ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละออง ขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ของประชาชนที่สัมผัส อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

Meteorological Factors related to PM10 and Health Risk Assessment for Resident Exposed to PM10 in Yala City, Yala Province

อัญชลี พงศ์เกษตร[a], ชมพูนุช สุภาพวานิช, จามรี สอนบุตร

Anchalee Pongkaset[a], Chompunuch Supapwanich, Jammaree Sonbut

วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา

[a]ผู้รับผิดชอบบทความ

Sirindhorn College of Public Health, Yala

[a]Corresponding author

บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงพรรณนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน: PM10 (Particulate Matter < 10 microns) และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของประชาชนที่สัมผัส PM10 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากกรมควบคุมมลพิษ เพื่อหาปริมาณ PM10 และจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดยะลา เพื่อศึกษาสภาพภูมิอากาศ ศึกษาข้อมูลตั้งแต่ปี 2551-2560 หาความสัมพันธ์ด้วยสถิติสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน และคำนวณความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยคำนวณดัชนีอันตราย ตามการประเมินความเสี่ยงของ EPA (Environmental Protection Agency) ผลการวิจัยพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในทางตรงกันข้าม ($r = -0.214$, $P < .05$) และสามารถทำนายปริมาณความเข้มข้น PM10 ได้ ร้อยละ 4.6 ($P < 0.05$) และเมื่อจำแนกตามฤดูกาล ในฤดูร้อนปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในทางตรงกันข้าม ($r = -0.324$, $P < 0.05$) สามารถทำนายปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูร้อน ได้ ร้อยละ 10.5 ($P < 0.05$) ส่วนในฤดูฝน ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในทางตรงกันข้าม ($r = -0.337$, $P < 0.01$) สามารถทำนายปริมาณ PM10 ในฤดูฝนได้ ร้อยละ 11.4 ($P < .05$) และค่า HI (Hazard Index) มีค่า 17.27 ซึ่ง > 1 แสดงว่าประชาชนในเขตอำเภอเมืองยะลา มีความเสี่ยงจากปริมาณความเข้มข้น PM10 ภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรควบคุมที่แหล่งกำเนิด โดยการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง พ่นละอองน้ำเพื่อควบคุมหมอกควันจากไฟป่าอินโดนีเซีย และส่งเสริมการดูแลสุขภาพตนเองของประชาชน โดยการใช้หน้ากากอนามัย

คำสำคัญ : สภาพภูมิอากาศ PM10 การประเมินความเสี่ยง

Abstract

This descriptive research aimed to study meteorological factors related to PM10 and health risk assessment for residents exposed to Particulate Matter < 10 microns (PM10) in Yala city, Yala Province. The secondary data were derived from the Pollution Control Department for PM10 and the meteorological station of Yala province for meteorological data from 2008-2017. The data were analyzed using Pearson Product Moment Correlation Coefficient, Stepwise Multiple Linear Regression. Health risk was calculated based on the Environmental Protection Agency; EPA's risk assessment methodology. The study found that there was a significant negative correlation between relative humidity and PM10 ($r = -0.214$, $P < 0.05$). The humidity could predict the concentration of PM10 at 4.6% ($P < 0.05$). In dry season, there was a significant negative correlation between rainfall and PM10 ($r = -0.324$, $P < 0.05$), and could predict the concentration of PM10 at 10.5% ($P < 0.05$). In rainy season, a significant negative correlation was found between relative humidity and PM10 ($r = -0.377$, $P < 0.01$), and could predict the concentration of PM10 at 11.4% ($P < 0.05$). Hazard Index (HI) was found at 17.27 which was higher than 1. This indicated that there was a risk of residents exposed to PM10 in Yala city. The government concerned should control the pollution at sources by improving quality of fuel, spraying water due to haze from Indonesia and promote self-care of people by using mask.

Keywords : Meteorological, PM10, Risk Assessment

Received 31/3/2020 *Revised* 8/4/2020 *Accepted* 26/6/2020

บทนำ

ฝุ่นละอองเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญ มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นบ่อยครั้งและขยายวงกว้างมากขึ้น โดยเฉพาะ PM10 เช่น ฝุ่น ควัน ฟูม เป็นต้น การสัมผัส PM10 ส่งผลต่อการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรของคนที่เป็นโรคเกี่ยวกับปอดและหัวใจ และการเพิ่มขึ้นของอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ[1] ทำให้เกิดโรคปอดติดเชื้อ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหัวใจและหลอดเลือด ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก[2] รวมทั้งระบบตา ระบบผิวหนัง เพิ่มความเสี่ยงของอัตราตายจากภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง ทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลง และ ยังทำให้สภาพปอดในเด็กแย่ลง[3] เด็กและผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด[1] ซึ่งคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดค่ามาตรฐานเฉลี่ยของ PM10 24 ชั่วโมง และ 1 ปี ไม่เกิน 120 และ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มคก./ลบม.)[4] ตามลำดับ

PM10 เป็นสารแขวนลอยสามารถตกค้างอยู่ในอากาศได้นานและมีแหล่งกำเนิดที่หลากหลาย

ในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ วันที่ 26 เมษายน 2560 พบว่าค่า PM10 เฉลี่ยทั้งประเทศเท่ากับ 43 มคก./ลบ.ม. โดยแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญ ได้แก่ การเผาในที่โล่ง การจราจรขนส่ง และอุตสาหกรรม สาเหตุเหล่านี้ก่อให้เกิด PM10 จำนวนมาก ถึงแม้ว่าหน่วยงานต่าง ๆ จะมีการกำหนดมาตรการลดและป้องกันผลที่เกิดจากฝุ่นละออง ได้แก่ ควบคุมการเผาไหม้ที่ทำให้เกิดควัน ควบคุมการจราจร การขนส่ง การก่อสร้าง ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น อย่างไรก็ตามปริมาณ PM10 ยังคงส่งผลอย่างต่อเนื่อง จึงได้จัดทำแผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ “การแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง” พ.ศ. 2562 - 2567 เพื่อแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลต่อไป[5]

สำหรับจังหวัดยะลา ซึ่งเป็นจังหวัดทางภาคใต้ตอนล่าง พบปริมาณ PM10 ในช่วงเดือน ตุลาคม 2558 มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 162.5 มคก./ลบม. และเดือนกันยายน 2562 มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 83 มคก./ลบม.[6] ทั้งนี้สาเหตุหลักมาจากการเผาไหม้ที่เกาะสุมาตรา และทิศทางลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่มีกำลังแรง จึงพัดพาหมอกควันเข้าสู่ภาคใต้ได้อย่างต่อเนื่อง[7] ซึ่งภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดยะลา มีลักษณะเป็นภูเขา เนินเขาและหุบเขา ตั้งอยู่ในเขตลมมรสุมทั้งลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ[4] จะเห็นได้ว่าจังหวัดยะลา ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมซึ่งทำให้ปริมาณฝนตกเกือบตลอดทั้งปี โดยจังหวัดยะลามี 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน[8]

ปัญหาPM10 ของจังหวัดยะลา มีสาเหตุแตกต่างจากปัญหา PM 10 ระดับประเทศ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศ และลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ซึ่งสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ปัญหาหมอกควันจากอินโดนีเซีย ล้วนมีอิทธิพลต่อการเกิดมลพิษทางอากาศ[9] ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนที่สัมผัส อำเภอเมือง จังหวัดยะลา เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาในประเด็นดังกล่าว ซึ่งการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดต่อสุขภาพของประชาชน จากการได้รับสารที่เป็นอันตรายในสิ่งแวดล้อมที่เกิดการปนเปื้อน ทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคต[10] เพื่อเสนอแนะแนวทางในการควบคุมและป้องกันสุขภาพของประชาชนที่เหมาะสมต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ใช้ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นPM10 จากกรมควบคุมมลพิษ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยายะลา การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ประเมินตามขั้นตอน ของ US EPA

การเก็บข้อมูล

ปริมาณความเข้มข้น PM10 ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม[11] เพื่อหาปริมาณความเข้มข้น PM10 ในระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี 2551–2560 โดยสถานีจะเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง สรุปเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนจำนวน 12 เดือน/ปี และสำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ จากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดยะลา ในระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี 2551–2560 และคำนวณความเสี่ยงจากการสัมผัส PM10 ของประชาชนในอำเภอเมือง จังหวัดยะลา ตามการประเมินความเสี่ยงของ US EPA[10]

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาปริมาณความเข้มข้น PM10 และสภาพภูมิอากาศ หาค่าเฉลี่ยรายเดือน จำนวน 12 เดือน/ปี จำนวน 10 ปี และหาค่าเฉลี่ยจำแนกตามฤดูกาลด้วย ซึ่งจังหวัดยะลา มี 2 ฤดูกาล คือ

1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม เป็นระยะเวลา 4 เดือน และ 2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน–มกราคม เป็นระยะเวลา 8 เดือน

2. วิเคราะห์ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ ที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 โดยใช้ด้วยสถิติสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) มีการทดสอบการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) โดยใช้ Komogorove-Smirnov Test พบว่ามีค่าการกระจายตัวปกติ ค่า $P > 0.05$

3. วิเคราะห์ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ ที่ทำนายปริมาณความเข้มข้น PM 10 โดยใช้สถิติการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Linear Regression) ซึ่งหาทั้งค่าเฉลี่ย 10 ปี และจำแนกตามฤดูกาล เป็น 2 ฤดูกาล

4. วิเคราะห์ความเสี่ยงทางสุขภาพของประชาชนจากปริมาณความเข้มข้นPM10 เฉลี่ย 10 ปี ตามการประเมินความเสี่ยงของ EPA

4.1 การคำนวณดัชนีอันตราย HI มีสูตรดังนี้

$$HI = LADD / RfD$$

เมื่อ LADD (Lifetime Average Daily Dose) คือปริมาณสารที่ได้รับต่อวัน (mg/kg/day)

RfD (Reference Dose) ของ PM10 คือ ค่าที่ได้รับแล้วไม่เป็นอันตราย 0.011 mg/kg/day[12]

โดยคำนวณดัชนีอันตราย (Hazard Index: HI) ของสารที่ไม่ใช่ฤทธิ์ก่อมะเร็ง จากการประเมินความเสี่ยงใช้หลักการประเมินของ EPA โดย $HI < 1$ แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง แต่ถ้า $HI > 1$ แสดงว่ามีความเสี่ยงเกิดขึ้น[13]

4.2 การคำนวณการรับสัมผัส PM10 ทางการหายใจ สามารถสรุปข้อมูล ดังตาราง 1

$$LADD = CxIRxETxEFxED / ATxBW$$

ตาราง 1 ข้อมูลการสัมผัส PM10

ตัวแปร	ค่า	แหล่งอ้างอิง
C (mg/m3)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของ PM10 ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ = $47.48x10^{-3}$	11
IR (m3/day)	10.51	14,15
ET (h/day)	24	14
EF (day/year)	365	14
ED (years)	72.9	16
BW (Kgs)	63.12	15
AT (days)	26,608.50 (72.9 ปี)	16

ผลการศึกษา

1. ปริมาณความเข้มข้น PM10 และสภาพภูมิอากาศ ปี 2551-2560

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้น PM10 สภาพภูมิอากาศ เฉลี่ย ปี 2551-2560 และจำแนกตามฤดูกาล

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย		
	10 ปี	ฤดูร้อน	ฤดูฝน
1. ปริมาณความเข้มข้น PM10 (มคก./ลบม.)	47.48	44.01	49.21
2. ปริมาณน้ำฝน (ม.ม)	210.87	128.61	255.52
3. ความเร็วลม (กม./ชม.)	2.19	2.22	2.09
4. อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	33.20	34.35	32.62
5. ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	95.83	95.86	95.72

จากตาราง 2 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้น PM 10 47.48 มคก./ลบม. โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฤดูร้อนเล็กน้อย ปริมาณน้ำฝนมีค่าเฉลี่ย 210.84 ม.ม. โดยฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฤดูร้อน มากกว่า 2 เท่า ความเร็วลมมีค่าเฉลี่ย 2.19 กม./ชม. โดยฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยมากกว่าฤดูฝนเล็กน้อย อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 33.20 องศาเซลเซียส โดยฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงกว่าฤดูฝนเล็กน้อย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ย 95.83 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้งสองฤดูมีค่าใกล้เคียงกัน

2. ปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศกับปริมาณความเข้มข้น PM10 (N = 120 เดือน)

ตัวแปร	ค่า R ตรวจสอบ เฉลี่ย 10 ปี	ค่า R ตรวจสอบ ในฤดูร้อน	ค่า R ตรวจสอบ ในฤดูฝน
1. ปริมาณน้ำฝน (ม.ม.)	−0.164	−0.324*	−0.218
2. ความเร็วลม (กม./ชม.)	0.140	0.115	0.219
3. อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	0.045	−0.050	0.170
4. ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	−0.214*	0.104	−0.337**

* $P < 0.05$ $P < 0.01$

จากตาราง 3 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 เฉลี่ย 10 ปี ในทางตรงกันข้าม (r = -0.214, $P < 0.05$) ส่วนในฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในทางตรงกันข้าม (r = -0.324, $P < 0.05$) และในฤดูฝน ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในทางตรงกันข้าม (r = -0.337, $P < 0.01$)

4. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนเพื่อหาสมการทำนาย

4.1 การทำนายปริมาณความเข้มข้น PM 10 กับปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ เฉลี่ย 10 ปี

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในการทำนายปริมาณความเข้มข้น PM 10 กับปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ เฉลี่ย 10 ปี และจำแนกตามฤดูกาล

ตัวแปร	b	Beta	t-value	P- value	สมการ
4.1 ปริมาณความเข้มข้น PM 10 กับปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ เฉลี่ย 10 ปี					1
ความชื้นสัมพัทธ์	-1.96	-0.214	-2.308	0.023	
ค่าคงที่	235.316		2.890	0.050	
R = 0.214 R2 = 0.046 F = 5.326 $P < 0.05$					
4.2 ปริมาณความเข้มข้น PM 10 ในฤดูร้อนกับปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศในฤดูร้อน					2
ปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อน	-0.033	-0.324	-2.057	0.047	
ค่าคงที่	47.779		17.396	0.050	
R = 0.324 R^2 = 0.105 F = 4.230 P < 0.05					
4.3 ปริมาณความเข้มข้น PM 10 ในฤดูฝนกับปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศในฤดูฝน					3
ความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝน	-3.746	-0.337	-3.079	0.030	
ค่าคงที่	407.583		3.5	0.050	
R = 0.337 R2 = 0.114 F = 9.478 P < 0.05					

จากตาราง 4 พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ สามารถทำนายปริมาณความเข้มข้น PM10 ได้ ร้อยละ 4.6 ($P < 0.05$) ซึ่งสามารถเขียนสมการทำนาย ได้ดังสมการ 1 ปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อน สามารถทำนายปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูร้อน ได้ร้อยละ 10.5 ($P <0.05$) ซึ่งสามารถเขียนสมการทำนาย ได้ดังสมการ 2 และพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนสามารถทำนายปริมาณ ความเข้มข้น PM10 ในฤดูฝนได้ร้อยละ 11.4 ($P < 0.05$) ซึ่งสามารถเขียนสมการทำนาย ได้ดังสมการ 3

ปริมาณความเข้มข้น PM10 = 235.316 -1.96 (ความชื้นสัมพัทธ์) .... สมการ 1

ปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูร้อน = 47.779 -0.033 (ปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อน) .... สมการ 2

ปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูฝน = 407.583 -3.746 (ความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝน) .... สมการ 3

5. การประเมินความเสี่ยง

$$LADD = C \times IR \times ET \times EF \times ED / AT \times BW$$

$$= \frac{47.48 \times 10^{-3}\ (mg/m^3) \times 10.51\ (m^3/hrs) \times 24\ (hrs/day) \times 365\ (day/years) \times 72.9\ (years)}{26{,}608.50\ (day) \times 63.12\ (kg.)}$$

$$= 0.190\ mg/kg/day$$

$$HI = LADD / RfD = 0.190 / 0.011$$

$$= 17.27$$

ค่า HI > 1 แสดงว่าประชาชนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดยะลา มีความเสี่ยงจากปริมาณความเข้มข้น PM10

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณความเข้มข้น PM10 ($r = -0.214$, $P < 0.05$) และสามารถทำนายปริมาณความเข้มข้น PM10 ได้ร้อยละ 4.6 ($P < 0.05$) และเมื่อจำแนกตามฤดูกาลพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝน สามารถทำนายปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูฝนได้ร้อยละ 11.4 ($P < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของวิพัฒน์ หมั่นการ[17] ซึ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และความเร็วลม ใช้ข้อมูลระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2558 เก็บข้อมูลเป็นเวลา 6 เดือน จากกรมควบคุมมลพิษ เลือกเอาเฉพาะข้อมูล PM10 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันและวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ แต่ไม่มีการจำแนกตามฤดูกาล ผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์ทางลบ ($P < 0.01$) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pantitcha and Katiya[18] ที่ศึกษาผลของฤดูกาลและลักษณะภูมิอากาศที่มีผลต่อความเข้มข้น PM10 ทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณ PM 10 ในทางลบ เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ถูกปล่อยออกมาพร้อมกับหมอกควันมีมากขึ้น และเนื่องจาก PM10 มีน้ำหนักเบา จึงสามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานานกว่าปกติ ไม่ตกลงสู่พื้นดิน ทำให้มีโอกาสส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในพื้นที่ภาคเหนือได้เช่นเดียวกับพื้นที่จังหวัดยะลา

สำหรับปริมาณน้ำฝน จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝน มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 สอดคล้องกับจากการศึกษาของอุดมรัตน์และจิรา[19] เช่นเดียวกับการศึกษาของวิพัฒน์ หมั่นการ[17] และการศึกษาของศิริอุมาและคณะ[20] แต่การศึกษาครั้งนี้ เป็นปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อนที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูร้อน ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณความเข้มข้น PM10 ($r = -0.324$, $P < 0.05$) ส่วนปริมาณน้ำฝนในฤดูฝนไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูฝน โดยจังหวัดยะลาแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล ฤดูร้อน ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม (4 เดือน) ปริมาณน้ำฝนในฤดูร้อน มีค่าเฉลี่ย 128.61 ม.ม. ซึ่งปริมาณความเข้มข้น PM10 ในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย 44.01 มคก./ลบม. ส่วนในฤดูฝน เดือนมิถุนายน – มกราคม (8 เดือน) ซึ่งปริมาณความเข้มข้น PM10 มีค่าเฉลี่ย 49.21 มคก./ลบม. ทั้งนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมาพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย

ต้องเผชิญกับปัญหาหมอกควันข้ามแดนในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน–ตุลาคมเป็นประจำทุกปี เนื่องจากการเผาป่าและการปรับพื้นที่ด้วยการเผาเพื่อการเกษตรกรรมในพื้นที่ป่าพรุ บนเกาะสุมาตราและเกาะกาลิมันตันในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดสถานการณ์ไฟป่าในประเทศอินโดนีเซีย ดินในป่าพรุเรียกว่าดินพรุ หรือดินอินทรีย์ (Peat soil) ซึ่งเกิดจากการตกสะสมของใบไม้ กิ่งไม้อยู่ในปริมาณมหาศาลและทับถมกันจนเป็นชั้นหนา ในปีที่อากาศแห้งแล้งจัดจนระดับน้ำในป่าพรุลดลงกว่าระดับผิวดิน ทำให้ดินพรุแห้งและกลายเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี ก่อให้เกิดปัญหาไฟไหม้ป่าพรุตามมา ซึ่งควบคุมได้ยาก ทั้งนี้หมอกควันดังกล่าว พัดมาตรงกับช่วงฤดูฝนของภาคใต้ซึ่งมีฝนปริมาณมาก มีค่าเฉลี่ย 255.52 ม.ม. ทำให้ฝนชะล้าง ปริมาณความเข้มข้น PM 10 ในบรรยากาศ จึงทำให้ความเข้มข้น PM10 ของจังหวัดยะลาในฤดูฝนไม่สูงไปกว่าช่วงฤดูร้อนมากนักทั้งที่มีปัญหาหมอกควันจากอินโดนีเซีย โดยในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM10 49.21 มคก./ลบม. ซึ่งน้ำฝนที่ตกลงมา ส่งผลต่อการลดลงของหมอกควัน และความเข้มข้น PM10 เนื่องจากน้ำฝนช่วยชะล้างฝุ่นละอองจากชั้น บรรยากาศได้ [9]

ปริมาณความเข้มข้น PM10 ในจังหวัดยะลาค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 47.48 มคก./ลบม. ซึ่งแม้จะไม่เกินมาตรฐานค่าเฉลี่ย 1 ปี ที่ 50 มคก./ลบม แต่ก็ใกล้เคียงค่ามาตรฐาน ค่าเฉลี่ยตามฤดูกาลในฤดูร้อนและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ย 44.01 และ 49.21 มคก./ลบม. ตามลำดับ โดยฤดูฝน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฤดูร้อนเล็กน้อย และมีบางปีที่มีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐาน ทั้งนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมาพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหาหมอกควันข้ามแดนในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน–ตุลาคมเป็นประจำทุกปี (ฤดูฝน) ทำให้เกิดกลุ่มหมอกควันจำนวนมาก กระจายครอบคลุมทั้งประเทศอินโดนีเซีย สิงคโปร์ มาเลเซีย และภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย สารมลพิษทางอากาศที่ปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศ นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดแล้ว ปัจจัยทางภูมิประเทศและอุตุนิยมวิทยาก็เป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการแพร่กระจายและความรุนแรงของผลกระทบ สำหรับสถานการณ์หมอกควันในภาคใต้ซึ่งสภาพภูมิประเทศที่เป็นคาบสมุทรรายล้อมด้วยทะเล ทั้งสองด้าน ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดผ่านประเทศไทยในระหว่างกลางเดือนมิถุนายน–ตุลาคม มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเกิดปัญหาหมอกควันดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาเอาหมอกควันจากเกาะสุมาตราเข้าสู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย และเกิดการไหลวนทำให้หลายจังหวัดในภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้รับผลกระทบไปด้วย[7] สำหรับจังหวัดยะลา เป็นจังหวัดหนึ่งซึ่งได้รับผลกระทบทุกปี ถึงแม้ว่าปัจจัยทางภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศจะเป็นปัจจัยตามธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่กลับมีความสำคัญอย่างมากต่อการเกิดปัญหามลพิษอากาศ การคาดการณ์และเฝ้าระวังทางสภาพภูมิอากาศเพื่อกำหนดมาตรการป้องกันที่เหมาะสมจึงเป็นจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อเฝ้าระวังสุขภาพของประชาชน และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความเข้มข้น PM10 ทางภาคเหนือของประเทศไทย จากการศึกษาของ Pantitcha and Katiya[18] โดยเก็บข้อมูลช่วงปี 2558–2560 พบว่า ค่าเฉลี่ยตามฤดูกาลในฤดูร้อนและฤดูฝน มีค่าเฉลี่ย 73.38 และ 20.05 มคก./ลบม. ตามลำดับ โดยฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฤดูฝนมากกว่า 3 เท่า จะเห็นได้ว่าสถานการณ์ในภาคเหนือมีความแตกต่างจากภาคใต้ ทั้งสาเหตุหลักของการเกิด PM10 และสภาพภูมิอากาศ

จากการประเมินค่า HI พบว่า มีค่า 17.27 ซึ่ง > 1 แสดงว่าประชาชนอำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลามีความเสี่ยงจากการสัมผัส PM10 ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนต้องหายใจตลอดเวลา แม้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM10 ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

ซึ่งคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดค่ามาตรฐานเฉลี่ยของ ความเข้มข้น PM10 24 ชั่วโมง และ 1 ปี ไม่เกิน 120 และ 50 (มคก./ลบม.) แต่การหายใจเพื่อสูดอากาศที่มีปริมาณความเข้มข้น PM10 ทุกวัน ตลอดช่วงชีวิต (72.9 ปี) ทำให้มีความเสี่ยงเกิดขึ้นโดยอาการที่ปรากฏเริ่มตั้งแต่ขั้นเล็กน้อยจนถึงรุนแรงได้แก่ แสบตา ตาแดง น้ำตาไหล คอแห้ง ระคายคอ ไอ เหนื่อยง่าย แน่นหน้าอก หายใจติดขัดได้ โรคปอดหรือโรคหัวใจ[1] ส่งผลทำให้เกิดโรคปอดติดเชื้อ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหัวใจและหลอดเลือด ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยแม่และเด็ก เด็กและผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด[1] ซึ่งการแก้ไขที่แหล่งกำเนิดมลพิษที่ทำให้เกิด PM10 รวมถึงฝุ่นละอองและสารมลพิษต่างๆ เป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการ เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมมากที่สุด ซึ่งสถานการณ์ PM10 ของจังหวัดยะลา มีสาเหตุหลักจากหมอกควันจากอินโดนีเซีย การให้ประชาชนดูแลสุขภาพตนเองเป็นทางเลือกที่ต้องดำเนินการร่วมกันด้วย อย่างไรก็ตามค่า HI ที่คำนวณได้เป็นการคำนวณโดยใช้การค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM10 เป็นเวลา 10 ปี เพื่อคาดการณ์ความเสี่ยงตลอดช่วงชีวิต 72.9 ปี และการหายใจในปริมาณที่คงที่ ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่ได้แยกประเมินตามกลุ่มวัย เพศ ซึ่งข้อมูลการประเมินความเสี่ยงครั้งนี้ จึงใช้ในการเชิงเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพที่อาจจะเกิดจากการสัมผัสความเข้มข้น PM10 ในเชิงภาพรวมของประชากรในอำเภอเมือง จังหวัดยะลา และไม่ได้คำนึงถึงความต้านทานของแต่ละบุคคล

ประชาชนที่หายใจเอา PM10 เข้าสู่ร่างกายจะมีความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐด้านสาธารณสุข เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดยะลา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรดำเนินการแก้ไข โดยการแก้ไขที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ 1) ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรมในอำเภอเมืองยะลา และบำรุงรักษาเครื่องยนต์ให้มีสภาพดีเพื่อลดมลพิษ 2) ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุกหิน ดิน ทราย วัสดุก่อสร้าง ด้วยการคลุมผ้าใบให้มิดชิดการก่อสร้างอาคารต้องป้องกันไม่ให้ฝุ่นปลิวออกมาจากตัวอาคารโดยใช้ผ้าใบคลุม และล้างทำความสะอาดล้อรถที่วิ่งเข้าออกบริเวณก่อสร้างทุกครั้งการก่อสร้างถนน ต้องลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการพ่นละอองน้ำให้พื้นเปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลา 3) งดการเผา ขยะ กิ่งไม้ ใบไม้ในที่โล่ง 4) กรณีฝุ่นมีปริมาณความเข้มข้นสูงเนื่องจากหมอกควันจากไฟป่าอินโดนีเซีย อาจต้องควบคุมการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการพ่นละอองน้ำให้พื้นเปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลา และควรป้องกันปัญหาโดยให้ความรู้กับประชาชน เพื่อดูแลสุขภาพตนเอง ป้องกันตนเองโดยใช้หน้ากากอนามัยในช่วงที่มีปริมาณความเข้มข้น PM10 สูง หลีกเลี่ยงการออกนอกบ้าน โดยเฉพาะประชาชนกลุ่มเสี่ยง เช่น กลุ่มเด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีโรคระบบทางเดินหายใจ และควรมีมาตรการร่วมในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและสุขภาพของประชาชน ระหว่างหน่วยงานในพื้นที่ เช่น สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดยะลา สถานีอุตุนิยมวิทยายะลา โดยหากพบว่ามีปริมาณ ความเข้มข้น PM10 สูงเกินค่ามาตรฐาน หรือมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น ประกอบกับค่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดลง หรือปริมาณน้ำฝนมีปริมาณลดลง ควรแจ้งไปยังสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดยะลาให้ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบ เพื่อป้องกันสุขภาพตนเองต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมควบคุมมลพิษ สำหรับข้อมูล PM10 สำนักงานอุตุนิยมวิทยายะลา สำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. United States Environmental Protection Agency. Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM). 2017. [Online]. Available at https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter- pm. (accessed May 17, 2020).
2. กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศกรณีฝุ่นละอองขนาดเล็ก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด; 2558.
3. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากปัญหาหมอกควัน สำหรับบุคลากรสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : 2559.
4. กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือค่ามาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม; อากาศ น้ำ ดิน เสียง ความสั่นสะเทือนความร้อน และแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : 2552.
5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติการแก้ไขปัญหามลพิษด้านฝุ่นละออง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.pcd.go.th/file/Plan_for_solving_dust_pollution_problems.pdf (วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤษภาคม 2563).
6. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย. 2558-2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php. (วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2563).
7. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2558. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://hia.anamai.moph.go.th/download/Serveillance/south/hia_surveillance_south-2%207-10-58.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล 15 มกราคม 2563).
8. สำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. ข้อมูลสภาพทั่วไปของจังหวัดยะลา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.yala.m-society.go.th/?wpfb_dl=216. (วันที่ค้นข้อมูล 15 พฤษภาคม 2563).
9. ชลธิดา เชิญขุนทด. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) กับปัจจัยด้านภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ 7 จังหวัดภาคเหนือ. กรุงเทพมหานคร : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช; 2557.
10. United States Environmental Protection Agency. Human Health Risk Assessment.2017. [Online]. Available at https://www.epa.gov/risk/human-health-risk-assessment) (accessed May 17, 2020).
11. กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย. 2551-2560. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php. (วันที่ค้นข้อมูล 9 มิถุนายน 2561).
12. Garbero V, Montaldo A, Lazovic N. The impact of the urban air pollution on the human health: a case study in Turin. Air Pollution Modelling and its Application 2012; 21: 729–32.
13. Kaewrueng, P., Siriwong, W., and Siripanich, S. Risk Assessment of Heavy Metal Associatedwiith Dermal

Exposure in Incense Workers in Small Household Factories at Roi- Et Province, Thailand. Journal of Health Research 2013; 27: 217-23.
14. United States Environmental Protection Agency. Exposure Factors Handbook: Office of Research and Development, Environmental Protection Agency: Washington: DC; 2011.
15. Size Thailand. The Survey Shape throughout the Country. Ministry of Science and Technology. 2012. Available at http://www.sizethailand.org/region_all.html. (accessed on January 7, 2019).
16. มหาวิทยาลัยมหิดล. สุขภาพคนไทย. สถาบันวิจัยประชากร, กรุงเทพมหานคร : อัมรินทร์ พริ้นติง แอนท์ พับบิชชิ่ง (ประเทศไทย); 2554.
17. วิพัฒน์ หมั่นการ. ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 2560; 22 (1): 226-39.
18. Pantitcha O, and Katiya I. The effect of season variation and meteorological data on PM10 concentration in Northern Thailand. International Journal of Geomate 2019; 16(56); 46-53.
19. อุดมรัตน์ วัฒนสิทธิ์ และจิรา คงปราณ. หมอกควันภาคใต้ ภัยร้ายข้ามแดน. วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม. บทความปริทัศน์ 2560; 20-29.
20. ศิริอุมา เจาะจิตต์, ปนัดดา พิบูลย์, น้ำเพชร หมื่นราช, อโณทัย เกื้อกูล. การประเมินความเสี่ยงในการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ระหว่างชุมชนที่อยู่ใกล้และไกลโรงโม่หิน จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2562; 27 (2): 336-48.