ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง

The Causing Factors of the Smog Phenomenon in Lampang Basin

วิพัฒน์ หมั่นการ*

Wiphat Mankan*

ภาควิชาภูมิศาสตร์คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

Geography Department Faculty of Humanity and Social Science Rajabhat Lampang University

Received : 4 September 2016

Accepted : 16 January 2017

Published online : 16 February 2017

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1)ศึกษาวิเคราะห์สภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง (2) ศึกษาปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลมและ ปริมาณการเผาในที่โล่งที่สัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และความเร็วลม รายวันระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2558 ที่วัด ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง ข้อมูลปริมาณการเผาในที่โล่งในพื้นที่แอ่งลำปาง จากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดลำปาง สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หมอกควันรายวันเป็นข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ เลือกเอาเฉพาะข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในอากาศขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันและวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิเคราะห์พบว่า (1) สภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางมีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของปริมาณค่าPM_{10} โดยรวมเท่ากับ 77.3326 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$) ช่วงที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือเดือนมีนาคม ($\bar{x}$=115.5161$\mu g/m^3$) รองลงมาได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ ($\bar{x}$=107.8143$\mu g/m^3$) เดือนมกราคม($\bar{x}$= 69.5161$\mu g/m^3$) เดือนเมษายน ($\bar{x}$= 69.4367$\mu g/m^3$) และเดือนพฤศจิกายน($\bar{x}$=37.1600$\mu g/m^3$)ตามลำดับ (2)การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์ที่สัมพันธ์ที่สัมพันธ์กับสภาวะหมอกควันโดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่า ทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับกรเกิดสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง(Y)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวก ได้แก่ การเผาในที่โล่ง(X_5)และความเร็วลม (X_4)ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางลบ ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์(X_2) ความกดอากาศ(X_3) และด้านปริมาณน้ำฝน(X_1) และ(3) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันโดยวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางคือความชื้นสัมพัทธ์ ดังสมการพยากรณ์ด้วยคะแนนมาตรฐาน(Z)คือ $Y' = - 0.611X_2$โดยสามารถพยากรณ์การส่งผลได้ร้อยละ 37.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: สภาวะหมอกควัน แอ่งลำปาง

*Corresponding author . E-mail : wiphat1961@gmail.com

Abstract

The objectives in this research about 'the causing factors of the smog phenomenon in Lampang basin' consist of: (1) to study and analyse the smoggy condition in Lampang Basin (2) To study the concerning factors including the amount of rainfalls, relative humidity, wind speed and exposed combustions that relate and affect the smoggy condition.The data that have been used in the analysis including the statistical data of the amount of rainfalls, relative humidity, and wind speed were acquired between 1st November 2014 to30th April 2015 from Lampang Meteorological Station. The statistical data of exposed combustions in the Lampang basin area are acquired from the Department of Natural Resources and Environment in Lampang. And the data of the amount of dust particles (PM_{10}) in the atmosphere are acquired from the Pollution Control Department under the supervision of the Ministry of Natural Resources and environment. The statistics being used in the analysis are mean, standard deviation, Pearson's correlation coefficient and stepwise multiple regression analysis.It has been found from the analysis of this study that: (1) The mean per 24 hour of the amount of PM_{10} in the atmosphere is 77.3326 micrograms per cubic meter ($\mu g/m^3$) which is below the standard safety level of 120 $\mu g/m^3$. The mean rose to its maximum level in March ($\bar{x}$= 115.5161 $\mu g/m^3$) followed by February ($\bar{x}$= 107.8143 $\mu g/m^3$), January ($\bar{x}$= 69.5161$\mu g/m^3$), April ($\bar{x}$= 69.4367$\mu g/m^3$) and November ($\bar{x}$= 37.1600 $\mu g/m^3$). (2) The analysis of pearson's correlation coefficient results that every factor are significantly related to the smog phenomenon in Lampang basin (Y) at the level of .01. The positive affecting factors are: exposed combustions (X_5) and wind speed (X_4). And the negative affecting factors are: relative humidity (X_2), air pressure (X_3), and the amount of rainfalls (X_1) (3) The stepwise multiple regression analysis results that the factor affecting the existence of smog phenomenon in Lampang basin is the relative humidity according to the following regression equation with standard score (Z) $Y' = -0.611X_2$which can predict the effect for 37.0% with the statistical significance at the level of .01.

Keyword : smog phenomenon, Lampang basin

บทนำ

ปัญหาหมอกควันเป็นวิกฤติด้านสิ่งแวดล้อมทางอากาศที่เกิดขึ้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นประจำทุกปีและมีแนวโน้มจะรุนแรงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ สำหรับในภาคใต้ของประเทศไทยมักจะประสบปัญหาหมอกควันในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี อันเป็นผลมาจากกระแสลมพัดเอาเขม่าควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กมาจากการเผาป่าในเกาะสุมาตราประเทศอินโดนีเซีย ส่วนปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นในภาคเหนือของประเทศไทยมักจะเกิดในช่วงเดือนพฤศจิกายนต่อเนื่องไปจนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป (Simachaya, 2012) โดยมีสาเหตุมาจากการเผาป่า เผาวัชพืชในพื้นที่เกษตรกรรม การเผาขยะและเศษวัสดุต่าง ๆ ในเขตชุมชน และหมอกควันที่กระแสลมพัดข้ามแดนมาจากประเทศเพื่อนบ้าน จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})ในอากาศโดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ในปี 2550 - 2553 ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน ประกอบด้วย จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ น่าน พะเยา แพร่

แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน พบว่า มีค่า PM_{10} ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงเกินมาตรฐาน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$) ในหลายพื้นที่และติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ภาคเหนือตอนบนพบระดับ PM_{10}เฉลี่ยสูงเกินมาตรฐานต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3 - 4 สัปดาห์ (Pollution Control Department, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับเอกสารรายงานของวิจารณ์ สิมาฉายา ระบุว่าในปี 2550 ที่จังหวัดเชียงใหม่ตรวจวัดปริมาณ PM_{10} สูงที่สุดได้เท่ากับ 382.7 $\mu g/m^3$ จังหวัดลำปางวัด PM_{10} สูงสุดได้เท่ากับ258.6 $\mu g/m^3$ จังหวัดเชียงรายวัดปริมาณ PM_{10} สูงสุดได้เท่ากับ 201.4 $\mu g/m^3$ และจังหวัดแม่ฮ่องสอนวัดปริมาณ PM_{10} สูงสุดได้เท่ากับ339.6 $\mu g/m^3$ ในปี 2551 ที่จังหวัดเชียงใหม่ตรวจวัดปริมาณ PM_{10} สูงที่สุดได้เท่ากับ 206.3 $\mu g/m^3$ จังหวัดลำปางวัดได้สูงสุดเท่ากับ196.9 $\mu g/m^3$ จังหวัดเชียงรายวัดได้สูงสุดเท่ากับ 174.3 $\mu g/m^3$ และจังหวัดแม่ฮ่องสอนวัดได้สูงสุดเท่ากับ134.0 $\mu g/m^3$ และในปี 2552 ที่จังหวัดเชียงใหม่ตรวจวัดปริมาณ PM_{10} สูงที่สุดเท่ากับ 238.3 $\mu g/m^3$ จังหวัดลำปางวัดได้สูงสุดเท่ากับ272.5 $\mu g/m^3$จังหวัดเชียงรายวัดได้สูงสุดเท่ากับ 288.0 $\mu g/m^3$และจังหวัดแม่ฮ่องสอนวัดได้สูงสุดเท่ากับ254.3 $\mu g/m^3$(Simachaya, 2012) สำหรับในปี 2555 ที่อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงรายวัดปริมาณ PM_{10} สูงที่สุดในอากาศเมื่อวันที่ 10 มีนาคมได้สูงที่สุดเท่ากับ 437.6 $\mu g/m^3$ในขณะเดียวกันช่วงระหว่างปี 2555-2557 พบว่าทุกจังหวัดมีปริมาณ PM_{10} ในอากาศเกินค่ามาตรฐาน(120 $\mu g/m^3$)ทุกจังหวัด และปัญหาดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ โดยเฉพาะจังหวัดลำปางมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงสุดเกินมาตรฐานร้อยละ 27.42 (Ministry of Public Health, 2015) ปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นในแต่ละปีนอกจากจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชนในพื้นที่แล้วยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเป็นบริเวณกว้าง หากพิจารณาถึงช่วงเวลาการเกิดปัญหาหมอกควันในรอบปีจะพบว่า ปัญหาหมอกควันที่รุนแรงที่สุดในภาคเหนือคือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคมของทุกปีจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการเผาป่าและเศษวัสดุที่เหลือจากการเกษตรของเกษตรกรในภาคเหนือพบว่า พฤติกรรมการเผาดังกล่าวเกิดขึ้นมาอย่างต่อเนื่องและยาวนานในขณะที่ปัญหาหมอกควันที่เกิดในพื้นที่ภาคเหนือมักจะเกิดในช่วงปลายฤดูหนาวต่อเนื่องไปยังช่วงต้นฤดูร้อนของทุกปีเช่นเดียวกัน จากวิกฤติการณ์ของปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นปัจจุบันมีหน่วยงานต่าง ๆ สนใจในการศึกษาโดยมุ่งศึกษาเพื่อหาแนวทางป้องกันและรณรงค์ไม่ให้มีการเผาป่าและเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชาวบ้านเป็นหลัก แต่ก็พบว่ายังไม่ประสบความสำเร็จตามที่ตั้งเป้าไว้ เนื่องจากยังไม่สามารถสร้างความร่วมมือจากชาวบ้านให้หยุดการเผาดังกล่าวได้

การศึกษาครั้งนี้จึงสนใจศึกษาถึงปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อความรุนแรงของปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาในรอบปี โดยมุ่งศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยทางด้านปริมาณการเผาในที่โล่งและลักษณะภูมิอากาศที่คาดว่าจะส่งผลต่อสภาวะหมอกควัน(ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน) ในอากาศที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยเลือกพื้นที่แอ่งลำปางเป็นกรณีศึกษาเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาหมอกควันรุนแรงและเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ระดับของสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง และศึกษาปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลมและปริมาณการเผาในที่โล่งที่สัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ในการกำหนดนโยบายสำหรับวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นในแอ่งลำปางทุกปีได้อย่างเป็นรูปธรรม และเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายในการป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์สภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง

2. เพื่อศึกษาปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลม และปริมาณการเผาในที่โล่งที่สัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ(secondary data) ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ข้อมูลปัจจัยด้านภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และความเร็วลม ข้อมูลปริมาณการเผาในที่โล่ง จากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หมอกควันรายวันโดยใช้ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})จากกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้ข้อมูลระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557 ถึง 30 เมษายน 2558

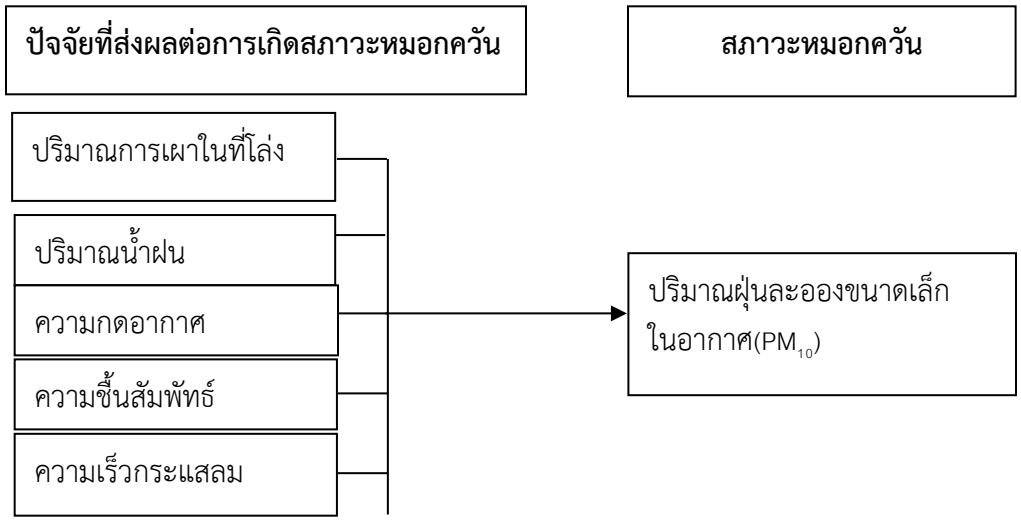
1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ตัวแปรอิสระ ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรอิสระซึ่งเป็นปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง มีทั้งหมด 2 ปัจจัย คือ

1) ปัจจัยด้านภูมิอากาศ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และความเร็วลม ซึ่งเป็นสถิติรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัด ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำปาง

2) ปัจจัยด้านปริมาณการเผาในที่โล่ง โดยเก็บข้อมูลจากจำนวนจุดความร้อนที่เกิดขึ้นรายวันในพื้นที่ทั้ง 12 อำเภอในแอ่งลำปาง

1.2 ตัวแปรตาม คือสภาวะหมอกควัน โดยวัดจากค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ(PM_{10}) 24 ชั่วโมง ที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจสภาพอากาศที่ตั้งอยู่ในแอ่งลำปาง



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาจำแนกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ขอบเขตด้านพื้นที่ ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง และขอบเขตด้านระยะเวลา ดังต่อไปนี้

2.1ขอบเขตด้านพื้นที่ การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางครั้งนี้ เลือกเฉพาะพื้นที่ลุ่มแม่น้ำวัง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 12 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง วังเหนือ แจ้ห่ม เมืองปาน แม่เมาะ ห้างฉัตร แม่ทะ เสริมงาม เกาะคา สบปราบ เถินและแม่พริก

2.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวันจากสถานีตรวจอากาศลำปาง ข้อมูลปริมาณการเผาในที่โล่งในแต่ละวันจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดลำปาง และข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ ในพื้นที่แอ่งลำปางจากกรมควบคุมมลพิษ

2.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลรายวันระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2558

3.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลรายวันระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2558 ประกอบด้วย สภาวะหมอกควัน และปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางจากสถานีตรวจวัดของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ตั้งอยู่ในพื้นที่แอ่งลำปาง ดังต่อไปนี้

3.1 สภาวะหมอกควัน โดยใช้ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในอากาศสูงสุดในรอบวันจากสถานีวัดที่อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง

3.2 ปัจจัยที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยใช้ข้อมูลที่มีการตรวจวัดและบันทึกเป็นรายวัน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดลำปาง จากกรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และความเร็วลม และข้อมูลปริมาณการเผาในที่โล่ง หรือจุดความร้อน (hotspot) ในพื้นที่แอ่งลำปางจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดลำปาง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบนวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ได้นำข้อมูลมาดำเนินการวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 วิเคราะห์ระดับของปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระและสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยการหาค่าเฉลี่ย(mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยกับสภาวะหมอกควัน โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson's product moment correlation)

4.3 วิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยใช้ข้อมูลที่เป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2558 โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

1. **ผลการวิเคราะห์ระดับของปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระและสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง**

โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(standard deviation) ของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ (PM_{10}) สูงสุดในแต่ละวัน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก(PM_{10}) ต่อวันในแอ่งลำปาง (μg/m^3)

เดือน	N	Mean ($\bar{x}$)	Standard Deviation
พฤศจิกายน 2557	30	37.1600	10.59725
ธันวาคม 2557	31	65.9516	15.20993
มกราคม 2558	31	69.5161	20.29595
กุมภาพันธ์ 2558	28	107.8143	20.75937
มีนาคม 2558	31	115.5161	53.60158
เมษายน 2558	30	69.4367	34.18288
รวม	181	77.3326	39.55853

จากตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ(PM_{10}) ในแอ่งลำปาง ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2558 พบว่า มีเฉลี่ย 24 ชั่วโมงโดยรวมเท่ากับ 77.3326μg/m^3) ช่วงที่มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงที่สุดคือ เดือนมีนาคม ($\bar{x}$ = 115.5161 μg/m^3) รองลงมาได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ ($\bar{x}$=107.8143 μg/m^3) เดือนมกราคม ($\bar{x}$= 69.5161 μg/m^3) เดือนเมษายน ($\bar{x}$= 69.4367 μg/m^3) เดือนธันวาคม ($\bar{x}$= 65.9516 μg/m^3) และเดือนพฤศจิกายน ($\bar{x}$= 37.1600 μg/m^3) ตามลำดับ

หากพิจารณาจากค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะพบว่า ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่ 120μg/m^3 แต่เมื่อพิจารณาจากปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ (PM_{10}) ที่วัดได้สูงสุดในแต่ละวันจะพบว่า ในวันที่ 2 มีนาคม 2558 วัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กได้สูงที่สุดเท่ากับ 229.1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีจำนวนวันที่วัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กได้สูงกว่าค่ามาตรฐานดังกล่าวถึง 15 วัน ส่วนรองลงมาคือ เดือนกุมภาพันธ์ 2558 วัดค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูงที่สุดในวันที่ 28 มีค่าเท่ากับ 153 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีจำนวนวันที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย 9 วันและเดือนเมษายน 2558 มีค่าสูงสุดวัดได้ 148.7 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีจำนวนวันที่วัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กได้เกินค่ามาตรฐานจำนวน 3 วัน ส่วนเดือนอื่น ๆ ที่เหลือวัดได้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานทุกวัน จึงสรุปได้ว่าปัญหาหมอกควันในแอ่งลำปางจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนเมษายนของทุกปี ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าว สอดคล้องกับวิจารณ์ สิมาฉายา(2012. p1) ระบุว่า มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือโดยทั่วไปจะปรากฏชัดในช่วงหน้าแล้ง(ธันวาคม - เมษายน) ของทุกปี ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งแล้งและนิ่งทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถลอยอยู่ในอากาศได้นาน ซึ่งสอดคล้องกับอัจฉรีย์ทิพธนธรณินทร์ (Thiptanatoranin. 2015) ที่กล่าวว่า หมอกควันในภาคเหนือเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในช่วงอากาศแล้งซึ่งอาจเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน และมักจะสิ้นสุดในเดือนมีนาคม สอดคล้องกับนิอร สิริมงคลเลิศกุล และสุรีรัตน์ กงวี (Sirimongkollertkul *et al.,* 2014) ระบุว่าปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้นทั่วทั้งภาคเหนือของประเทศไทยดูเหมือนจะกลายเป็นภัยพิบัติที่มีเวลาแน่นอนคือ ปลายเดือนกุมภาพันธ์จนถึงต้นเดือนเมษายนของทุกปี

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับสภาวะหมอกควัน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่เป็นปัจจัยที่ที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับระดับของการเกิดสภาวะหมอกควันในพื้นที่แอ่งลำปางในครั้งนี้ โดยวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson's product moment correlation) ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_1 =ปริมาณฝน	1.00					
X_2 =ความชื้นสัมพัทธ์	.372**	1.00				
X_3 =ความกดอากาศ	.092	.609**	1.00			
X_4 =ความเร็วลม	-.164*	-.364**	-.206	1.00		
X_5 =ปริมาณการเผาในที่โล่ง	-.064	-.409**	-.338**	.122	1.00	
Y=ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก	-.258**	-.611**	-.306**	.252**	.321**	1.00

** Correlation is significant at the 0.01(2-tailed)

* Correlation is significant at the 0.05(2-tailed)

จากตาราง 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยกับสภาวะหมอกควันพบว่า ทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ทางบวกจำนวน 2 ปัจจัย ประกอบด้วยปริมาณการเผาในที่โล่ง (.321) และความเร็วลม (.252) ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในทางลบ จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ (-.611) ความกดอากาศ (-.338) และปริมาณฝน (-.258) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระกับสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน(pearson's product moment correlation) พบว่าทุกปัจจัยประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลม และปริมาณการเผาในที่โล่งมีความสัมพันธ์กับสภาวะหมอกควันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบถึงผลการการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลม และปริมาณการเผ่าในที่โล่ง(Hotspot)ในแต่ละเดือนกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ (PM_{10}) ปรากฏผลดังนี้

2.1ปริมาณการเผาในที่โล่ง(hotspot) กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางบวก (.321) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณการเผาในที่โล่งเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีค่าPM_{10}สูงคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณที่สูง จึงสรุปได้ว่า หากมีการเผาในที่โล่งมากจะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กมากด้วย ซึ่งสอดคล้องกับวิจารณ์ สิมาฉายา (Simachaya, 2012) ระบุว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศเพิ่มขึ้นเนื่องความแห้งแล้งส่งผลให้เกิดไฟป่าเพิ่มขึ้น ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุ เพื่อเตรียมพื้นที่

สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน สอดคล้องกับการศึกษาของนิอร สิริมงคลและสุรีรัตน์ กองวี (Sirimongkollertkul & Kongvee, 2014) ศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบการเผาโดยใช้จุดเผา(hotspot) ที่ปรากฏบนภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ DODIS เป็นตัวแทนของการเผา และรูปแบบการเพิ่มขึ้นของปริมาณPM_{10}พบว่ามีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกัน โดยค่า PM_{10} จะเริ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่เดือนธันวาคม และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเดือนเมษายน โดยจะพบค่า PM_{10} สูงสุดในเดือนมีนาคมของทุกปี ซึ่งรูปแบบการเผาหรือการเกิด hotspot จะเป็นรูปแบบเดียวกัน นอกจากนี้สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์ (Public Relations Department, 2014) อ้างถึงผลการตรวจสอบคุณภาพอากาศ โดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่า ในพื้นที่ภาคเหนือปี 2556 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน สำหรับสาเหตุของปัญหาวิกฤติหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน นอกจากจะมีสาเหตุมาจากไฟป่าแล้ว ยังมีสาเหตุสำคัญคือ การเผาพื้นที่ทำการเกษตร การเผาในที่โล่ง การเผาวัชพืชและเศษวัสดุการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูกทั้งนอกและในพื้นที่ป่า จากการตรวจติดตามจุดความร้อน(hotspot) จากดาวเทียม Aqua/Terra พบว่า มีปริมาณจุดความร้อนเป็นจำนวนมากในพื้นที่ประเทศไทย พม่า ลาว เวียดนาม และกัมพูชาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนของทุกปี

2.2 ความเร็วลมกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางบวก(.252) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงความเร็วลมเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นที่มีปริมาณที่สูง จึงสรุปได้ว่า หากมีความเร็วลมมากจะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยสู่อากาศได้มากด้วย ซึ่งกระแสลมอาจมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปัญหาหมอกควันทั้งโดยตรงและโดยอ้อม กล่าวคือ หากกระแสลมสงบจะส่งผลให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศได้นาน ในขณะเดียวกันหากกระแสลมพัดแรงก็จะส่งผลให้การเกิดไฟป่าขยายพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วยากแก่การควบคุม นอกจากนี้กระแสลมอาจพัดเอาเขม่าควันหรือฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดในพื้นที่อื่นเข้ามาสะสมในพื้นที่ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวีรพงษ์ หาญรินทร์ (Harnrin, 2016) กล่าวถึงปัจจัยด้านทิศทางและความเร็วลม (direction and velocity of wind) ที่มีอิทธิพลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศว่า ลมที่แรงและพัดพาหอบเอาสารพิษ(pollutants) จากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง จนทำให้บริเวณที่มีสารมลพิษพัดเข้าไปมีความเข้มของสารมลพิษเพิ่มขึ้น สำหรับในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยจากรายงานของบริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด (Kasikorn Research Center, 2007) ระบุถึงสถานการณ์หมอกควันในภาคเหนือในปี 2007 ระบุว่า ปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองที่ปกคลุมในภาคเหนือตอนบนมีสาเหตุหลายประการไม่ว่าจะเป็นไฟป่าที่เกิดขึ้นจากอากาศที่แห้งแล้งและร้อนกว่าปกติเป็นผลจากสภาวะเอลนินโญ การเผาป่า การเผาวัชพืชในพื้นที่เกษตรกรรม การเผาขยะมูลฝอยในที่โล่ง นอกจากนี้ยังเกิดจากกระแสลมพัดเอาฝุ่นละอองและควันที่เกิดจากการเผาไหม้ในประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาในพื้นที่ได้เช่นเดียวกัน และรายงานของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2015) ระบุถึงสาเหตุของปัญหาวิกฤตหมอกควันในภาคเหนือซึ่งมักเกิดในหน้าแล้งระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปี ซึ่งมีสาเหตุหลักเกิดจากการเผาในพื้นที่เกษตรกรรม การเผาวัชพืชริมทาง การเกิดไฟป่า และการเผาในชุมชน ก่อให้เกิดหมอกควัน ฝุ่นละออง เถ้า เขม่าควัน ระบายออกสู่บรรยากาศ นอกจากนี้ในช่วงเวลาดังกล่าว ยังพบการเพิ่มขึ้นของจุดความร้อนในอนุภูมิภาคแม่โขงอันเป็นสาเหตุหลักของมลพิษหมอกควันข้ามแดน โดยมีกระแสลมพัดพาเข้าสู่พื้นที่ภาคเหนือ

2.3 ความชื้นสัมพัทธ์กับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางลบ(-.611) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กใน

อากาศมากคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำที่สุดในรอบปี จึงสรุปได้ว่าหากมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่าปกติ ซึ่งวีรพงษ์ หาญรินทร์ (Harnrin, 2016) กล่าวถึงปัจจัยด้านความชื้น (humidity) ที่มีอิทธิพลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศว่า บริเวณที่มีความชื้นสูง จะทำให้เกิดการรวมตัวกันระหว่างควัน(smoke) กับหมอก (fog) เกิดเป็นหมอกควัน (smog) ทำให้ทัศนวิสัยการมองไม่ชัด ก่อให้เกิดปัญหาอุปสรรคในการขับขี่ยวดยานพาหนะได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้ที่พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณPM_{10}ในอากาศซึ่งสอดคล้องกับวิพัฒน์ หมั่นการ(Mankan, 2015) ระบุว่า หมอกควันในภาคเหนือมักพบในช่วงปลายฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่ความกดอากาศสูงกดทับทำให้หมอกควันลอยลงต่ำ ประกอบกับช่วงดังกล่าวมีความชื้นในอากาศน้อย ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ถูกปล่อยออกมาพร้อมกับหมอกควันจะมีน้ำหนักเบา จึงสามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานานกว่าปกติ

2.4 ความกดอากาศกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางลบ (-.306) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณความกดอากาศเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีค่าปริมาณPM_{10}ในอากาศมากคือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีความกดอากาศต่ำ จึงสรุปได้ว่า หากมีการความกดอากาศต่ำจะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศได้นาน ซึ่งในช่วงปลายฤดูหนาวสู่ต้นฤดูร้อนในบริเวณแอ่งที่ราบในภาคเหนือจะมีการสะสมความร้อนในตอนกลางวัน มวลอากาศจึงมีน้ำหนักเบาจึงสามารถพยุงเอาฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยปะปนอยู่ในอากาศได้นาน ในขณะที่อากาศเบื้องบนยังมีอิทธิพลของความกดอากาศสูงปกคลุมอยู่ มวลอากาศเย็นดังกล่าวจึงกดทับให้มวลอากาศร้อนจมตัวอยู่ในแอ่ง มวลอากาศที่ประกอบด้วยเขม่าควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านั้นจึงถูกสะสมในแอ่งเป็นเวลานาน เกิดปัญหาหมอกควันและฟ้าหลัวในตอนกลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับ (Miller, 1992) กล่าวถึงปัจจัยด้านอุณหภูมิ (temperature) ที่มีอิทธิพลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งอุณหภูมิจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความกดอากาศว่า ในอากาศโดยทั่วไปเมื่อระดับความสูงมากขึ้นไปอุณหภูมิจะยิ่งเย็นลง ส่วนอากาศบนพื้นผิวโลกจะอุ่นและลอยตัวสูงขึ้น เมื่อกระทบกับอากาศเย็นก็จะขยายตัวออก ในขณะที่อากาศอุ่นลอยตัวสูงขึ้นไป จะพาเอาควันพิษระดับพื้นดินขึ้นไปด้วย บางครั้งในขณะที่มีการเคลื่อนที่ของอากาศดังกล่าว จะเกิดมีกลุ่มอากาศในแอนตี้ไซโคลนจมลง หรือลอยต่ำลงมาสู่ระดับที่ก่อให้เกิดอุณหภูมิหวนกลับ (temperature inversion)

2.5 ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางลบ (-.258) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณฝนที่ตกในช่วงที่เกิดสภาวะหมอกควันรุนแรงคือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณที่ต่ำ จึงสรุปได้ว่าหากปริมาณฝนที่ตกน้อยจะทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศสูง ซึ่งวีรพงษ์ หาญรินทร์ (Harnrin, 2016) กล่าวถึงปัจจัยด้านฝน(rain) ที่มีอิทธิพลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศว่า ฝนที่ตกลงมาจะช่วยชะล้างเอาสิ่งสกปรกที่แขวนลอยและสะสมในชั้นบรรยากาศให้ตกลงมาสู่พื้นดินได้ น้ำฝนเป็นตัวทำละลายที่ดี (solvent) สามารถรวมตัวกับก๊าซชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในอากาศ เช่น รวมตัวกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นกรดซัลฟูริก(H_2SO_4) ทำให้เกิดการกัดกร่อนโลหะต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝนที่ตกจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ ถ้ามีปริมาณฝนมากและฝนตกบ่อยจะทำให้อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์มาก ส่งผลให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจึงไม่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้นาน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า หากฝนตกบ่อย หรือมีปริมาณฝนที่ตกมากจะช่วยลดปัญหาสภาวะหมอกควันได้

3. **ผลการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง**

การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง

(N = 181)

ตัวแปร	B	β	t-test	Sig. t
Constant	236.067		15.197	.000
X_2ความชื้นสัมพัทธ์	-2.304	-.611	-10.336	.000
R=.374 ; R^2_{adj} =.370 ; SE_{est} 31.39217; F=106.832	Sig. t=.00			

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) พบว่าตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางคือความชื้นสัมพัทธ์ (X_2) ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของสภาวะหมอกควันที่เกิดขึ้นในแอ่งลำปางได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$) โดยค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R) มีค่าเท่ากับ .374 และสัมประสิทธิ์พยากรณ์ปรับปรุง R^2_{adj} = .370 ค่าความคลาดเลื่อนมาตรฐาน SE_{est} = 31.39217 ซึ่งแสดงว่าปัจจัยความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระสามารถอธิบายความแปรปรวนของการเกิดสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง(ตัวแปรตาม) ได้ร้อยละ 37.0 และเมื่อพิจารณาพบว่าปัจจัยด้านความชื้นสัมพัทธ์จะส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในเชิงลบหรือมีค่าผกผันต่อกัน และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักของตัวแปรอิสระในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในรูปคะแนนดิบ(B) เท่ากับ -2.304 และมีค่าคงที่ (constant) ของสมการในรูปคะแนนดิบเท่ากับ 236.067 ดังนั้นสามารถเขียนเป็นสมการพยากรณ์ค่าตัวแปรตาม (Y) โดยคะแนนดิบได้ดังนี้

$$Y = 236.067\text{-}2.304\ X_2$$

หากพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร X_2 ในรูปคะแนนมาตรฐาน Beta มีค่าเท่ากับ -.611 คิดเป็นสมการพยากรณ์ค่าตัวแปรตาม (Y') โดยใช้คะแนนมาตรฐาน (Z) สมการเขียนได้ดังนี้

$$Y' = -.611\ X_2$$

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นวิธีเพิ่มตัวแปรที่อธิบายความแปรปรวนเพิ่มได้มากที่สุดมาใช้ พบว่า มีตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศ อันเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปัญหาสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางคือตัวแปรด้านความชื้นสัมพัทธ์ หากพิจารณาตามคำอธิบายของวีรพงษ์ หาญรินทร์ (Harnrin, 2016) กล่าวถึงปัจจัยด้านความชื้น (humidity) ที่มี

อิทธิพลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศว่า บริเวณที่มีความชื้นสูง ๆ จะทำให้เกิดการรวมตัวกันระหว่างควัน(smoke) กับหมอก (fog) เกิดเป็นหมอกควัน (smog) ทำให้ทัศนวิสัยการมองไม่ชัด ซึ่งผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้พบว่า ช่วงที่มีปริมาณค่าPM_{10} ในอากาศมากคือช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ได้แก่ เดือนกุภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จึงแสดงให้เห็นได้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะส่งผลให้ปัญหาสภาวะหมอกควันเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความชื้นสัมพัทธ์ต่ำหรืออากาศที่แห้งจะทำให้อนุภาคของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีน้ำหนักเบา จึงสามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้นาน ในขณะเดียวกันอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะทำให้กิ่งไม้ ใบหญ้าหรือเศษวัชพืชแห้งสนิทพร้อมที่จะเกิดเป็นเชื้อเพลิงได้ง่าย เมื่อมีการเผาไหม้ในช่วงเวลาดังกล่าว วัสดุเหล่านั้นจึงเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี การเกิดไฟป่าด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตามจะแผ่ขยายพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มสูงขึ้นและลอยในอากาศได้นานกว่าปกติ และในขณะที่วิพัฒน์ หมั่นการ(Mankan, 2015) ระบุว่า หมอกควันในภาคเหนือมักพบในช่วงปลายฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงที่ความกดอากาศสูงกดทับทำให้หมอกควันลอยลงต่ำ ประกอบกับช่วงดังกล่าวมีความชื้นในอากาศน้อย ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ถูกปล่อยออกมาพร้อมกับหมอกควันจะมีน้ำหนักเบา จึงสามารถลอยตัวอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน จากข้อมูลดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะส่งผลในทางตรงกันข้ามกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ โดยช่วงเวลาที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีน้อยหรืออากาศแห้งแล้งจะส่งผลให้เกิดไฟป่าได้ง่ายและขยายพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดไฟป่าจะแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างทำให้ปริมาณเขม่าควันเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันการที่อากาศแห้งจะส่งผลทำให้อนุภาคของฝุ่นละอองขนาดเล็กมีน้ำหนักเบา จึงลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานานโดยเฉพาะในพื้นที่แอ่งที่ราบตามหุบเขาในภาคเหนือ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเกิดปัญหาสภาวะหมอกควันและเกิดฟ้าหลัวในตอนกลางวัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางครั้งนี้ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ระดับของสภาวะหมอกควัน ปัจจัยที่สัมพันธ์ และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางดังต่อไปนี้

1. สรุปผล

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปางในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิเคราะห์ระดับของสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง และศึกษาปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลมและปริมาณการเผาในที่โล่งที่สัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีข้อค้นพบที่สอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1.1 สรุปผลการวิเคราะห์ระดับสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ(PM_{10}) พบว่า ในช่วงระยะเวลาระว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2557 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2558 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.3326 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร($\mu g/m^3$) ช่วงที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือเดือนมีนาคมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 115.5161 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร($\mu g/m^3$) รองลงมาได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ ($\bar{x}$=107.8143 $\mu g/m^3$) เดือนมกราคม($\bar{x}$= 69.5161$\mu g/m^3$) เดือนเมษายน ($\bar{x}$= 69.4367 $\mu g/m^3$) เดือนธันวาคม($\bar{x}$= 65.9516 $\mu g/m^3$) และเดือนพฤศจิกายน($\bar{x}$= 37.1600 $\mu g/m^3$) ตามลำดับ

1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์และส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระกับสภาวะหมอกควัน และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระกับสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน(pearson's product moment correlation) พบว่าทุกปัจจัยประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลม และปริมาณการเผาในที่โล่งมีความสัมพันธ์กับสภาวะหมอกควันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบถึงผลการการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ ความเร็วลม และปริมาณการเผาในที่โล่ง(Hotspot) ในแต่ละเดือนกับปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ (PM_{10}) พบว่า

(1) ปริมาณการเผาในที่โล่ง(hotspot) กับปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางบวก (.321) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณการเผาในที่โล่งเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณที่สูง จึงสรุปได้ว่า หากมีการเผาในที่โล่งมากจะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กมากด้วย

(2) ความเร็วลมกับปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางบวก(.252) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงความเร็วลมเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณที่สูง จึงสรุปได้ว่า หากความเร็วลมมากจะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยสู่อากาศได้มากด้วย

(3) ความชื้นสัมพัทธ์กับปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางลบ(-.611) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศมากคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นเป็นช่วงที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำที่สุดในรอบปี จึงสรุปได้ว่า หากมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศได้มาก

(4) ความกดอากาศกับปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางลบ (-.306) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณความกดอากาศเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่มีปริมาณฝุ่นละอองขอดเล็กในอากาศมากคือ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีความกดอากาศต่ำ จึงสรุปได้ว่า หากมีการความกดอากาศต่ำจะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยอยู่ในอากาศได้มาก ซึ่งในช่วงปลายฤดูหนาวสู่ต้นฤดูร้อนในบริเวณแอ่งที่ราบในภาคเหนือจะมีการสะสมความร้อนในตอนกลางวัน มวลอากาศจึงมีน้ำหนักเบาจึงสามารถพยุงเอาฝุ่นละอองขนาดเล็กลอยปะปนอยู่ในอากาศได้นาน ในขณะที่อากาศเบื้องบนยังมีอิทธิพลของความกดอากาศสูงปกคลุมอยู่ มวลอากาศเย็นดังกล่าวจึงกดทับให้มวลอากาศร้อนจมตัวอยู่ในแอ่ง มวลอากาศที่ประกอบด้วยเขม่าควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านั้นจึงถูกสะสมในแอ่งเป็นเวลานาน เกิดปัญหาหมอกควันและฟ้าหลัวในตอนกลางวัน

(5) ปริมาณน้ำฝนกับปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศมีความสัมพันธ์กันในทางลบ (-.258) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หากพิจารณาถึงปริมาณฝนที่ตกในช่วงที่เกิดสภาวะหมอกควันรุนแรงคือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณที่ต่ำ จึงสรุปได้ว่าหากปริมาณฝนที่ตกน้อยจะทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง โดยวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) ซึ่งเป็นวิธีเพิ่มตัวแปรที่อธิบายความแปรปรวนเพิ่มได้มากที่สุดมาใช้ พบว่ามีตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณค่าPM_{10}ในอากาศ อันเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดปัญหาสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง

คือตัวแปรด้านความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระสามารถอธิบายความแปรปรวนของการเกิดสภาวะหมอกควันในแอ่งลำปาง(ตัวแปรตาม) ได้ร้อยละ 37.0

2. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีข้อค้นพบที่เกิดจากการวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางวิชาการและการกำหนดนโยบายในการป้องกันและแก้ปัญหาสภาวะหมอกควันที่เกิดขึ้นในแอ่งลำปางและพื้นที่อื่น ๆ ตลอดจนข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปดังต่อไปนี้

2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ช่วงเวลาที่มีปัญหาสภาวะหมอกควันรุนแรงที่สุดคือเดือนมีนาคม รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์และเดือนเมษายนของทุกปี ที่ผ่านมาภาครัฐไม่สามารถห้ามการเผาป่าและวัชพืชของเกษตรกรในพื้นที่ได้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ทำมาอย่างต่อเนื่องทุกปีและเป็นวิธีเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเพาะปลูกในฤดูกาลต่อไป และเป็นวิธีการที่มีต้นทุนการดำเนินการที่ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาการเผาของเกษตรกรได้ การป้องกันปัญหาดังกล่าวจึงควรกำหนดมาตรการให้มีการเผาวัชพืชทางการเกษตรในช่วงก่อน หรือหลังเวลาดังกล่าวแทน

2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในพื้นที่แอ่งลำปาง โดยกำหนดตัวแปรทางด้านภูมิอากาศและปริมาณการเผาในที่โล่งเป็นตัวแปรอิสระ ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นข้อค้นพบที่เกิดขึ้นในพื้นที่แอ่งลำปางเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้ผลการวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นจึงควรมีการทำวิจัยเพิ่มเติมทั้งในด้านพื้นที่และตัวแปรที่อาจจะเกี่ยวข้อง ได้แก่

2.2.1 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อสภาวะหมอกควันในพื้นที่อื่น ๆ ทั้งในพื้นที่ภาคเหนือ เช่น แอ่งเชียงใหม่ แอ่งพะเยา- เชียงราย แอ่งแพร่ แอ่งน่าน เป็นต้น และภูมิภาคอื่น ๆ

2.2.2 การศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาเฉพาะปัจจัยที่สัมพันธ์ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสภาวะหมอกควันแต่ปัญหาบางอย่างอาจเกี่ยวข้องและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นจึงควรศึกษาการส่งผ่านความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ไปสู่การเกิดปัญหาสภาวะหมอกควัน เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุและความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่สนับสนุนในการส่งผลให้เกิดสภาวะหมอกควันที่เป็นตัวแปรตามด้วย

2.2.3 ควรศึกษาแนวทางในการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมในการป้องกันและแก้ไขปัญหาการเผาในที่โล่งของเกษตรกรในพื้นที่แอ่งลำปางและภูมิภาคอื่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Acharee Thiptanatoranin. (2015). The Solving Guidelines of Smog Problem for Chiang Mai Province. *Journal of Public Administation and Policy, 4*(1), 72 - 105. (in thai)

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. (2015). *Stategy/Method of Solving Wildfire and smoggy problems in 2015*. Bangkok, Ministry of Natural Resources and Environment.(in thai)

Derek Elsom. (1996). *Smog Alert Managing Urban Air Quality*. London: Earth Scan Publications Ltd.

Kasikorn Research Center.(2007). Smogy Problem in Northern Region : The 2,000 million Baths Effects on Tourism and service business. *Journal of Siam Commercial Bank Library*, *1 – 4* , March. (in thai)

Meteological Department (2014) *The Natural Catastophe in Thailand*. Retrieved August 5, 2015 from http//www.tmd.go.th:/info/risk.pdf.

Miller, G. T. (1992). *Environmental Science*. California: Wadaworth Publishing.

Ministry of Public Health. (2016).The strategic wacth for risk areas of air pollution from smogy.*Integrate plan of environments and health, Ministry of Public Health, 2015*. . Retrieved August 5, 2015 from from http//enhealthplan. Anamai.Moph.go.th/download/document/211257/smog%2014-1-58pdf. (in thai)

Ni-orn Sirimongkollertkul and Sureerut Kongvee. (2014). Factors affecting in the Choice of Plantation; Maize Cultivation; Wawee Sub-District. *FEU Academic Review*. *8*(1). (in thai)

Pakpong Pochanart. (2012). Air pollution and long-range transport in Asia : East Asia. *Journal of Environment Management*, *8*(1), 57-77. (in thai)

Public Relations Department.(2014) .*Tactic of Wildfire and Smoggy Solution in 2014*. Retrieved August 5, 2015 from from http://wwwthainews.prd centerweb/newsdetial?NT01_NewsID=TNDAT5703100010006. (in thai)

Scott Ralph C. (1989). *Physical Geography*. Newyork: West Publishing Company.

Strahler Arther N. (1987). *Modern Physical Geography*. (3thed). Newyork Johnwilly & sons.William G. G &Roy

Taweesak Chaikomseub. (2007). *Smoggy Situation in Northern Part of Thailand*. Chiangmai,Bank of Thailand North Region office. (in thai)

Veerapong Harnrin. (2016). *Unit 7th, "Air Pollution*". Retrieved, May 28, 2016, from http://www.elearning.msu.ac.th/ Open source/0707%20307/document/7.doc. (in thai)

Wijarn Simachaya.(2014). *Air Pollution form Smog in Northern Region: Problem and Methods of Solving Conference Sheet "Global Warming Crisis, Smoggy Pollution and Catastophe* Natural Resource s and Environment Committee, Cabinet Couci. (in thai)

Wijarn Simachaya.(2012). Problem and Method of Getting Rid of Smoggy Pollution and Wildfire in Northern region".

Report on Academic Conference on Natural Resources and environment, 2$^{nd.}$. Ministry of Natural Resources and Environment. (in thai)

Wiphat Mankan. (2015). *Physical Geography*. Lampang Rajabhat Lampang University. (in thai)

William G. G & Roy L. D. (1993). *Envinonmental science*. Michigan: Delmar Publishers Inc.

William P. Cunningham and Mary Ann Cunningham. (2015). ***Environmental Science****13th*. New York: Mc Graw-Hill International Edition.