

# การศึกษาองค์ประกอบของจุลธาตุในเขตชุมชนเมืองและเขตห่างไกลความเจริญ A Study of Composition of Trace Elements in Urban and Remote Areas

วธู ครองสิทธิ์\* พจนีย์ ชุมมงคล และสุวิมล อัครพิศิษฐ์  
สายวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาชนิดและปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุในบรรยากาศในเขตชุมชนเมือง บริเวณสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา สาขาอำเภอโชคชัย และเขตห่างไกลความเจริญบริเวณป่า ชีวมณฑลสะแกกราช จังหวัดนครราชสีมา รวมทั้งศึกษาแหล่งปล่อยที่สัมพันธ์กับสภาวะภูมิอากาศหรือ ที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ในการศึกษาตัวอย่างอากาศจะถูกเก็บด้วยวิธีฟิลเตอร์แพคเป็นระยะเวลา 6 เดือน เดือนละ 7 วันต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าจุลธาตุในบรรยากาศที่มีค่ามากที่สุดคือ เหล็ก รองลงมา ได้แก่ สังกะสี ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โครเมียม แคดเมียม และนิกเกิล ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง  $4.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (เหล็ก) ถึง  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (นิกเกิล) โดยปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยในเขตชุมชนเมืองมีค่ามากกว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยในเขตพื้นที่ห่างไกลความเจริญในทุกชนิดของจุลธาตุที่ทำการตรวจวัด โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 1-2 เท่า และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นในช่วงวันพบว่า ในช่วงกลางวันมีแนวโน้มของค่าปริมาณความเข้มข้นค่อนข้างสูงกว่าในช่วงกลางคืน โดยแหล่งปล่อยจุลธาตุที่สำคัญ มักมาจากการปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นดินบนท้องถนน และปริมาณการจราจรที่ส่งผลให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นดิน เป็นต้น

**คำสำคัญ:** จุลธาตุ วิธีฟิลเตอร์แพค แหล่งปล่อยจุลธาตุ

## Abstract

This research focused on types and concentrations of atmospheric trace elements in an urban area of Nakhon Ratchasima Provincial Land Transport Office and a remote area of Sakaerat Biosphere Reserves. The study also related the emission sources with the climatological conditions or that may affect to the ecosystem. The samples were collected by a filter pack method for 7 days per month in 6 months period from July to December 2012. The results showed that the average concentrations of iron were found at the highest quantity compared with other trace elements, followed by zinc, lead, manganese, copper, chromium, cadmium, and nickel, respectively. The average concentrations ranged from 4.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (iron) to 0.01  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (nickel). The average concentrations of all trace elements in the urban area were approximately 1-2 times higher than the remote area. It was also observed that the average concentrations in day time had a higher value trend than at night time. The important emission sources that resulted in increasing the ambient air concentrations of the trace elements come from the industrial activities, the suspended street dusts and soil dispersion associated with the traffic density.

**Keywords:** Trace elements, Filter pack method, Emission source of trace element

## บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะในเขตชุมชนเมืองและพื้นที่พัฒนาต่างๆ ที่ความต้องการในการอุปโภค บริโภค และคมนาคมมีมากยิ่งขึ้น เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ โดยสารมลพิษเหล่านี้จะระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในเขตชุมชน ทั้งจากยานพาหนะ การก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน การก่อสร้างปรับปรุงถนนและผิวจราจร ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ตั้งอยู่โดยรอบ มลพิษทางอากาศเหล่านี้อาจเป็นได้ทั้งมลพิษที่อยู่ในรูปของแก๊ส และมลพิษที่อยู่ในรูปของอนุภาค (Vijayanand et al., 2008) ซึ่งอนุภาคในบรรยากาศนี้จะส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัย สุขภาพอนามัยของมนุษย์ และการดำรงชีวิตของสัตว์ โดยมีแหล่งกำเนิดหลักที่สำคัญ 2 แหล่ง คือ แหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟและพายุฝุ่น เป็นต้น และแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น กิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตพลังงาน การก่อสร้าง การบำบัดขยะชุมชน และการปล่อยจากยานพาหนะ เป็นต้น (Tasdemir et al., 2006)

จุลธาตุ (Trace Element) เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญของอนุภาคในบรรยากาศซึ่งบางชนิดมีคุณสมบัติเป็นพิษ เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ได้ ถ้าสารนั้นมีปริมาณความเข้มข้นอยู่ในระดับที่สูง แหล่งกำเนิดที่สำคัญของจุลธาตุคือโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมักมีปริมาณความเข้มข้นมากกว่าระดับทั่วไป และการจราจรก็เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญอีกแหล่งในเขตชุมชนเมือง ซึ่งจุลธาตุจะเกิดขึ้นจากส่วนต่างๆ ของยานยนต์ รวมทั้งไอเสียล้อ และเบรค เป็นต้น สภาวะทางภูมิอากาศก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับปริมาณของจุลธาตุในเขตพื้นที่นั้นๆ ด้วย เช่น ทิศทางลมและความเร็วลม เป็นต้น (Tasdemir et al., 2006) นอกจากนี้จุลธาตุในบรรยากาศเมื่อถูกพัดพาหรือเคลื่อนย้ายเป็นระยะทางหนึ่งก็จะตกสะสมลงมาโดยแรงโน้มถ่วงหรือโดยความชื้นในรูปของฝนและหมอกทั้งพื้นที่ใกล้เคียงและพื้นที่ห่างไกล (García et al., 2010) ความเข้าใจเกี่ยวกับการปล่อยมลพิษจากกิจกรรมต่างๆ ในเขตชุมชนเมือง รวมถึงการระบุแหล่งที่มาจะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการออกแบบมาตรการการควบคุมมลพิษทางอากาศ (Shridhar et al., 2010)

งานวิจัยนี้ทำการศึกษานิตและปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุในเขตชุมชนเมือง และพื้นที่ห่างไกลความเจริญในจังหวัดนครราชสีมา รวมทั้งศึกษาแหล่งปล่อยจุลธาตุที่สัมพันธ์กับสภาวะภูมิอากาศ และศึกษาแหล่งปล่อยที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอันเนื่องมาจากการพัฒนามาจากเขตชุมชนเมือง ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงข้อมูลของจุลธาตุในบรรยากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและทางด้านสุขภาพเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาหาวิธีการแก้ไข ป้องกัน และมาตรการที่ต้องนำมาบังคับใช้เพื่อเป็นการลดปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นต่อไป

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาชนิดและปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุในเขตชุมชนเมือง สำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา สาขาอำเภอโชคชัย และพื้นที่ห่างไกลความเจริญบริเวณป่าชีวมณฑลสะแกราช
2. ศึกษาแหล่งปล่อยจุลธาตุที่สัมพันธ์กับสภาวะภูมิอากาศ
3. ศึกษาแหล่งปล่อยจุลธาตุที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศบริเวณป่าชีวมณฑลสะแกราช

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### สถานที่เก็บตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ทำการเก็บตัวอย่าง 2 แห่ง (ภาพที่ 1) ได้แก่ เขตชุมชนเมืองบริเวณสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา สาขาอำเภอโชคชัย และพื้นที่ห่างไกลความเจริญบริเวณป่าชีวมณฑลสะแกราช โดยที่บริเวณสำนักงานขนส่งจังหวัดนครราชสีมา สาขาอำเภอโชคชัย ทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศบนตาดฟ้าอาคารสูง 2 ชั้น ความสูงจากพื้นดินประมาณ 6 เมตร และสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช มีลักษณะเป็นป่าชีวมณฑล โดยทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศที่หอคอยที่ความสูง



ปริมาตรรวมของอากาศที่ไหลผ่านฟิลเตอร์แพคและนำไปคำนวณปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุในบรรยากาศ โดยการเก็บตัวอย่างจะเก็บตัวอย่างเป็นระยะเวลา 6 เดือน เดือนละ 7 วันต่อเนื่อง แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงกลางวันเวลา 6.00-18.00 น. และช่วงกลางคืนเวลา 18.00-6.00 น. โดยกำหนดให้อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 10 ลิตรต่อนาที ในการเก็บตัวอย่างทุกครั้งต้องบันทึกข้อมูลอัตราการไหลของอากาศ เลขมิเตอร์วัดอัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิ วันที่ และเวลาที่เก็บตัวอย่างอย่างละเอียดทุกครั้ง เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จให้ถอดฟิลเตอร์แพคออกจากชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ปิดจุกพาราฟิล์มหรือกระดาษกาวและใส่ในถุงซิปล็อคเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของตัวอย่างก่อนนำตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

### การวิเคราะห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างจะทำได้โดยวิธีการสกัดด้วยกรดร้อน ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้สารโลหะหลุดออกจากกระดาษกรองควอทซ์ โดยใช้สารละลาย 5.55% กรดไนตริก / 16.75% กรดไฮโดรคลอริก ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ แล้วนำไปตั้งบนเตาให้ความร้อน เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองสารสกัดที่ได้โดยใช้กรวยกรองบุคเนอร์และบีบดูดอากาศ ถ่ายสารสกัดที่ได้ในบีกเกอร์ไปยังขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรจนถึงขีดปรับปริมาตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรสโกปี โดยธาตุที่วิเคราะห์ได้แก่ Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb และ Zn

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### ข้อมูลเชิงอนุกรมวิธาน

ข้อมูลเชิงอนุกรมวิธานที่ทำการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ยังศึกษาทิศทางลมและความเร็วลมที่สัมพันธ์กับแหล่งปล่อยด้วย พบว่า ที่ป่าชีวมวลชลสะแกราช มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 26.0 °C ในเดือนกรกฎาคมและต่ำสุดเท่ากับ 21.5 °C ในเดือนธันวาคม มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 89% และปริมาณน้ำฝนสะสมสูงสุด 54.0 มิลลิเมตรในเดือนกันยายน ส่วนบริเวณเขตชุมชนเมืองอำเภอโชคชัย มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 28.3 °C ในเดือนกรกฎาคม และต่ำสุดเท่ากับ 26.6 °C ในเดือนธันวาคม มีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 83% ในเดือนกันยายน และปริมาณน้ำฝนสะสมสูงสุด 89.8 มิลลิเมตรในเดือนพฤศจิกายน ถึงแม้ว่าในเดือนพฤศจิกายนจะมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสะสมสูงสุดแต่เมื่อพิจารณาจำนวนความถี่ของวันที่มีฝนตกพบว่า ในเดือนพฤศจิกายนนั้นมีความถี่ต่ำกว่าในช่วงฤดูฝนอย่างเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายนที่มีจำนวนวันที่มีฝนตกมากกว่า ซึ่งจะส่งผลต่อการสะสมตัวของอนุภาคในบรรยากาศ และนั่นก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณความเข้มข้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลเชิงอุตุนิยมวิทยา

เดือน*	สะแกราช			โชคชัย		
	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ปริมาณน้ำฝน (mm)
กรกฎาคม	26.0	78	1.6	28.3	67	67.4
สิงหาคม	25.1	80	2.6	28.3	67	82.8
กันยายน	24.8	89	54.0	27.8	83	22.6
ตุลาคม	24.2	77	17.4	27.2	76	25.2
พฤศจิกายน	22.3	78	13.2	26.7	70	89.8
ธันวาคม	21.5	76	0.0	26.6	66	0.0

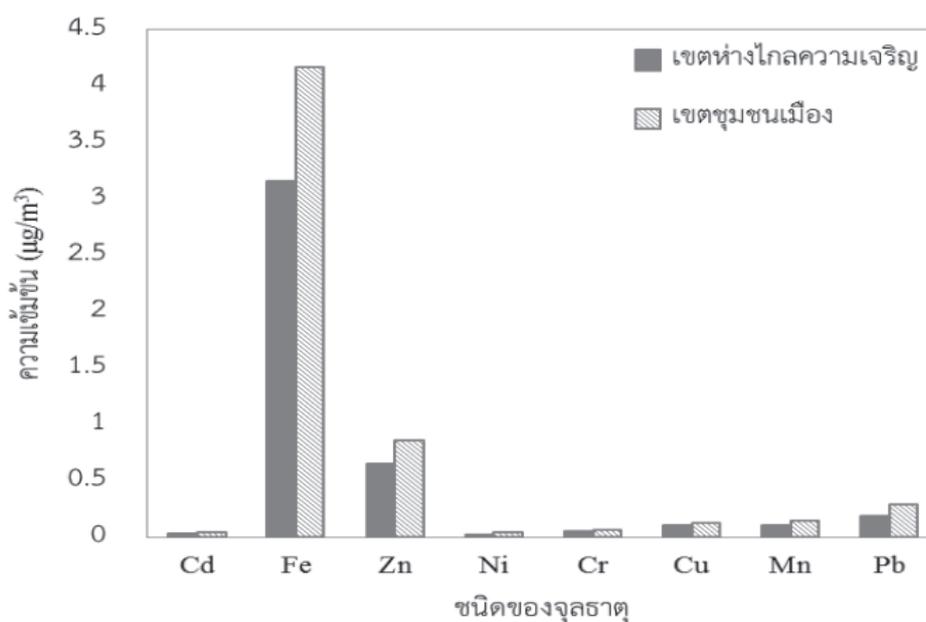
\*ข้อมูลปี พ.ศ. 2555 กรมอุตุนิยมวิทยา

### ความแตกต่างของปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายหกเดือนของจุลธาตุในเขตชุมชนเมืองและเขตห่างไกลความเจริญ

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายหกเดือนของจุลธาตุแสดงให้เห็นว่า ในเขตชุมชนเมืองบริเวณสถานีขนส่งจังหวัดนครราชสีมา สาขาอำเภอโชคชัย มีค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายหกเดือนสูงกว่าในเขตพื้นที่ห่างไกลความเจริญบริเวณเขตป่าชีวมณฑลสะแกราชในทุกชนิดของจุลธาตุที่ทำการตรวจวัด โดยมีค่าสูงกว่าประมาณ 1-2 เท่า โดยจุลธาตุที่มีค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด คือ เหล็ก รองลงมาคือ สังกะสี ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โครเมียม แคดเมียม และนิกเกิล ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายหกเดือนในเขตชุมชนเมืองบริเวณสถานีขนส่งจังหวัดนครราชสีมา สาขาอำเภอโชคชัยมีค่าเหล็ก  $4.17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  สังกะสี  $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ตะกั่ว  $0.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  แมงกานีส  $0.21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ทองแดง  $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$  โครเมียม  $0.041 \mu\text{g}/\text{m}^3$  แคดเมียม  $0.039 \mu\text{g}/\text{m}^3$  และนิกเกิล  $0.021 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ส่วนในเขตห่างไกลความเจริญบริเวณเขตป่าชีวมณฑลสะแกราชมีค่าเหล็ก  $3.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  สังกะสี  $0.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ม. ตะกั่ว  $0.18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  แมงกานีส  $0.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ทองแดง  $0.042 \mu\text{g}/\text{m}^3$  โครเมียม  $0.033 \mu\text{g}/\text{m}^3$  แคดเมียม  $0.027 \mu\text{g}/\text{m}^3$  และนิกเกิล  $0.011 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาแหล่งปล่อยมลพิษและสถานะทางภูมิอากาศพบว่า ทิศทางลมในเขตอำเภอเมืองโชคชัยส่วนใหญ่มีลักษณะการพัดพาจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือสู่ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีเขตอุตสาหกรรมสุรนารีตั้งอยู่ห่างออกไปจากเขตอำเภอโชคชัยประมาณ 30 กิโลเมตรตามระยะการกระจัด โดยประเภทอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นแหล่งกำเนิดของจุลธาตุประเภทต่างๆ ทั้งตะกั่ว เหล็ก ทองแดง เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการพัดพาของมลพิษส่งผลให้ในเขตอำเภอเมืองโชคชัยมีค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ

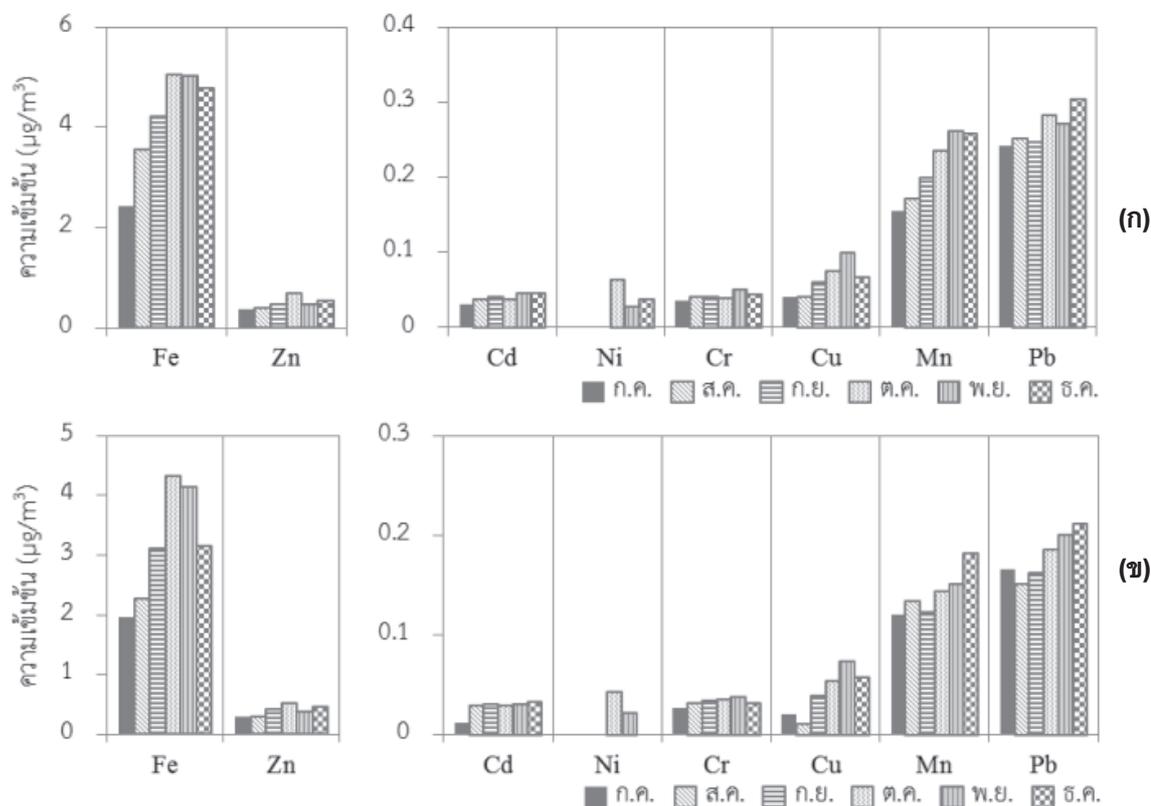
จุลธาตุสูงกว่าในเขตห่างไกลบริเวณป่าชิวมณฑลสะแกกราช และนอกจากนี้ปริมาณการจราจรยังทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นดินโดยรอบซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อค่าปริมาณความเข้มข้นด้วยเช่นกัน และในส่วนของพื้นที่ห่างไกลความเจริญในพื้นที่ป่าชิวมณฑลสะแกกราชที่ยังคงตรวจพบปริมาณจุลธาตุแต่ในปริมาณที่ต่ำกว่าในเขตชุมชนเมืองบริเวณอำเภอโซ่พิสัยเนื่องจากมีผลมาจากการพัดพาด้วยกระแสลมจากแหล่งกำเนิดในเมืองหรือจากเขตอุตสาหกรรม 304 ที่อยู่ห่างออกไปประมาณ 70 กิโลเมตร ซึ่งคาดว่าเป็นแหล่งปล่อยจุลธาตุที่สำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ นอกจากนี้ผลการศึกษาต่อไปจะช่วยบ่งชี้ถึงแนวโน้มของผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาในพื้นที่ป่าในระยะยาวได้ เนื่องจากฝุ่นโลหะหรือสารประกอบโลหะจะอยู่ในรูปของอนุภาคหรือสารประกอบอนุภาคก่อให้เกิดการสะสมของจุลธาตุในระบบนิเวศทั้งแบบแห้งและเปียก (รวมตัวกับน้ำฝนตกลงมา) (Dry and wet deposition) ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนในแหล่งน้ำและผิวดิน



**ภาพที่ 2** การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายหกเดือนของจุลธาตุ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคมระหว่างในเขตชุมชนเมืองอำเภอโซ่พิสัย และในเขตห่างไกลความเจริญบริเวณป่าชิวมณฑลสะแกกราช

### ความแปรปรวนของปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลธาตุในแต่ละเดือน

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลธาตุในแต่ละเดือนตลอดช่วงระยะเวลา 6 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ในบริเวณเขตอำเภอโชคชัย พบว่าในช่วงเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคมมีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน โดยธาตุ Fe, Zn และ Ni มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม ธาตุ Cr, Cu และ Mn มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และธาตุ Cd และ Pb มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม (ภาพที่ 3 ก) ) ส่วนผลของความเข้มข้นของจุลธาตุในบริเวณเขตทางไกลความเจริญในพื้นที่ป่าสะแกราชพบว่าในช่วงเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน เช่นเดียวกันกับในเขตชุมชนเมืองอำเภอโชคชัย โดยธาตุ Fe, Zn และ Ni มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม ธาตุ Cr และ Cu มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน และธาตุ Cd, Mn และ Pb มีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม (ภาพที่ 3 ข) ) เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์กับสภาวะภูมิอากาศพบว่า ในช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน เป็นช่วงเดือนที่อยู่ในฤดูฝนมีฝนตกประปรายตลอดทั้งเดือนซึ่งอาจจะส่งผลต่อค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยที่ลดลง เนื่องจากน้ำฝนจะเป็นตัวชะล้างอนุภาคในบรรยากาศ (Yunchao et al., 2007) ทำให้ค่าปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุในบรรยากาศลดลงและเป็นการลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นดินซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณความเข้มข้นที่ลดลง

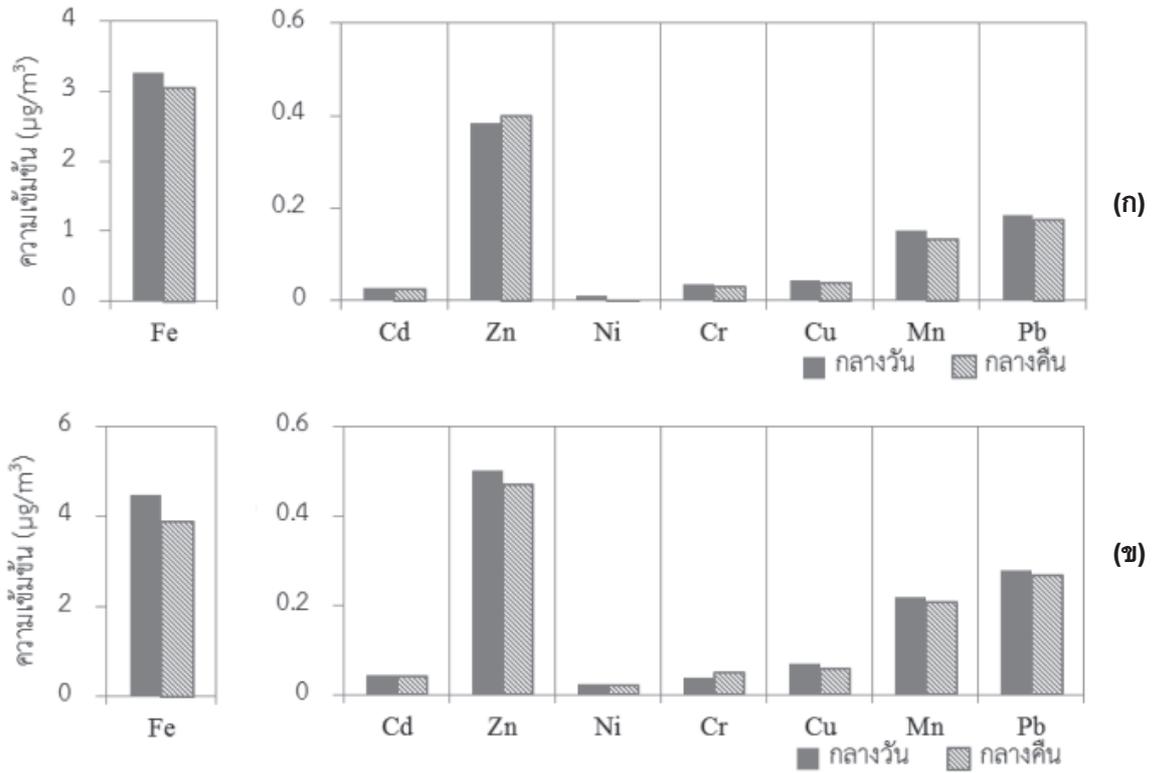


**ภาพที่ 3** การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายเดือนของจุลธาตุ ในช่วงระยะเวลา 6 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2555  
 ก) บริเวณเขตอำเภอเมืองโชคชัย  
 ข) บริเวณเขตห่างไกลความเจริญสะแกราช

### ความแปรปรวนของปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุในช่วงวัน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายเดือนของจุลธาตุในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืนพบว่า ค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลธาตุในช่วงเวลากลางวันส่วนมากมีค่าสูงกว่าในช่วงเวลากลางคืน ยกเว้น Zn ในเขตชุมชนเมืองบริเวณอำเภอโชคชัย และ Cr ในบริเวณเขตห่างไกลความเจริญในพื้นที่ป่าสะแกราช ซึ่งมีค่าปริมาณความเข้มข้นในช่วงกลางคืนสูงกว่าในช่วงเวลากลางวัน สาเหตุที่อาจส่งผลให้ช่วงเวลากลางวันสูงกว่ากลางคืน เนื่องจากในช่วงเวลากลางวันมนุษย์มีการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การคมนาคม การขนส่ง กระบวนการผลิต และการอุตสาหกรรม เป็นต้น มากกว่าในช่วงเวลากลางคืน

ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดและการพัดพาของจุลธาตุทำให้ค่าปริมาณความเข้มข้นสูงขึ้นนั่นเอง ส่วนธาตุ Zn และ Cr ซึ่งมีค่าในช่วงเวลากลางคืนสูงกว่าในช่วงเวลากลางวันอาจมีสาเหตุจากปริมาณการเกิด การพัดพา หรือการเคลื่อนย้ายจากแหล่งกำเนิด และปริมาณการจราจรที่ลดลง เป็นต้น (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายหกเดือนของจุลธาตุ ในช่วงเวลากลางวันและเวลากลางคืน  
 ก) บริเวณเขตอำเภอเมืองโซคชัย  
 ข) บริเวณเขตห่างไกลความเจริญในพื้นที่ป่าสะแกราช

## แหล่งปล่อยจุลธาตุที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความเข้มข้น

แหล่งกำเนิดหลักที่สำคัญของจุลธาตุในพื้นที่ที่ศึกษาเกิดได้จาก 2 แหล่งสำคัญ ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยแหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่น และฝุ่นดิน เป็นต้น มีอิทธิพลจากปัจจัยด้านการจราจรที่ส่งผลต่อการฟุ้งกระจายของฝุ่นดิน โดยถนนที่ผ่านจุดเก็บตัวอย่างบริเวณ อำเภอโชคชัย คือ ถนนราชสีมา-โชคชัย ส่วนถนนที่ผ่านบริเวณป่าชีวมณฑลสะแกราชคือทางหลวงหมายเลข 304 (ฉะเชิงเทรา-นครราชสีมา) ทั้งสองเส้นทางสามารถเป็นทางผ่านไปสู่ตัวอำเภอเมือง หรือจังหวัดอื่นๆ ข้างเคียงได้ ส่งผลให้มีการสัญจรของยานพาหนะอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maria et al., (2008) และ Kwangsam and David (2009) ที่ศึกษาพบว่า แหล่งกำเนิดของ Fe และ Mn มักเกี่ยวข้องกับการจราจร การคมนาคมขนส่ง และการฟุ้งกระจายของฝุ่นดินเป็นหลัก นั้นเป็นสาเหตุทำให้มีการตรวจพบธาตุ Fe และ Mn ในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ กิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง และการปล่อยจากยานพาหนะ เป็นต้น โดยพื้นที่ใกล้เคียงสถานที่เก็บตัวอย่างนั้นมีเขตอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และชิ้นส่วนยานยนต์ตั้งอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดย Ni Cr และ Cu มีแหล่งปล่อยจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรมเป็นหลัก โดยอุตสาหกรรมที่ส่งผล ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมผลิตและประกอบเครื่องจักร เป็นต้น (Maria et al., 2008) นอกจากนี้ Cu เป็นส่วนประกอบหนึ่งของผ้าเบรก และถูกปล่อยออกมาจากยานพาหนะ (Kwangsam and David, 2009; Tasdemir et al., 2006) ส่วน Pb Zn และ Cd จะเกี่ยวข้องกับการปล่อยจากยานพาหนะและอุตสาหกรรม (Yucel et al., 2006) โดย Zn ใช้เป็นสารเติมแต่งในน้ำมันรถยนต์ (Kwangsam and David, 2009)

## สรุปผลการทดลอง

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของจุลธาตุในเขตชุมชนเมืองมีค่าสูงกว่าในเขตห่างไกลความเจริญในทุกชนิดของจุลธาตุที่ทำการตรวจวัด โดยมีค่ามากกว่าประมาณ 1-2 เท่า ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของจุลธาตุที่ตรวจพบมากที่สุดคือ เหล็ก รองลงมาคือ สังกะสี ตะกั่ว แมงกานีส ทองแดง โครเมียม แคดเมียม และนิกเกิล ตามลำดับ เนื่องจากในเขตชุมชนเมืองอยู่ใกล้กับเขตอุตสาหกรรมซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของจุลธาตุทำให้เกิดการพัดพาหรือแพร่กระจายออกไปโดยลมซึ่งมีทิศทางที่สอดคล้องกัน นอกจากนี้ การจราจร การคมนาคมขนส่ง กิจกรรมของมนุษย์ และปริมาณน้ำฝนก็ส่งผลต่อค่าปริมาณความเข้มข้นเช่นกัน โดยเห็นได้จากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายนค่าปริมาณความเข้มข้นมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคมเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน และในช่วงกลางวันมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าในช่วงกลางคืนซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลของกิจกรรมของมนุษย์ที่มีมากกว่า อย่างไรก็ตามค่าความเข้มข้นจุลธาตุนั้นจะมีอันตรายมากเมื่อได้รับในปริมาณที่สูงหรือสะสมเป็นระยะเวลาอันยาวนานและยังไม่มีมาตรฐานที่รองรับอย่างครอบคลุม

## ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษานี้สามารถไปใช้ในการวิเคราะห์และประเมินสถานภาพมลพิษ รวมทั้งขอบเขตความรุนแรงของสภาพปัญหาและผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อกำหนดมาตรการที่เหมาะสมและจำเป็นสำหรับการลดและกำจัดมลพิษ โดยอาจมีการควบคุมและลดปริมาณการปล่อยจากแหล่งกำเนิด และบริหารจัดการมลพิษให้เหมาะสมกับศักยภาพการรองรับมลพิษของพื้นที่

## เอกสารอ้างอิง

- García, R., Belmont, R., Pasilla, H., Torres, Ma. Del C. & Baez, A.P. (2009). Determination of inorganic ions and trace elements in total suspended particles at three urban zones in the Mexico City Metropolitan Area and one rural site. *Atmospheric Research*, 94, 313-319.
- Kwangsam, N. & David R. C. (2009). Characterization and source identification of trace elements in PM 2.5 from Mira Loma, Southern California. *Atmospheric Research*, 93, 793-800.
- Maria, R., Rosa, C., Maria, M., Serena, S., & Serena, T. (2008). Trace elements in daily collected aerosol: Level characterization and source identification in a four-year study. *Atmospheric Research*, 89, 206-217.
- Shridhar, V., Khillare, P.S., Agarwal T. & Ray S. (2010). Metallic species in ambient particulate matter at rural and urban location of Delhi. *Journal of Hazardous Materials*, 175, 600-607.
- Tasdemir, Y., Kural, C., Cindoruk, S.S. & Vardar, N. (2006). Assessment of trace element concentrations and their estimated dry deposition fluxes in an urban atmosphere. *Atmospheric Research*, 81, 17-35.
- Vijayanand, C., Rajaguru, P., Kalaiselvi, K., Panneer Selvam, K. & Palanivel, M. (2008). Assessment of heavy metal contents in the ambient air of the Coimbatore city, Tamilnadu, India. *Journal of Hazardous Materials*, 160, 548-533.

- Yucel, T., Can, K., Siddik, S. C. & Nedim, V. (2006). Assessment of trace element concentrations and their estimated dry deposition fluxes in an urban atmosphere. *Atmospheric Research*, 81, 17-35.
- Yunchao, H., Zhigang, G., Zuosheng, Y., Ming, F. & Jialiang, F. (2007). Seasonal variations and sources of various elements in the atmospheric aerosols in Qingdao, China. *Atmospheric Research*, 85, 27-37.

### คณะผู้เขียน

#### นางสาววราฐ ครองสัตย์

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140  
e-mail: boat\_\_td@hotmail.com

#### รองศาสตราจารย์ ดร.พจนีย์ ชุ่มมงคล

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

#### รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล อัครพิศิษฐ์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
126 ถนนประชาธิปไตย แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140