

ระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝน
ปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

EXPOSURE LEVELS OF CYCLISTS AND PEDESTRIANS TO BLACK CARBON
IN 2017 RAINY SEASON IN MUANG DISTRICT, UDON THANI PROVINCE

วินัย มีแสง *

Winai Meesang *

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำของผู้ปั่นจักรยานและประเมินความเสี่ยงการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำในกลุ่มผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้าในช่วงฤดูฝน ในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี และเพื่อบ่งชี้พื้นที่ที่เสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี โดยทำการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจรต่อความจุของถนน ซึ่งทำการตรวจวัดในช่วงเช้า (06.00-09.00 น.) และช่วงบ่าย (15.00-18.00 น.) ของวันธรรมดาและวันหยุด วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test) ผลการประเมินระดับการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำของผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้าในช่วงฤดูฝน ในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี พบว่า คนเดินเท้าจะได้รับการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำมากกว่าผู้ปั่นจักรยานในช่วงเช้าของวันธรรมดา ส่วนในช่วงบ่ายผู้ปั่นจักรยานจะได้รับการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำมากกว่าคนเดินเท้า ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการรับสัมผัสผงฝุ่นคาร์บอนดำในช่วงวันหยุด ส่วนผลการประเมินความเสี่ยงการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำในกลุ่ม ผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้า พบว่า ผู้เดินเท้ามีโอกาสได้รับผลกระทบต่อสุขภาพมากกว่า ผู้ปั่นจักรยาน อันเนื่องมาจากการสัมผัสผงฝุ่นคาร์บอนดำ ซึ่งมีโอกาสส่งผลให้เกิดโรคหลอดเลือดตีบ (Barath et al., 2010; Mills et al.,

* ผู้ประสานงาน: วินัย มีแสง

อีเมล: winai.me@udru.ac.th

2005) การทำงานระบบการหายใจผิดปกติ และปัญหาการทำงานของปอด (Sawant et al., 2008) อีกทั้งส่งผลต่อโรคทางเดินหายใจและส่งผลเสียต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (Rich et al., 2005) นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพในเมืองอุดรธานี คือ บริเวณถนนช่องทางที่ 2 หน้ากองบิน 23 และบริเวณหน้าโรงพยาบาลค่ายประจักษ์ศิลปาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยมีค่าอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุของถนน (Volume/Capacity Ratio: V/C Ratio) วันธรรมดา พบว่าค่าประเมินสภาพจราจรตามอัตราส่วนของปริมาณการจราจรอยู่ในสภาพการจราจรติดขัดรุนแรง ค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) เท่ากับ 0.88-1.00 (88-100%) วันหยุด อยู่ในสภาพการเคลื่อนตัวของสภาพจราจรพอใช้ ค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) เท่ากับ 0.67-0.88 (67-88%) (Transportation Research Board., 2000) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำระหว่างกลุ่มคนเดินเท้าและผู้ปั่นจักรยานในวันธรรมดา พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($p\text{-value} = 0.193$) แต่ในวันหยุดพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($p\text{-value} = 0.002$)

คำสำคัญ: การปั่นจักรยาน, การเดินเท้า, ผงฝุ่นคาร์บอนดำ, จังหวัดอุดรธานี

Abstract

This research aimed to: 1) assess the levels of exposure to black carbon of cyclists and pedestrians during the rainy season in Udon Thani Province; 2) assess the risk of health affected by black carbon exposure in cyclists and pedestrians during the rainy season in Udon Thani Province; and 3) determine areas that are vulnerable to health problems in Udon Thani Province by studying the amount of black carbon concentration, temperature, relative humidity and traffic volume which were measured in weekdays and weekends in the rush time, between 06.00-09.00 in the morning and between 15.00-18.00 in the afternoon. These parameters were analyzed to obtain statistical data using Independent-samples T-Test. The results showed that exposure levels of the black carbon in

pedestrians were higher than in cyclists during weekday morning. In contrast, the levels found in cyclists were higher than pedestrians in weekday afternoons. The measurement of the weekends showed the same results as those of the weekdays. The pedestrians risk having health problems from the black carbon more than the cyclists. The potential diseases are: an abnormal narrowing in a blood vessel, also known as stenosis (Barath et al., 2010) (Mills et al., 2005), problems of respiratory system, and lung disease (Sawant et al., 2008). Two areas in Udon Thani which were vulnerable to health problems are: in front of Wing 23 Udon Thani Air force Base and in front of fort Prachaksinlapakhom Hospital, Tahan road, Muang district. Of these areas, the traffic volume ratio per road capacity (Volume/Capacity Ratio, V/C Ratio) on weekdays was 0.88-1.00 (88-10%) while the traffic volume on the weekends was 0.67-0.88 (67-88%) in the severe traffic conditions. Comparison between the average amount of black carbon concentration during weekdays in the morning rush hour and in the afternoon indicated that the amount of black carbon concentration was not significantly different ($p > 0.05$). However, the amount of black carbon concentration during the weekends showed a significant difference ($p = 0.002$).

Keywords: Cyclists, Pedestrians, Black Carbon, Udon Thani Province.

บทนำ

ผงฝุ่นเขม่าดำ (Black carbon) เกิดจากความไม่สมบูรณ์การเผาไหม้เชื้อเพลิงและมีความสำคัญต่อบรรยากาศองค์ประกอบเนื่องจากอาจมีผลเสียต่อสภาพภูมิอากาศและสุขภาพ (Jacobson, 2002; Watson, 2002) ผงฝุ่นเขม่าดำ หรือ Black carbon ดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่มองเห็นได้ในชั้นบรรยากาศและมีถูกระบุว่าเป็นผู้มีส่วนร่วมสำคัญต่อภาวะโลกร้อน (Jacobson, 2001)

ผงฝุ่นเขม่าดำ (Black Carbon) ยังเกี่ยวข้องกับโรคทางเดินหายใจและส่งผลเสียต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (Rich et al., 2005) อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ส่งผลต่อ

ระบบทางหายใจ อาการหอบหืด การทำงานของปอดลดลง ความดันเลือดลดลง และยังเป็นสารก่อมะเร็งทำให้ประชากรเสียชีวิตก่อนวัยอันควร 640,000 ถึง 4,900,000 คนทั่วโลก (Cheng et al., 2014) โดยทั่วไปวิธีการตรวจวัด Measurement Methods of the Dark Component of PM ได้แก่ 1. วิธีการสะท้อนแสง (Absorbance) หรือการส่งผ่านแสง (การวัดผงฝุ่นคาร์บอนดำ) ตัวอย่างเช่น PM มักทำการตรวจวัดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้กระดาษกรองเส้นใยเซลลูโลสหรือวัสดุทองอื่นๆ จากนั้นเป็นการเปลี่ยนหน่วยการวัดของแสงให้เป็นมวล 2. เครื่องวัดความยาวคลื่นแบบเวลาจริงวัดโดยการดูดกลืนคลื่นแสงของจุดตัวอย่าง PM ที่ 1-5 นาที และให้การอ่านค่าในหน่วยมวลโดยอัตโนมัติ 3. การคำนวณทางเคมีของ EC และคาร์บอนอินทรีย์ OC โดยการวิเคราะห์ด้วยความร้อนโดยเป็นวิธีการอย่างหนึ่งซึ่งอ่านตามมวลที่กำหนดทุกๆ 30 นาที 3 ชั่วโมง หรือจากตัวอย่าง PM จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง บนตัวกรอง (Janssen et al., 2012; WHO, 2012) วิธีการที่พบมากที่สุดสำหรับการวัดค่า BC เกี่ยวข้องการรวบรวมละอองลอยบนตัวกรองและการวัดการลดลงของการส่งผ่านแสงผ่านตัวกรอง (Hansen et al., 1984) และเครื่องตรวจวัดผงฝุ่นคาร์บอนดำ Aethalometer microAeth[®] AE51 เครื่องมีขนาดเล็กสามารถสะพายกระเป๋าในการตรวจวัดได้และให้การวิเคราะห์แบบเรียลไทม์โดยการวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ส่องผ่านเนื่องจากการเก็บตัวอย่างละอองลอยในตัวกรองอย่างต่อเนื่อง โดยการวัดใช้ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร แบตเตอรี่ใช้งานได้ถึง 24 ชั่วโมง ภายในเป็นเทฟลอนเคลือบแก้วบอโรซิลิเกต (Li et al., 2016)

ดังนั้นปัญหาของผงฝุ่นคาร์บอนดำในอากาศเป็นปัญหาที่สำคัญมากในมลพิษทางอากาศในระดับโลก ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ ร้อยละ 42 ถูกปล่อยจากเตาเผาเปิดชีวมวล (การเผาป่า) ร้อยละ 18 ถูกปล่อยจากเชื้อเพลิงชีวภาพ ที่เผาด้วยเทคโนโลยีแบบดั้งเดิม ร้อยละ 14 ถูกปล่อยจากเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับการขนส่ง ร้อยละ 10 ถูกปล่อยจากเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ 10 ถูกปล่อยจากกระบวนการทางอุตสาหกรรมและการผลิตกระแสไฟฟ้า ร้อยละ 6 ถูกปล่อยจากการเผาถ่านหินด้วยเทคโนโลยีแบบดั้งเดิม ซึ่งในจังหวัดอุดรธานีมีจำนวนรถยนต์ที่ลงทะเบียนทั้งหมด 654,322 คัน แบ่งตามชนิดเชื้อเพลิง รถยนต์ดีเซลมีจำนวน 180,646 คัน รถยนต์เบนซินมีจำนวน 456,590 คัน (กรมการขนส่งทางบก, 2560) และลักษณะเส้นทางที่จะทำการศึกษาอยู่ในเขตเส้นทางหลัก ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง ตั้งแต่สี่แยกไฟแดงบ้านจั่นถึงสี่แยกไฟ

แดงโรงเรียนหมากแข้ง มีระยะทาง 5.3 กิโลเมตร เป็นเส้นทางที่ผ่าน เขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วน อีกทั้งความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการประเมินสถานการณ์การระบายฝนเข้ามาดำในสิ่งแวดล้อมอันจะนำไปสู่การผลักดันนโยบายและมาตรการที่เหมาะสมเพื่อการสร้างโอกาสในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตทางสุขภาพ (Improve Public Health), การลดความสูญเสียผลผลิตการเกษตร (Reduction of Crop-Yield Losses) และลดผลกระทบของ Climate Change ให้มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืนต่อไป นอกจากนี้ยังส่งเสริมงานวิจัยด้าน Black Carbon ในประเทศไทย ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาวิจัย ระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝน ปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง ระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝน ปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อประเมินระดับการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำของผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้าในช่วงฤดูฝน ในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 2) เพื่อประเมินศักยภาพการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำในกลุ่มผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้าในช่วงฤดูฝน ในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 3) เพื่อบ่งชี้พื้นที่เสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี โดยมีจุดเริ่มต้นในการตรวจวัดตั้งแต่สี่แยกไฟแดงบ้านจั่น ถนนทหาร ถึงสี่แยกไฟแดงโรงเรียนหมากแข้ง ถนนศรีสุข ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เป็นระยะทาง 5.3 กิโลเมตร ซึ่งการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Micro Aethalometer รุ่น AE51 สำหรับการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (ตรวจวัดส่วนบุคคล) ทำการตรวจวัดทั้งวันธรรมดาและวันหยุด ในช่วงเวลาเร่งด่วน คือ ช่วงเช้าเวลา 06.00-09.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 15.00-18.00 น. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้สถิติทดสอบที (T-test) และแบ่งขอบเขตของการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาความเข้มข้นของปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำ ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ ตรวจวัดอุณหภูมิ ความเร็วในการเดินทางปั่นจักรยานและเดินเท้า ปริมาณการจราจรในพื้นที่ศึกษา

2. ขอบเขตด้านระยะเวลา ในการศึกษาเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ทำการตรวจวัด 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยเลือกทั้งวันธรรมดาและวันหยุดในช่วงเวลาเร่งด่วน คือ ช่วงเช้าระหว่างเวลา 06.00-09.00 น. และช่วงบ่ายระหว่างเวลา 15.00-18.00 น. รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน



จักรยานไฮบริด Merida Crossway 300D



เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) Garmin e-trex 20



Micro Aethalometer รุ่น AE51



กล้องบันทึกภาพวิดีโอ Ultra Actioncam, S1cam



เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ cem-ds-172k

รูปที่ 1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



รูปที่ 2 พื้นที่ทำการศึกษาระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝน ปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย มีดังต่อไปนี้

1.1 ช่วงเช้าของวันธรรมดา

พบว่า การเดินเท้าในช่วงเช้าเวลา 07.31 น. บริเวณช่องทางที่ 2 หน้ากองบิน 23 มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $20,235 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 29.9°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 81.7% ส่วนการปั่นจักรยานในเวลา 07.19 น. บริเวณหน้าค่ายประจักษ์ศิลปาคมประตูที่ 1 มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $11,766 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 27.8°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 89.1%

1.2 ช่วงบ่ายของวันธรรมดา

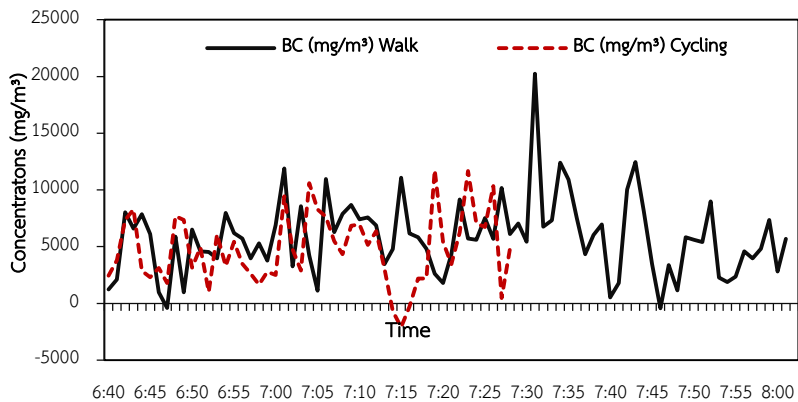
พบว่า การเดินเท้าในช่วงบ่ายเวลา 16.36 น. บริเวณหน้าโรงพยาบาลค่ายประจักษ์ศิลปาคม มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $11,813 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 33.6°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 63.7% ส่วนการปั่นจักรยานในเวลา 16.32 น. บริเวณหน้าค่ายประจักษ์ศิลปาคมประตูที่ 1 มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $17,924 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 33.1°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 64.6%

1.3 ช่วงเช้าของวันหยุด

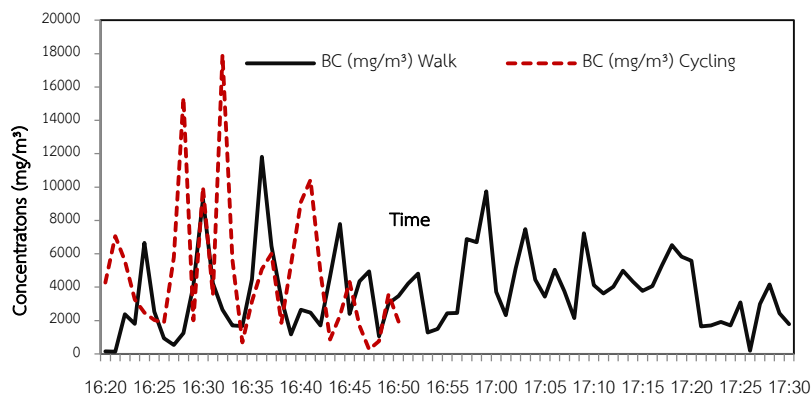
พบว่า การเดินเท้าในช่วงเช้าเวลา 07.00 น. บริเวณหน้าค่ายประจักษ์ศิลปาคมประตูที่ 1 มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $20,923 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 28.7°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 88% ส่วนการปั่นจักรยานในเวลา 06.49 น. บริเวณหน้าค่ายประจักษ์ศิลปาคมประตูที่ 1 มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $13,975 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 28.3°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 88.1%

1.4 ช่วงบ่ายของวันหยุด

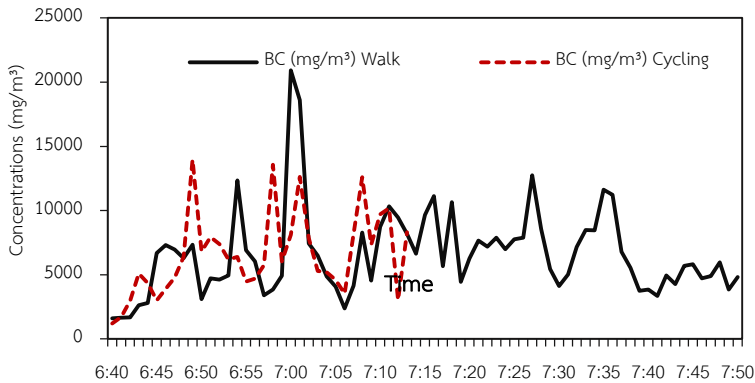
พบว่า การเดินเท้าในช่วงบ่ายเวลา 15.30-15.55 น. บริเวณตรงข้ามตลาดสวัสดิการมณฑลทหารบกที่ 24 มีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $18,000 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 38°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 50.1% ส่วนการปั่นจักรยานในเวลา 16.46 น. บริเวณกรมหลวงประจักษ์ศิลปาคมมีปริมาณผงฝุ่นคาร์บอนดำมากที่สุด $12,000 \text{ mg/m}^3$ อุณหภูมิสูงสุด 33.7°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 69.2%



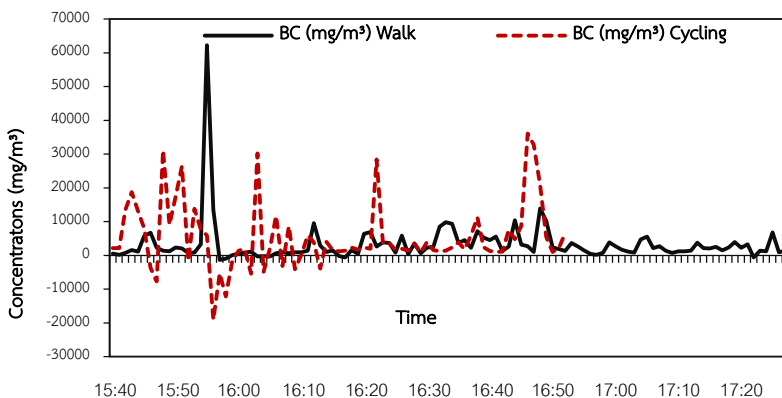
รูปที่ 3 ความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ (Black carbon) เฉลี่ยของการปั่นจักรยานและการเดินเท้า ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ช่วงเช้าของวันธรรมดา (06.00 – 09.00 น.)



รูปที่ 4 ความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ (Black carbon) เฉลี่ยของการปั่นจักรยานและการเดินเท้า ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ช่วงบ่ายของวันธรรมดา (15.00 – 18.00 น.)



รูปที่ 5 ความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ (Black carbon) เฉลี่ยของการปั่นจักรยานและการเดินเท้า ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ช่วงเช้าของวันหยุด (06.00 – 09.00 น.)



รูปที่ 6 ความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ (Black carbon) เฉลี่ยของการปั่นจักรยานและการเดินเท้า ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ช่วงบ่ายของวันหยุด (15.00 – 18.00 น.)

2. ผลการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ ระหว่างกลุ่มคนเดินเท้าและผู้ปั่นจักรยาน มีดังต่อไปนี้

2.1 วันธรรมดา พบว่า การเดินเท้าในวันธรรมดา มีปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ $4,928 \text{ mg/m}^3$ และการปั่นจักรยานมีปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ $5,049 \text{ mg/m}^3$ เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ พบว่า ผู้ที่เดินเท้าได้รับปริมาณความ

เข้มข้นเฉลี่ยของผงฝุ่นคาร์บอนดำ ไม่แตกต่างกับผู้ที่เป็นจักรยาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p\text{-value} = 0.193$) ดังแสดงในตารางที่ 1

2.2 วันหยุด พบว่า การเดินเท้าในวันหยุด มีปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ $4,875 \text{ mg/m}^3$ และการปั่นจักรยานมีปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำ $5,987 \text{ mg/m}^3$ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ พบว่า ผู้ที่เดินเท้าได้รับปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของผงฝุ่นคาร์บอนดำ แตกต่างกับผู้ที่เป็นจักรยาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p\text{-value} = 0.002$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของผงฝุ่นคาร์บอนดำ ระหว่างกลุ่มคนเดินเท้าและผู้ปั่นจักรยาน

วัน	รูปแบบกิจกรรม	t-value	p-value
วันธรรมดา	การเดินเท้า	-2.333	0.193
	การปั่นจักรยาน		
วันหยุด	การเดินเท้า	-1.253	0.002*
	การปั่นจักรยาน		

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝน ปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ประเมินระดับการรับสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำของผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้าในช่วงฤดูฝน ในเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี พบว่า คนเดินเท้าจะได้รับการสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำมากกว่าผู้ปั่นจักรยานในช่วงเช้าของวันธรรมดา แต่ในช่วงบ่าย ผู้ปั่นจักรยานจะได้รับการสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำมากกว่าคนเดินเท้า ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการสัมผัสผงฝุ่นคาร์บอนดำในช่วงวันหยุด ส่วนการประเมินความเสี่ยงการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นคาร์บอนดำในกลุ่มผู้ปั่นจักรยานและคนเดินเท้า พบว่า ผู้เดินเท้ามีโอกาสได้รับผลกระทบต่อสุขภาพมากกว่าผู้ปั่นจักรยาน อันเนื่องมาจากการสัมผัสผงฝุ่นคาร์บอนดำ ซึ่งมีโอกาสส่งผลให้เกิดโรคหลอดเลือดตีบ (Barath et al., 2010; Mills et al., 2005) การทำงานระบบการหายใจผิดปกติ และปัญหาการ

ทำงานของปอด (Sawant et al., 2008) อีกทั้งส่งผลต่อโรคทางเดินหายใจและส่งผลเสียต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (Rich et al., 2005) นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพในเมืองอุดรธานี คือ บริเวณช่องทางที่ 2 หน้ากองบิน 23 และบริเวณหน้าโรงพยาบาลค่ายประจักษ์ศิลปาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี และค่าอัตราส่วนปริมาณจราจรต่อความจุของถนน (Volume/ Capacity Ratio: V/C Ratio) วันธรรมดา พบว่าค่าประเมินสภาพจราจรตามอัตราส่วนของปริมาณการจราจรอยู่ในสภาพการจราจรติดขัดรุนแรง ค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) เท่ากับ 0.88-1.00 (88-100%) วันหยุด อยู่ในสภาพการเคลื่อนตัวของสภาพจราจรพอใช้ ค่าอัตราส่วนของปริมาณการจราจร (V/C Ratio) เท่ากับ 0.67-0.88 (67-88%) (Transportation Research Board., 2000) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำระหว่างกลุ่มคนเดินเท้าและผู้ปั่นจักรยาน ในวันธรรมดา พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.193) แต่ในวันหยุดพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของผงฝุ่นคาร์บอนดำแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.002)

การนำไปใช้ประโยชน์

ผลจากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลด้านคุณภาพอากาศของอำเภอเมืองอุดรธานี ซึ่งเป็นเมืองที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ผงฝุ่นละอองคาร์บอนสีดำที่เกิดจากการยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ในเขตเมืองอุดรธานี อีกทั้งจะได้เกิดความตระหนักในการใช้พาหนะในการเดินทางภายในเมือง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝน ปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยขอขอบคุณ 1) ศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ 3) คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 4) เทศบาลนครเมืองอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี 5) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี และ 6) ENVIRONMENTAL RESEARCH GROUP : King College London, United Kingdom

เอกสารอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางบกและสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2560). สถิติจำนวนรถจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2560, จาก <http://www.news.mot.go.th>.
- Barath, S. et al. (2010). Impaired vascular function after exposure to diesel exhaust generated at urban transient running conditions. *Particle and Fibre Toxicology*, 7, 19.
- Cheng, Y. H., Liao, C. W., Liu, Z. S., Thai, C. J., & His, H. C. (2014). A size segregation method for monitoring the diurnal characteristics of atmospheric black carbon size distribution at urban traffic sites: Atmospheric Environment. *Sci. Procedia*, 90, 78-86.
- Hansen, A. D. A., Rosen, H., & Novakov, T. (1984). The Aethalometer- An Instrument for the Real-Time Measurement of Optical Absorption by Aerosol Particles. *Sci. Total Environ*, 36, 191-196.
- Jacobson, M. Z. (2001). Strong Radiative Heating Due to the Mixing State of Black Carbon in Atmospheric Aerosols. *Nature* 409, 695-697.
- Jacobson, M. Z. (2002). Control of Fossil-Fuel Particulate Black Carbon and Organic Matter, Possibly the Most Effective Method of Slowing Global Warming. *Journal of Geophysical Research*, 107(D19), 4410, DOI: 10.1029/2001JD001376.
- Janssen, A. N. et al. (2012). *Health effects of black carbon*. Copenhagen: World Health Organization [WHO].
- Li, Y., Henze, K. D., Jack, D., Henderson, H. B., & Kinney, L. P. (2016). Assessing public health burden associated with exposure to ambient black carbon in the United States. *Science of The Total Environment*, 539, 515-525.

- Mills, N. L. et al. (2005). Diesel exhaust inhalation causes vascular dysfunction and impaired endogenous fibrinolysis. *Circulation*, 112(25), 3930–3936.
- Rich, D. Q. et al. (2005). Association of Short-Term Ambient Air Pollution Concentrations and Ventricular Arrhythmias. *American Journal of Epidemiology*, 161(12), 1123–1132. DOI: 10.1093/aje/kwi143.
- Sawant, A. A. et al. (2008). Generation and characterization of diesel exhaust in a facility for controlled human exposures. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 58(6), 829–837.
- Transportation Research Board. (2000). Highway Capacity Manual. National Research Council. Washington DC: Transportation Research Board Publications.
- Watson, J. G. (2002). Visibility: Science and Regulation. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 52(6), 628–713.