

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การแพร่กระจายของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในฝุ่นละออง
ขนาดต่าง ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้วัสดุชีวมวลและระหว่างกาเกิดปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือของประเท
ไทย

แหล่งเงิน ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินจึนรายได้คณะวิทยาศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ 2556 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2555 ถึง กันยายน 2557

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

1. นางบุญมาส พิมพ์พรรณชาติ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล. (หัวหน้า

โครงการ)

โทรศัพท์ (662)-329-8400-10 ต่อ 283, 316

โทรสาร (662)-329-8400-10 ต่อ 284

E-mail: knbusaya@kmitl.ac.th

2. นางสาวสุวรรณี จรรยาพูน สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สจล. (ผู้ร่วมโครงการ)

โทรศัพท์ (662)-329-8400-11 ต่อ 262, 349

โทรสาร (662)-329-8412

E-mail: kjsuwann@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

หมอกควันในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยถือเป็นปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นต่อเนื่องมาหลายทศวรรษ ความ
รุนแรงปรากฏชัดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลสารมลพิษและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา
ระหว่างปีค.ศ. 2005 - 2010 เพื่อสร้างแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์ปริมาณความเข้มข้นของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
หมอกควันโดยใช้อุณหภูมิเวลา ซึ่งทำให้มองภาพรวมของปัจจัยต่างๆและแนวโน้มในอนาคต หลังจากนั้นได้ทำการ
สร้างแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเพื่อพยากรณ์ระดับการเกิดหมอกควัน โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ การ
เกิดหมอกควันที่ไม่มีผลต่อสุขภาพ มีผลต่อสุขภาพ และมีผลต่อสุขภาพมาก นอกจากนี้ยังมีประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิง
พันธุกรรมสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เพื่อพยากรณ์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})
ผลการวิเคราะห์ห้อนุกรมเวลาพบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหมอกควันได้แก่ PM_{10} ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซ
ไนโตรเจนไดออกไซด์ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ซึ่งทุกปัจจัยเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเชิงบวก
เหมาะสมต่อการพยากรณ์ด้วยวิธีของโฮลต์และวินเซอร์ แบบจำลองระดับการเกิดหมอกควันให้ค่า Pseudo $R^2 =$
0.596 สามารถพยากรณ์ระดับการเกิดหมอกควันในปี 2011 ได้ถูกต้อง 93.7% คุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ดี 60% ปาน

กลาง 31.23% และมีผลต่อสุขภาพ 8.77% แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสำหรับพยากรณ์ปริมาณ PM_{10} โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหมอกควันให้ค่า $R^2 = 0.8615$ และ $RMSE = 11.18$

คำสำคัญ : หมอกควัน ดัชนีคุณภาพอากาศ อนุกรมเวลา วิธีของโฮลต์และวินเซอร์ การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

Research Title: Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on Atmospheric Aerosol Particles of Different Sizes from Biomass Burning and during Haze Period in Northern Region of Thailand

Researcher: Busayamas Pimpunchat, Suwannee Junyapoon

Faculty: Science **Department:** Mathematics

ABSTRACT

Haze and air pollutions are major environmental problems in the upper Northern region in Thailand. The severity of this problem has clearly appeared in dry season every year particular February to April. The pollutants and meteorological data in 2005 – 2010 were analyzed in this paper. The study aims to forecast associated factors of haze problem by using time series. The logistic regression was considered for levels of daily haze problem: not much health effect, more health effect and alert and serious health effect. In addition genetic algorithm is applied for multiple regressions for forecasting PM_{10} concentrations. The associated factors of monthly haze problem are PM_{10} , CO_2 , NO_2 , Relative Humidity and Rain. Each factor has an additive seasonal effect, the Holt – Winter’s method is a good method for this model. The model gives Pseudo $R^2 = 0.596$. The results of levels of daily haze problem have 93.7% accuracy for forecasting value in 2011. Most air quality is good. Multiple regression model for forecasting PM_{10} concentrations give $R^2 = 0.8615$ and $RMSE = 11.18$.

Keywords : Haze Problem, PM_{10} , Air Quality Index, AQI, Time Series, Holt – Winter’s method, Logistic Regression, Multiple Regressions, Genetic algorithm, GA

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ให้การสนับสนุนข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ และการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้ของคณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

นางบุษมาส พิมพ์พรรณชาติ

นางสาวสุวรรณี จรรยาพูน

นางสาวขวัญศิริ ศิริมงคลา

นางสาวจุฑพร พูลทวี

สารบัญ

	ใช้อักษรตัวหนา ขนาด 16 จัดชิดขวา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....		I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....		III
กิตติกรรมประกาศ.....		IV
สารบัญ.....		V
สารบัญตาราง.....		VIII
สารบัญภาพ.....		IX
บทที่ 1 บทนำ.....		1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....		1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....		6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....		6
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....		7
1.5 สมมติฐานงานวิจัย.....		8
1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....		8
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....		8
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....		9
2.1 สถานการณ์หมอกควันในประเทศไทย.....		9
2.2 ดัชนีคุณภาพอากาศ.....		12
2.3 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์.....		15
2.4 ฟุ้งละออง.....		15
2.5 แหล่งที่มาของฟุ้งละออง.....		16
2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของฟุ้งละออง.....		17
2.7 ผลกระทบของฟุ้งละออง.....		18
2.8 สารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน.....		19
2.9 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา.....		21
2.10 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก.....		25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.11 การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการวิเคราะห์การถดถอย	36
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	47
3.1 ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล	47
3.2 ตัวแบบการพยากรณ์อนุกรมเวลา	47
3.3 ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก	50
3.4 ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม	53
3.5 สารเคมีและอุปกรณ์	53
3.6 สภาพพื้นที่เก็บตัวอย่าง บริเวณจังหวัดพะเยา	54
3.7 การติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง	56
3.8 การวิเคราะห์สาร PAHs ที่ดูดซับบนอนุภาคฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ	57
บทที่ 4 ผลการวิจัย	60
4.1 ตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหมอกควัน	60
4.2 ตัวแบบพยากรณ์การเกิดหมอกควัน โดยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก	64
4.3 ตัวแบบพยากรณ์ PM10 โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ	67
4.4 ผลการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน	68
4.5 ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสาร PAHs ในอนุภาคฝุ่นละอองขนาดต่างๆ	72
4.6 ชนิดและปริมาณของสารประกอบ PAHs ที่เป็นสารร่วมก่อมะเร็ง และสารก่อมะเร็ง	80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	81
5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	81
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	83
6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้และที่อยู่ระหว่างดำเนินการทั้งหมด	83

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก.....	88
ภาคผนวก ก.....	89
ภาคผนวก ข.....	91
ภาคผนวก ค.....	107
ภาคผนวก ค สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย.....	112
ประวัตินักวิจัย.....	115

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย	
2.2 ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับดัชนีคุณภาพอากาศ	
2.3 สมบัติและความเป็นสารก่อมะเร็งของสาร PAHs	
2.4 ข้อมูลอนุกรมเวลา	
3.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆและ PM_{10} (รายเดือน)	
3.2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆและ PM_{10} (รายวัน)	
3.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ	
3.4 ช่วงวันที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน	
3.5 สถานะของการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารประกอบ PAHs ด้วยเครื่อง GC-MS	
4.1 ค่า α_1 และ α_3 ที่ทำให้ RMSE มีค่าน้อยที่สุด	
4.2 ค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหมอกควันในปีค.ศ.2011	

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

- 1.1 สภาพอากาศของกรุงเทพมหานครที่เกิดจากผลกระทบของโอโซน
- 1.2 ฝุ่นละอองขนาดต่างๆ
- 1.3 การแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดต่างๆในระบบทางเดินหายใจ
- 2.1 สถานการณ์หมอกควันในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่
- 2.2 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ
- 2.3 แนวโน้มยอดขายของสินค้าชนิดหนึ่ง
- 2.4 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันตามฤดูกาลเชิงบวก
- 2.5 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันตามฤดูกาลเชิงลบ
- 2.6 ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการแปรผันตามวัฏจักร
- 2.7 ฟังก์ชันตอบสนองโลจิสติก
- 2.8 วิวัฒนาการของปากนกตามลักษณะของอาหารตามทฤษฎีของชาลส์ ดาร์วิน
- 2.9 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามทฤษฎีของเกรเกอร์ เมนเดล
- 2.10 หน้าจอขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยโปรแกรมสำเร็จรูป
- 2.11 แผนผังการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม
- 3.1 ปริมาณ PM_{10} รายเดือนตั้งแต่ปี 2005 – 2010
- 3.2 ปริมาณ CO รายเดือนตั้งแต่ปี 2005 – 2010
- 3.3 ปริมาณ NO_2 รายเดือนตั้งแต่ปี 2005 – 2010
- 3.4 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์รายเดือนตั้งแต่ปี 2005 – 2010
- 3.5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนตั้งแต่ปี 2005 – 2010
- 3.6 ลักษณะภูมิประเทศ จังหวัดพะเยา
- 3.7 พื้นที่เก็บตัวอย่าง
 - 4.1 ปริมาณ PM_{10} ที่ได้จากการตรวจวัดและค่าพยากรณ์รายเดือน ปี ค.ศ.2005 – 2010
 - 4.2 ปริมาณ CO ที่ได้จากการตรวจวัดและค่าพยากรณ์รายเดือน ปี ค.ศ.2005 – 2010
 - 4.3 ปริมาณ NO_2 ที่ได้จากการตรวจวัดและค่าพยากรณ์รายเดือนปี ค.ศ.2005 – 2010
 - 4.4 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการตรวจวัดและค่าพยากรณ์รายเดือน
 - 4.5 ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการตรวจวัดและค่าพยากรณ์รายเดือน ปี ค.ศ.2005 – 2010

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.6 ปริมาณ PM ₁₀ ที่ได้จากการตรวจวัด ปี ค.ศ.2005 – 2011	
4.7 ผลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก	
4.8 ผลการวิเคราะห์การเกิดหมอกควัน โดยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกในปี 2011	
4.9 ความเข้มข้นรายวันของ PM ₁₀ ที่ได้จากการตรวจวัดในปี ค.ศ. 2011	
4.10 ระดับเกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศของ PM ₁₀ ในปี ค.ศ. 2011	
4.11 ความเข้มข้นรายวันของ PM ₁₀ ที่ได้จากการตรวจวัดและค่าพยากรณ์ในปี ค.ศ. 2011	
4.12 รูปแบบการกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน	
4.13 รูปแบบการกระจายขนาดอนุภาคและความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศปกติ	
4.14 สภาพบรรยากาศบริเวณหอดูดาว อุทยานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ จ.พะเยา	
4.15 รูปแบบการกระจายตัวของ Total-PAHs ในอนุภาคขนาดต่างๆ	
4.16 รูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs ในอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ ระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน	
4.17 รูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs ในอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ ระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 24 กุมภาพันธ์-1 มีนาคม 2557	
4.18 รูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs ในอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ ระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 11-16 มีนาคม 2557	
4.19 รูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs ในอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ ระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 17-22 มีนาคม 2557	
4.20 รูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs ในอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ ระหว่างเกิดปัญหาหมอกควัน เก็บตัวอย่างในวันที่ 3-8 เมษายน 2557	
4.21 สัดส่วนการกระจายตัวของสาร PAHs 3-6 วงอะโรมาติก	