละ 279,657 คน คิดเป็นอัตราส่วน 21,000 ต่อประชากรแสนคน เดือนมกราคมจะมีผู้ป่วยสูงสุด รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม โดยมีผู้ป่วยเฉลี่ยเท่ากับ 47,456, 38,252 และ 27,477 คน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเดือนที่มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก สูงสุดในรอบแต่ละปี [10]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณและความแตกต่างของขนาดการกระจายตัวฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากพื้นที่ จราจรหนาแน่น พื้นที่การเกษตร และตลาดนัดจังหวัดขอนแก่น ระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ทราบ ถึงผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการเสนอปัญหา เพื่อหาแนวทางการ ป้องกันควบคุมปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก และสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานท้องถิ่นที่ดูแลเกี่ยวกับการ ควบคุมฝุ่นละอองนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาต่อไปได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน จากพื้นที่จราจรหนาแน่น พื้นที่การเกษตร และ พื้นที่ตลาดนัดของจังหวัดขอนแก่น ระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากพื้นที่จราจรหนาแน่น พื้นที่การเกษตร และพื้นที่ตลาดนัดของจังหวัดขอนแก่น ระหว่างฤดูหนาวและฤดูร้อน

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Descriptive Research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ พื้นที่การเกษตร พื้นที่จราจรหนาแน่น และพื้นที่ตลาดนัดที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ของจังหวัดขอนแก่น

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

- 1) พื้นที่การเกษตร โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นพื้นที่ที่มีการประกอบกิจกรรมทางการเกษตร อยู่ใกล้พื้นที่ชุมชน และได้รับอนุญาตจากเจ้าของสถานที่จุดเก็บข้อมูล
- 2) พื้นที่จราจรหนาแน่น โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นพื้นที่จราจรติดขัด มีรถสัญจรตลอดเวลาในช่วงเก็บข้อมูล อยู่ใกล้พื้นที่ชุมชน และได้รับอนุญาตจากเจ้าของสถานที่จุดเก็บข้อมูล
- 3) พื้นที่ตลาดนัด โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ เป็นตลาดนัดที่เปิดให้ดำเนินการช่วงเวลาเก็บข้อมูล มีผู้คนมาใช้บริการเป็นจำนวนมาก มีการประกอบอาหารโดยใช้เตาถ่าน และได้รับอนุญาตจากเจ้าของสถานที่จุดเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) อุปกรณ์ภาคสนาม ได้แก่ เครื่องแอนเดอร์เซนคาสเคดอิมแพคเตอร์ 8 ชั้น และ บีมด์ูดสูญญากาศ, รุ่น Rocker 400
- 2) อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องซั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง แผ่นกระดาษกรองชนิด Glass Fiber (เส้นผ่าศูนย์กลาง 81 มิลลิเมตร) ตู้ดูดความชื้น เครื่องสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ รุ่น Gilibrator-2 เครื่องโรตารีคิมคิบปากแบน และถุงพลาสติกซิปลสำหรับบรรจุกระดาษกรอง

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

- 1) นำกระดาษกรองไปดูดความชื้นในตู้ดูดความชื้น 24 ชั่วโมง นำไปซั่งน้ำหนักจดบันทึก
- 2) ก่อนการเก็บตัวอย่างมีการปรับเทียบอัตราการดูดอากาศ ใช้อัตราการดูดอากาศของบีมที่อัตรา 1.698 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (28.3 ลิตร/นาท) และนำไปติดตั้งพื้นที่เก็บข้อมูล โดยจุดเก็บตัวอย่างต้องไม่มีสิ่งกีดขวางบริเวณจุดเก็บรัศมี 1 เมตร ความสูงของเครื่องตั้งที่ระดับความสูง 1.5 เมตร
- 3) เมื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองเสร็จแล้ว เก็บกระดาษกรองไปดูดความชื้นในตู้ดูดความชื้น 24 ชั่วโมง นำไปซั่งน้ำหนักจดบันทึก และนำกระดาษกรองที่ซั่งมาได้คำนวณปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศของแต่ละชั้น (หน่วยเป็น มก./ลบ.ม.)

$$\text{ปริมาณฝุ่นละออง} = \frac{(\text{น้ำหนักหลังเก็บ} - \text{น้ำหนักก่อนเก็บ}) \times 10^6}{\text{ปริมาณอากาศที่ดูดเข้าเครื่อง}}$$

การคำนวณค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก 10 ไมครอน คือค่าฝุ่นรวมทั้งตั้งแต่ชั้น 0 – 7 หรือผลรวมทุกชั้น มีค่า Cut off Diameter 0.4 - 9.0 ไมครอน ส่วนค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน วิเคราะห์จากผลรวมของชั้น 4 – 7 โดยมีค่า Cut off Diameter 0.4 – 2.1 ไมครอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองภาคสนาม เก็บข้อมูลทั้งหมด 40 ตัวอย่าง โดยจะเก็บ 2 จุดภาค ประกอบด้วย จุดหนาว คือช่วงเวลาการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 (21 ตัวอย่าง) และจุดร้อน คือช่วงเวลาการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2563 (19 ตัวอย่าง)
- 2) ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง แต่ละพื้นที่จะไม่เหมือนกัน เนื่องจากผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปริมาณและขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในช่วงที่ผู้คนในสถานที่ศึกษามีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด โดยช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย พื้นที่จราจรหนาแน่นจะเก็บช่วงเวลา 07.30 – 20.00 น. เป็นเวลาที่มีการจราจรหนาแน่นที่สุด พื้นที่การเกษตรจะเก็บช่วงเวลา 07.30 – 20.00 น. เป็นช่วงเวลาที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่จะทำกิจกรรมในพื้นที่ทำการเกษตร และพื้นที่ตลาดนัด จะเก็บเฉพาะวันที่มีการเปิดตลาดนัด ซึ่งเป็นช่วงเวลา 14.00 – 22.00 น.

สถานที่วิเคราะห์ข้อมูล

ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การวิเคราะห์ข้อมูล

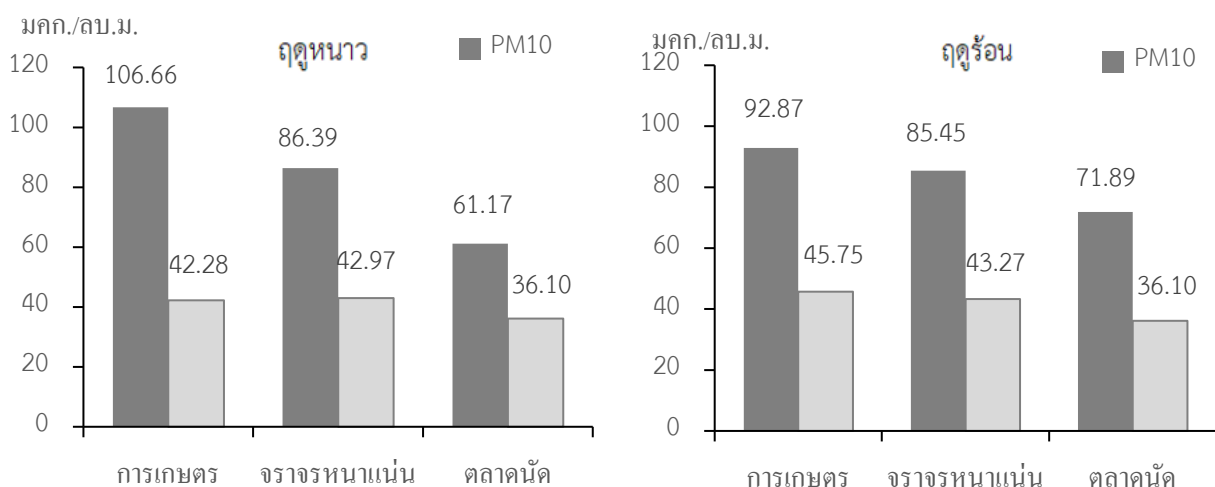
สถิติพรรณนา นำเสนอข้อมูลค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และค่าสูงสุด-ต่ำสุด

สถิติอนุมาน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มแบบอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศกับฤดูกาล ประกอบด้วย ความแตกต่างของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน จากพื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่จราจรหนาแน่น และพื้นที่ตลาดนัดระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศ ระหว่างพื้นที่จราจรหนาแน่น พื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่ตลาดนัด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

1. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน

ผลการวิเคราะห์พบว่าในฤดูหนาวพื้นที่การเกษตรมีค่าฝุ่นละอองสูงที่สุด โดยค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน เท่ากับ 106.66±7.80 และ 42.28±3.93 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ รองลงมาคือพื้นที่จราจรหนาแน่น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 86.39±10.28 และ 42.97±7.47 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ และพื้นที่ตลาดนัด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.17±10.06 และ 36.10±4.95 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ ในฤดูร้อนพบว่า พื้นที่ที่มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน สูงที่สุดคือพื้นที่การเกษตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 92.87±9.75 และ 45.75±7.60 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ รองลงมาคือพื้นที่จราจรหนาแน่น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.45±13.61 และ 43.27±7.47 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ และพื้นที่ตลาดนัด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.89±12.27 และ 36.10±7.53 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดไว้ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 120 มก./ลบ.ม. พบว่าพื้นที่การเกษตรเป็นพื้นที่เดียวที่เกินค่ามาตรฐาน(เฉพาะในวันที่มีการเผา) ส่วนฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดไว้มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 50 มก./ลบ.ม. เกินเกณฑ์มาตรฐานทั้ง 3 พื้นที่ในบางวัน



ภาพที่ 1 ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มแบบอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test) ระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ทั้ง 3 พื้นที่กับฤดูกาล จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน ในฤดูหนาวและฤดูร้อนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value > 0.05) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองในพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศระหว่างพื้นที่ทำการเกษตร พื้นที่จราจรหนาแน่น และพื้นที่ตลาดนัด ในช่วงฤดูหนาว พบว่า ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 3 พื้นที่ (p -value < 0.05) แต่ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในช่วงฤดูหนาว ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value > 0.05)

2. ความแตกต่างของขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละออง

2.1 ขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ฤดูหนาวพื้นที่การเกษตรมีค่าฝุ่นละอองสูงสุดอยู่ที่ชั้น 0 ช่วงขนาด 9.0 – 10.0 ไมครอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.87 ± 3.58 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 23.32 เหมือนกับพื้นที่การจราจรหนาแน่น มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดที่ชั้น 0 ช่วงขนาด 9.0 – 10.0 ไมครอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.08 ± 1.60 คิดเป็นร้อยละ 19.77 แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัดที่มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดคือชั้น 7 ช่วงขนาด 0.4 – 1.1 ไมครอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.34 ± 1.71 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 20.18 (ภาพที่ 2)

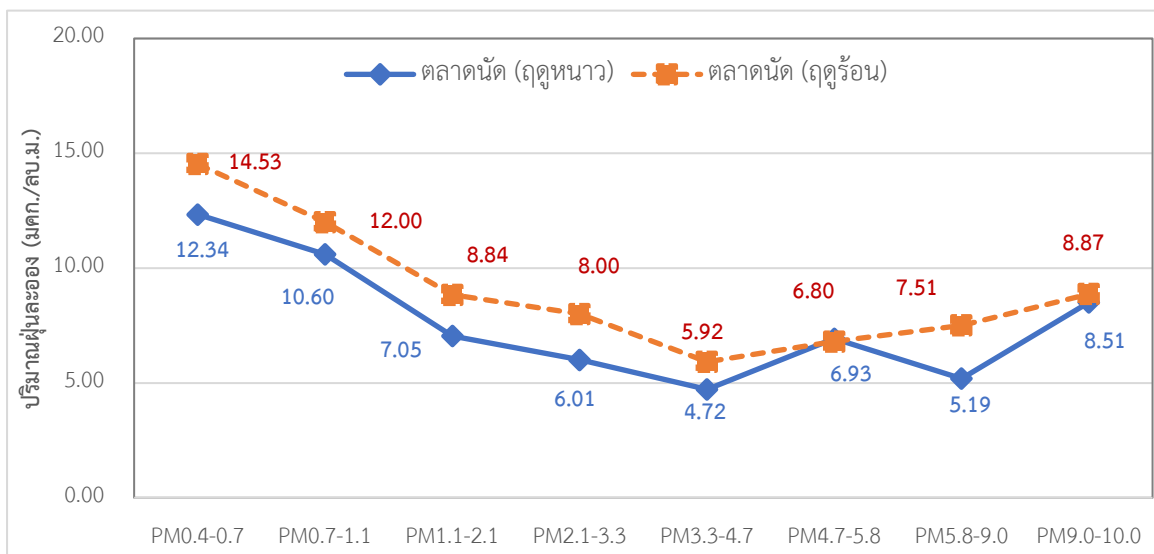
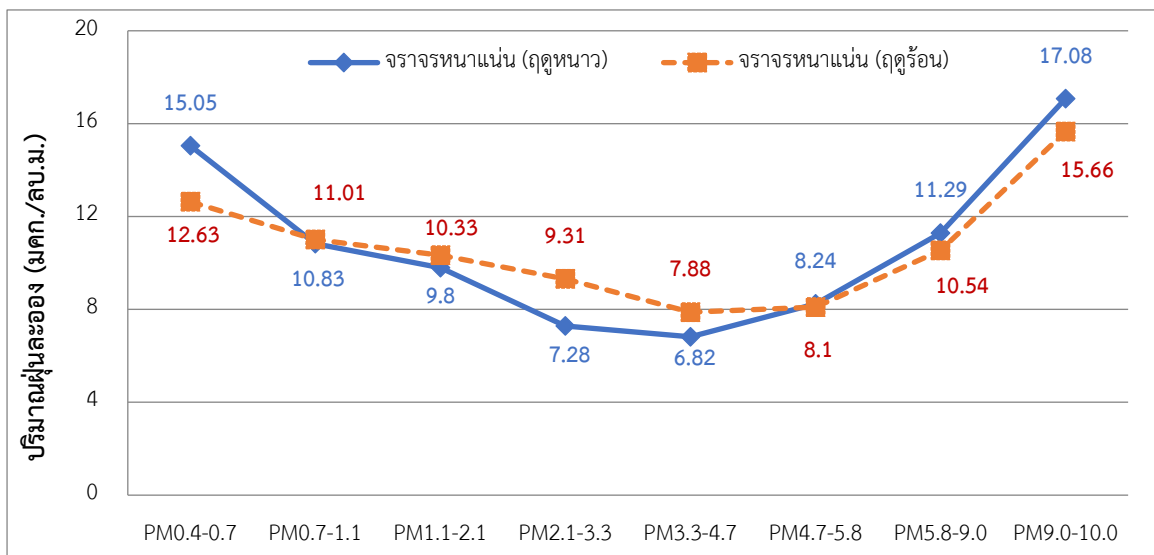
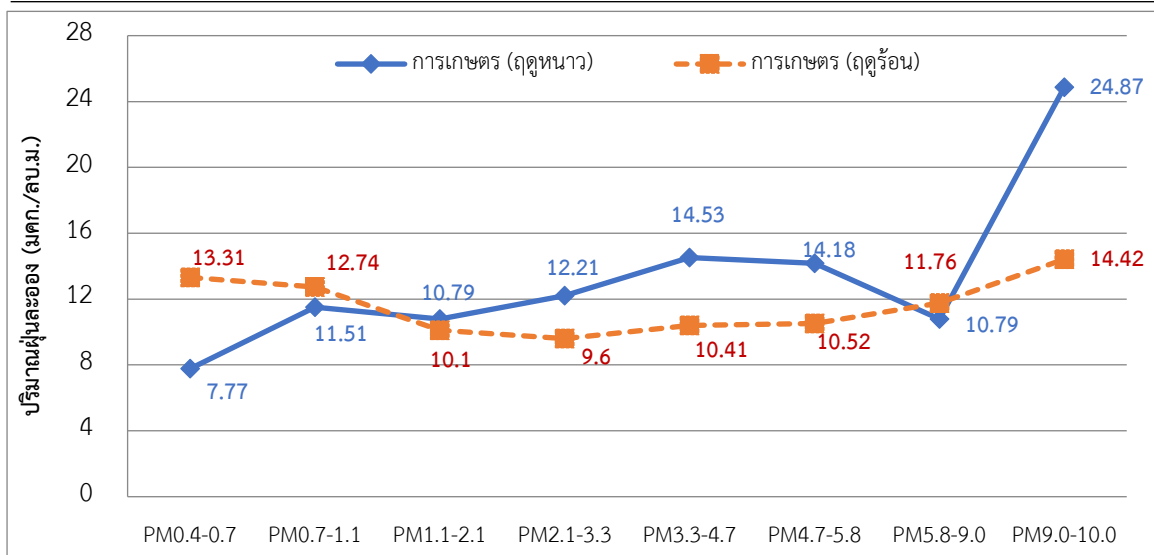
ฤดูร้อนพื้นที่การเกษตรมีค่าฝุ่นละอองสูงสุดอยู่ที่ชั้น 0 ช่วงขนาด 9.0 – 10 ไมครอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.42 ± 1.40 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 16.03 เหมือนกับพื้นที่จราจรหนาแน่น มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดที่ชั้น 0 ช่วงขนาด 9.0 – 10.0 ไมครอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.66 ± 3.73 คิดเป็นร้อยละ 18.33 แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัดที่มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดคือชั้น 7 ช่วงขนาด 0.4 – 1.1 ไมครอน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.53 ± 3.61 คิดเป็นร้อยละ 20.07 (ภาพที่ 2)

การกระจายตัวของฝุ่นละอองช่วงฤดูหนาวกับฤดูร้อน ในแต่ละพื้นที่ที่มีการกระจายตัวที่เหมือนกัน พื้นที่การเกษตรและพื้นที่จราจรหนาแน่น มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดอยู่ที่ขนาด 9.0 – 10.0 ไมครอน ส่วนพื้นที่ตลาดนัด มีค่าฝุ่นละอองสูงสุดอยู่ที่ช่วงขนาด 0.4 – 0.7 ไมครอน

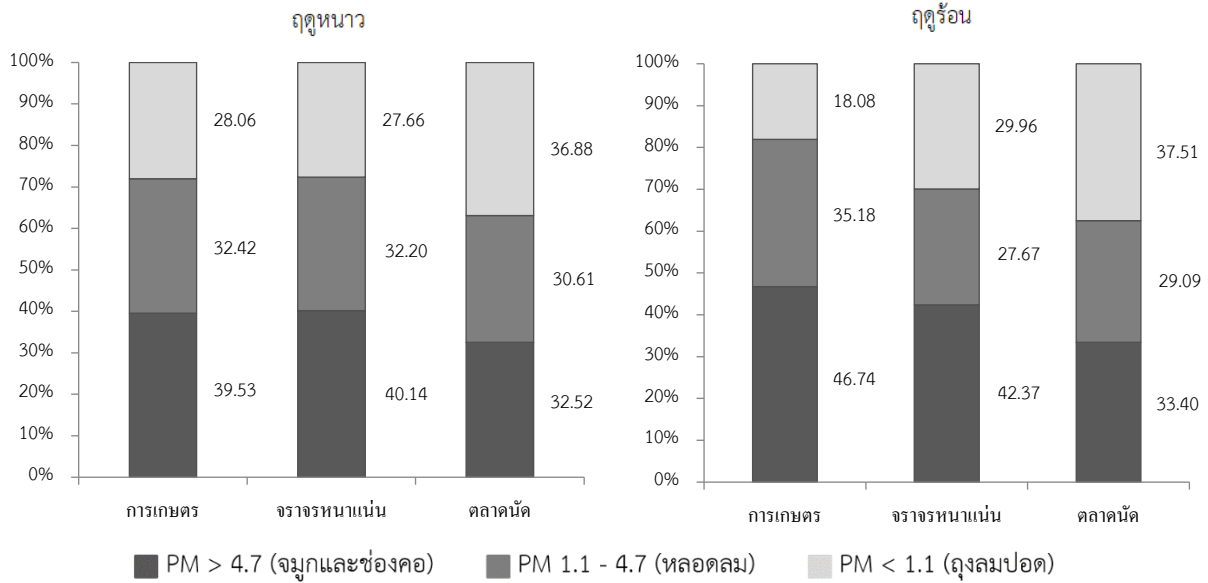
2.2 การกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ

จำแนกเป็น 3 ช่วงขนาด เพื่อดูถึงผลกระทบจากฝุ่นละอองที่มีโอกาสเข้าไปสะสมระบบทางเดินหายใจมนุษย์ ประกอบด้วย ปริมาณฝุ่นละอองขนาด > 4.7 , 1.1 – 4.7 และ < 1.1 ไมครอน คิดเป็นร้อยละสะสมเฉลี่ยที่ จมูกและช่องคอ, หลอดลม และถุงลมปอด [11 - 12] ฤดูหนาว พบว่า พื้นที่การเกษตรพบฝุ่นละอองขนาด > 4.7 ไมครอน สูงที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.85 ± 5.85 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 46.74 ของฝุ่นละอองทั้งหมด เหมือนกับพื้นที่การจราจรหนาแน่นที่พบฝุ่นละอองขนาด > 4.7 ไมครอน สูงที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.61 ± 4.32 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 42.37 ของฝุ่นละอองทั้งหมด ซึ่งฝุ่นละอองขนาด > 4.7 ไมครอน แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัด พบฝุ่นละอองขนาด < 1.1 ไมครอน สูงที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.94 ± 3.87 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 37.51 ของฝุ่นละอองทั้งหมด ฤดูร้อน พบว่า พื้นที่การเกษตรพบฝุ่นละอองขนาด > 4.7 ไมครอน สูงที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.70 ± 1.31 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 39.53 ของฝุ่นละอองทั้งหมด เหมือนกับพื้นที่การจราจรหนาแน่น พบฝุ่นละอองขนาด > 4.7 ไมครอน สูงที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.30 ± 5.93 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 40.14 ของฝุ่นละอองทั้งหมด แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัดที่พบค่าฝุ่นละอองขนาด < 1.1 ไมครอน สูงที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.51 ± 4.70 มกค./ลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ 36.88 ของฝุ่นละอองทั้งหมด (ตารางที่ 2 ภาพที่ 3)

การกระจายตัวของฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ พื้นที่การเกษตรและพื้นที่จราจรหนาแน่น พบฝุ่นละอองส่วนใหญ่มีขนาด > 4.7 ไมครอน ซึ่งมีโอกาสเข้าไปสะสมในจมูกและช่องคอได้ แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัดที่ส่วนใหญ่จะพบเป็นฝุ่นละอองขนาด < 1.1 ไมครอน ซึ่งสามารถเข้าไปสะสมที่ถุงลมปอดได้



ภาพที่ 2 ขนาดการกระจายตัวของฝุ่นละออง



ภาพที่ 3 ฝุ่นละอองที่สะสมในระบบทางเดินหายใจ

อภิปรายผลการศึกษา

1. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน

จากการศึกษาพบว่า พื้นที่การเกษตรมีปริมาณฝุ่นละอองสูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่การจราจรหนาแน่น และพื้นที่ตลาดนัดตามลำดับ เมื่อตรวจสอบข้อมูลกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดไว้ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 120 มกค./ลบ.ม. พบว่าพื้นที่จราจรหนาแน่นกับพื้นที่ตลาดนัดมีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไม่เกิน 120 มกค./ลบ.ม. ทุกวันที่ทำการเก็บข้อมูล ส่วนพื้นที่การเกษตรในวันที่มีการเผาจะพบว่า มีค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สูงเกิน 120 มกค./ลบ.ม. ทุกครั้งที่มีการเผาในพื้นที่ ซึ่งการเผาส่วนใหญ่เป็นการเผาอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว และเผาฟางข้าวหลังเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับการศึกษาของ [13] พบว่าการเผาในที่โล่งทางการเกษตรส่งผลให้มีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กของทั้ง 3 พื้นที่กับฤดูกาล พบว่า ทั้ง 3 พื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในฤดูหนาวและฤดูร้อน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าทั้ง 3 พื้นที่ ในช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในช่วงฤดูร้อนผลพบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดไว้ต้องมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 50 มกค./ลบ.ม. ซึ่งทั้ง 3 พื้นที่ที่มีค่าฝุ่นละอองสูงกว่า 50 มกค./ลบ.ม. ในบางวัน โดยพื้นที่การเกษตรเกิดจากการเผา สาเหตุมาจากการเผาจนเกิดการสะสมของฝุ่นละออง ส่วนพื้นที่จราจรหนาแน่นเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์รถ โดยเฉพาะรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล ทำให้เกิดฝุ่นควันดำได้จากการสำรวจโดยการสังเกตพบว่า ช่วงเวลา 07.30 – 09.00 และเวลา 16.00 – 19.00 ในบริเวณจุดตรวจวัดจะมีการจราจรที่ค่อนข้างติดขัด เนื่องจากใกล้กับโรงเรียนสถานที่ราชการ และที่ทำการรัฐวิสาหกิจ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีผู้คนจำนวนมาก มีรถโดยสารประจำทางผ่านและรอให้บริการตลอดทั้งวัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรถกระบะที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล และรถยนต์ที่สัญจรในบริเวณพื้นที่จะเป็นรถยนต์ขนาดเล็กส่งผลให้เกิดฝุ่นละอองสะสมอยู่ในพื้นที่ได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ [14] พบว่าปริมาณยานพาหนะมีความสัมพันธ์กับการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนพื้นที่ตลาดนัดมีบริเวณขายอาหาร มีการ

ประกอบอาหารโดยใช้เตาถ่านทุกประเภท ทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน จนเกิดมาตรฐานที่กำหนด สอดคล้องกับการศึกษาของ [15] พบว่าการประกอบอาหารด้วยเตาถ่าน โดยเฉพาะการปิ้งย่างที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมควัน ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กของทั้ง 3 พื้นที่กับฤดูกาล พบว่า ทั้ง 3 พื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในฤดูหนาวและฤดูร้อน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) พบว่าทั้ง 3 พื้นที่ ในช่วงฤดูหนาว และในช่วงฤดูร้อน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความแตกต่างของขนาดการกระจายตัวฝุ่นละออง

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่การเกษตรทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อน ผู้วิจัยได้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดที่บริเวณหน้ารพ.สต. เมืองเก่าพัฒนา บริเวณใกล้จุดตั้งเครื่องเป็นพื้นที่ทำการเกษตรล้อมรอบ และมักมีการเผาในที่โล่งแจ้ง เช่น การเผาอ้อย การเผาฟางข้าว และมีการไถกลับหลังเก็บเกี่ยวเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการปลูกครั้งใหม่ รวมทั้งเป็นถนนเส้นเดียวที่เป็นทางผ่านเข้าและออกจากอำเภอเวียงเก่า มีรถยนต์และรถบรรทุกผ่านเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว จากการเก็บข้อมูลพบการกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองขนาด >4.7 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่มีโอกาสเข้าไปสะสมที่จมูกและช่องลำคอได้ โดยชั้นที่พบฝุ่นละอองสูงที่สุดคือชั้น 0 ช่วงขนาดฝุ่นละอองอยู่ที่ 9.0 – 10.0 ไมครอน แตกต่างจากการศึกษาของ [16] พบว่าการกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่การเกษตรของจังหวัดลำปาง ส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองขนาด <1.1 ไมครอน (สะสมอยู่ที่ถุงลมปอด) คิดเป็นร้อยละ 55.2 โดยชั้นที่พบฝุ่นละอองสูงที่สุดคือชั้น 7 ช่วงขนาด 0.4 – 0.7 ไมครอน และแตกต่างจากการศึกษาของ [17] พบว่าฝุ่นละอองในพื้นที่การเกษตรในเขตชนบทของประเทศอินเดีย ตะวันออกกลางส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองขนาด 1.1 – 4.7 ไมครอน ซึ่งมีโอกาสเข้าไปสะสมที่หลอดลมของมนุษย์

พื้นที่จราจรหนาแน่นทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อน ผู้วิจัยได้ตั้งเครื่องตรวจวัดที่บริเวณหน้าสถานีตำรวจ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จุดตั้งเป็นถนนเส้นกลางเมือง มีรถยนต์และรถจักรยานยนต์สัญจรตลอดเวลา โดยเฉพาะช่วงเช้าเวลา 07.30 น. – 9.00 น. กับช่วงเย็นเวลา 16.00 น. – 19.00 น. จากการเก็บข้อมูลพบการกระจายตัวของฝุ่นละออง ส่วนใหญ่มีขนาด 9.0 – 10.0 ไมครอน เมื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีโอกาสเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจที่ตำแหน่งต่างๆ พบว่า ฝุ่นละอองส่วนใหญ่มีขนาด >4.7 ไมครอน เป็นฝุ่นละอองสามารถเข้าไปสะสมที่จมูกและช่องลำคอได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ [18] พบว่าการกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่การจราจรหนาแน่นเมืองอุซาน ประเทศเกาหลีใต้ พบฝุ่นละอองที่มีขนาด 9.0 – 10.0 ไมครอน สูงที่สุด และสอดคล้องกับการศึกษาของ [19] กล่าวว่าฝุ่นละอองขนาด >4.7 ไมครอน เกิดจากดินถนนและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของรถยนต์ได้

พื้นที่ตลาดนัดผู้วิจัยได้ติดตั้งเครื่องตรวจวัดที่บริเวณลานที่โล่งของตลาดนัดถนนคนเดิน โดยจะเลือกติดตั้งเครื่องใกล้โซนขายอาหาร จากการเก็บข้อมูลการกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่ตลาดนัดทั้งฤดูหนาวและฤดูร้อนพบว่า การกระจายตัวของฝุ่นละอองส่วนใหญ่มีขนาด 0.4 – 0.7 ไมครอน เมื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีโอกาสเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจที่ตำแหน่งต่างๆ พบว่า ฝุ่นละอองส่วนใหญ่มีขนาด <1.1 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นละอองสามารถเข้าไปสะสมที่ถุงลมปอดได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง มีผู้คนเข้ามาใช้บริการพื้นที่เป็นจำนวนมาก และมีการประกอบอาหาร โดยเฉพาะประเภทที่ใช้เตาถ่านที่ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันหรือเครื่องดูดควัน สามารถก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ รวมถึงการเดินทางมาส่วนใหญ่คือใช้รถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

สรุปได้ว่า การกระจายตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่การเกษตรเหมือนกับพื้นที่การจราจรหนาแน่นทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาด >4.7 ไมครอน สามารถสะสมได้ที่จมูกและช่องคอ ช่วงขนาดที่พบฝุ่นละอองมากที่สุดคือ 9.0 – 10.0 ไมครอน แตกต่างจากพื้นที่ตลาดนัดทั้งในฤดูหนาวและฤดูร้อนที่ฝุ่นละอองส่วนใหญ่มีขนาด <1.1 ไมครอน ซึ่งสามารถเข้าไปสะสมที่ถุงลมปอดได้ ช่วงขนาดที่พบฝุ่นละอองมากที่สุดคือช่วง 0.4 – 0.7 ไมครอน

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศพื้นที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยเกิดเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนดในบางวัน แต่เมื่อสัมผัสเป็นระยะเวลานานฝุ่นละอองจะสะสมในร่างกายและเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ได้ จึงมีแนวทางในการลดการเกิดมลพิษดังนี้

1. พื้นที่การเกษตร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่รณรงค์ลดการเผาในพื้นที่การเกษตร และประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายจากฝุ่นละออง รวมถึงช่วงสถานการณ์ที่มีค่าฝุ่นละอองสูง ให้มีการกระจายข่าวเพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ทราบถึงสถานการณ์ และป้องกันตนเองเบื้องต้น ได้ถูกต้อง เช่น ไม่ออกนอกอาคาร ไม่ไปในพื้นที่ที่มีค่าฝุ่นละอองที่สูง และอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นละอองเมื่อต้องเดินทางไปในพื้นที่ที่มีค่าฝุ่นละอองสูง

2. พื้นที่จราจรหนาแน่น ในวันที่มีรถยนต์สัญจรจำนวนมากและการจราจรติดขัดมาก ค่าฝุ่นละอองก็สูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะวันศุกร์และวันเสาร์เป็นวันที่มีรถยนต์สัญจรในเมืองขอนแก่นเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณหรือผู้ที่ต้องเดินทางไปยังพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่น เมื่อไม่ได้อยู่ในอาคารหรือรถยนต์ ควรมีอุปกรณ์ป้องกันตนเองจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก เช่น ควรสวมหน้ากากอนามัยก่อนออกนอกเคหสถาน เป็นต้น

3. พื้นที่ตลาดนัด ควรขอความร่วมมือกับผู้ขายอาหารที่ใช้เตาถ่าน เพื่อประกอบอาหารเปลี่ยนเป็นแบบอื่นๆ และร้านอาหารประเภทบั้งย่างให้ติดตั้งอุปกรณ์ดูดอากาศเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายตัวของฝุ่นละออง รวมถึงผู้คนที่เดินทางมาในพื้นที่ควรสวมหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันตนเอง

เอกสารอ้างอิง

1. Nemmar A, Inuwa IM. Diesel exhaust particles in blood trigger systemic and pulmonary morphological alterations. *Toxicology Letters*. 2008; 176(1): 20-30.
2. Walker B, Mouton CP. Environmental influences on cardiovascular health. *Journal of the National Medical Association*. 2008; 100(1), 98-102.
3. Greenpeace. Ranking of cities with air pollution problems [Internet]. 2018 [cited 2019 May 18]. Available from <https://www.greenpeace.org/thailand/publication/3139/>
4. HEI. Improve Air Quality Public Health [Internet]. 2019 [cited 2019 September 10]. Available from <https://www.healtheffects.org/>
5. IHME. Air Pollution [Internet]. 2019. [cited 2019 May 10] Available from <http://www.healthdata.org/air-pollution>
6. WHO. Health Effects of Particulate Matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. 2013.
7. HPC 7. Analyze the situation of particles not larger than 2.5 microns in Health Center Area 7 [Internet]. 2019 [cited 2019 May 17] Available from <http://www.kkpho.go.th/i/index.php/component/5830.html>
8. Greenpeace. PM10 and PM2.5 Report in Thailand [Internet]. 2018 [cited 2019 January 7] Available from <https://www.greenpeace.org/thailand/>
9. Pollution Control Department. State of Pollution in Thailand in 2019 [Internet]. 2019 [cited 2019 April 12] Available from <http://www.pcd.go.th>
10. HDC. Occupational and environmental diseases [Internet]. 2020. [cited 2020 March 20] Available from <https://kkn.hdc.moph.go.th/hdc/reports/>



11. Thermo electron corporation. Eight Stage Non-Viable Impactor (Series 20-800 Mark II) [Internet]. 2004 [cited 2019 May 11] Available from <http://www.thermo.com/com/cda/product/detail/1,1055,22485,00.html>
12. Thermo scientific. Eight-Stage Non-Viable Andersen Cascade Impactor [Internet]. 2004 [cited 2019 May 15] Available from <http://www.thermoscientific.com/en/product/eight-stage-non-viableandersen-cascade-impactor.html>
13. Khotmanee K. Open burning situation and particulate matter in the environment form agriculture burning case study in Kumphawapi Udon Thani Province. Thailand Journal of Health Promotion and Environmental. 2008; 11(3): 15-26.
14. Chutichaisakda M. Determination of PM_{2.5} Fraction in PM₁₀ Generated by Traffic Source in Chiang Mai Municipality. Master of Environmental Engineering. Chiang Mai University. 2014.
15. Rangjob K, Nathapindhu G. (2011). Particle Size Distribution in the Activities Grilling Process. KKU Journal for Public Health Research. 2011; 5(2): 11-20.
16. Phoothiwut S. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on Different Sizes of Particulate Matters Emitted from Biomass Open Burning. The Requirement for The Degree of Master of Science in Environmental Chemistry Faculty of Science. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. 2009.
17. Nirmalkar J, Manas KD. Impact of intense field burning episode on aerosol mass loading and its possible health implications in rural area of eastern central India. Air Qual Atmos Health. 2016; 9(1): 241-249.
18. Ny MT, Lee BK. Size Distribution of Airborne Particulate Matter and Associated Metallic Elements in an Urban Area of an Industrial City in Korea. Asian Journal of Atmospheric Environment. 2011; 4(1): 9-19.
19. Oh MS, Lee TJ, Kim DS. Quantitative Source Apportionment of Size-segregated Particulate Matter at Urbanized Local Site in Korea. Aerosol and Air Quality Research. 2011; 11(1): 247-264.

ตารางที่ 1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 และ 2.5 ไมครอน

พื้นที่	ปริมาณ PM-10 (มก./ลบ.ม.)		ปริมาณ PM-2.5 (มก./ลบ.ม.)	
	Mean±S.D.	Max – Min	Mean±S.D.	Max – Min
พื้นที่ทำการเกษตร				
- ฤดูหนาว	106.66 ± 7.80	111.31 – 95.04	42.28 ± 3.93	46.95 – 37.70
- ฤดูร้อน	92.87 ± 9.75	103.21 – 83.85	45.75 ± 7.60	53.08 – 37.91
พื้นที่จราจรหนาแน่น				
- ฤดูหนาว	86.39 ± 10.28	100.79 – 74.88	42.97 ± 7.47	51.50 – 30.77
- ฤดูร้อน	85.45 ± 13.61	105.27 – 75.09	43.27 ± 7.43	53.02 – 35.19
พื้นที่ตลาดนัด				
- ฤดูหนาว	61.17 ± 10.06	73.81 – 48.10	36.10 ± 4.95	45.84 – 29.84
- ฤดูร้อน	71.89 ± 12.27	87.95 – 58.89	42.58 ± 7.53	51.74 – 35.84
* หมายเหตุ กรณีเก็บข้อมูลหลังจากฝนตก				
- พื้นที่จราจรหนาแน่น	41.40 ± 2.89	44.67 – 39.16	20.36 ± 5.21	24.99 – 14.71
- พื้นที่ทำการเกษตร	41.63 ± 4.40	45.43 – 36.81	25.42 ± 3.17	28.77 – 22.46
* หมายเหตุ กรณีเก็บข้อมูลวันที่มีการเผา				
- พื้นที่ทำการเกษตร	128.68 ± 6.87	136.12 – 120.36	46.25 ± 3.68	50.06 – 42.85

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง และร้อยละที่สะสมตามอวัยวะต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ

พื้นที่ศึกษา	จุกและช่องคอ >4.7		หลอดลม 1.1 – 4.7		ถุงลมปอด <1.1	
	Mean ± S.D. (มก./ลบ.ม.)	ร้อยละ	Mean ± S.D. (มก./ลบ.ม.)	ร้อยละ	Mean ± S.D. (มก./ลบ.ม.)	ร้อยละ
การเกษตร						
- ฤดูหนาว	49.85 ± 5.85	46.74	37.52 ± 2.55	35.18	19.28 ± 1.94	18.08
- ฤดูร้อน	36.70 ± 1.31	39.53	30.11 ± 1.92	32.42	26.05 ± 6.65	28.06
จราจรหนาแน่น						
- ฤดูหนาว	36.61 ± 4.32	42.37	23.90 ± 7.36	27.67	25.88 ± 2.61	29.96
- ฤดูร้อน	34.30 ± 5.93	40.14	27.51 ± 4.60	32.20	23.63 ± 4.00	27.66
ตลาดนัด						
- ฤดูหนาว	20.43 ± 6.71	33.40	17.79 ± 2.75	29.09	22.94 ± 3.87	37.51
- ฤดูร้อน	23.38 ± 3.86	32.51	22.01 ± 5.17	30.61	26.51 ± 4.70	36.88