

การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย
ภายในร้านถ่ายเอกสาร บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

Health Risk Assessment of Volatile Organic Compounds
Exposure in Photocopy Shops at Kasetsart University
Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus

ดวงฤทัย ธาตุวิสัย¹, รัตติยากร โคตรมี¹, ศิรินันท์ พลพันธ์ขาง¹,
และสาธินี ศิริวัฒน์^{2*}

Thatwisai, D.¹, Khodmee, R.¹, Polpankhang, S.¹, & Siriwat, S.^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสารและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ทำการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย 3 ชนิด ได้แก่ เบนซีน โทลูอิน และไซลีน โดยเครื่องตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย (RAE SYSTEMS รุ่น ppbRAE 3000) ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของเบนซีนมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ 0.5 ppm ความเข้มข้นเฉลี่ยของไซลีนและโทลูอินมีค่าไม่เกิน

¹นิสิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000
Student, Faculty of public health, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province
Campus, Sakon Nakhon, 47000

²อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร 47000
Lecturer, Faculty of public health, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province
Campus, Sakon Nakhon, 47000

*Corresponding Author E-mail: Satinee.siri@hotmail.com

ค่ามาตรฐานขององค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดที่ 0.5 100 และ 50 ppm ตามลำดับ ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้ง 3 ร้าน ไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพจากการรับสัมผัสทางการหายใจ พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในร้านถ่ายเอกสารมีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารเบนซีน ไซลีน และโทลูอีน อยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ (HI = 7.4339, 7.7551 และ 3.9614) ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและการระบายอากาศภายในร้านถ่ายเอกสารจะช่วยลดการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายขณะทำงาน

คำสำคัญ: สารอินทรีย์ระเหยง่าย ร้านถ่ายเอกสาร การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ

Abstract

The objectives of this study were a cross-sectional study. There were to investigate the content of volatile organic compounds in the photocopying stores and to assess the health risk assessment to volatile organic compounds of photocopying store staff at Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus. Three types of volatile organic compounds were measured including benzene, toluene and xylene by volatile organic compound measuring instrument (RAE SYSTEMS model ppbRAE 3000). The results showed that the average concentration of benzene exceeded at 0.5 ppm, the average concentration of xylene and toluene did not exceed ACGIH's standard criteria at 100 and 50 ppm, respectively. There was no difference among three photocopying stores with a statistical significance ($p > 0.05$). By assessing the health risk of respiratory exposure to volatile organic compounds, it was found that staff in all three photocopying stores had health risk of exposure to benzene, xylene and toluene at unacceptable level (HI = 7.4339, 7.7551 and 3.9614). Therefore, staff should wear personal protective equipment and the ventilation in copy shops will reduce the exposure of volatile organic compounds while working.

Keywords: Volatile organic compounds, Photocopy shop, Health risk assessment

1. บทนำ

หน่วยงานภาครัฐภาคเอกชน รวมถึงมหาวิทยาลัย มีความเกี่ยวข้องกับงานด้านเอกสารเป็นส่วนใหญ่และในบางครั้งจำเป็นต้องผลิตเอกสารจำนวนมาก ซึ่งเครื่องพิมพ์ใช้เวลานานในการพิมพ์เอกสารแต่ละครั้งและได้เอกสารจำนวนน้อยไม่ทันต่อการใช้งานในช่วงเวลาเร่งรีบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องถ่ายเอกสารเพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานและทันต่อเวลา โดยเฉพาะในงานด้านการศึกษา ทั้งการเรียนการสอน ซึ่งนิสิตหรือนักศึกษา และอาจารย์ผู้สอน รวมไปถึงเจ้าหน้าที่บุคลากรทางด้านการศึกษาที่มีความจำเป็นต้องใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน รวมไปถึงในการติดต่อราชการต่าง ๆ จึงพบว่าร้านถ่ายเอกสารมีการเปิดให้บริการกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในบริเวณรอบ ๆ มหาวิทยาลัย ซึ่งภายในร้านถ่ายเอกสารแต่ละร้าน มิได้มีเพียงเครื่องถ่ายเอกสารยังประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์เอกสาร เครื่องเคลือบบัตร เป็นต้น โดยร้านถ่ายเอกสารแต่ละร้านมีการให้บริการอย่างหลากหลาย ได้แก่ งานถ่ายเอกสาร พิมพ์เอกสาร ผลิตเอกสารทั้งงานสีและงานขาวดำ เคลือบบัตร ฯลฯ โดยส่วนใหญ่งานถ่ายเอกสารเป็นการให้บริการหลักของร้านถ่ายเอกสาร โดยสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นจากเครื่องถ่ายเอกสาร ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ผงหมึก คาร์บอนและพลาสติกเรซิน ก๊าซโอโซนและสารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น นอกจากนี้ ร้าน

ถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มักมีการใช้เครื่องปรับอากาศภายในร้าน เพื่อความสะดวกสบายในการให้บริการแก่ลูกค้า ส่งผลต่อการระบายอากาศภายในร้านถ่ายเอกสาร จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายบริเวณร้านถ่ายเอกสาร บริเวณมหาวิทยาลัย มีค่าเกินข้อกำหนดของ US.EPA ถึง 14 เท่า (กรกมล แก้วม่วงและคณะ, 2559) นอกจากนี้การศึกษาชนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปลดปล่อยออกมาจากร้านถ่ายเอกสารและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของพนักงานร้านถ่ายเอกสารพบความเข้มข้นของสารโพลูอินมากที่สุด และพนักงานร้านถ่ายเอกสารมีความเสี่ยงต่อการได้รับสารก่อโรคมะเร็ง (ศุภนุช รสจันทร์ และ อังกศิริ ทิพยารมณ, 2557) ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานภายในร้านถ่ายเอกสารเป็นประจำสามารถรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปริมาณสูงและอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงอันตรายจากการรับสัมผัสสารมลพิษทางอากาศในขณะปฏิบัติงานและปัญหาสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติงานประจำ และต่อเนื่องเป็นระยะเวลาเวลานาน การตรวจวัดหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสารและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในร้านถ่ายเอกสารจึงมีความ

จำเป็นอย่างมาก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและลดความเสี่ยงจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในการทำงานต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสารบริเวณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
2. เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาสำรวจภาคตัดขวาง (Descriptive cross-sectional study) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและทำการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสาร บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้านี้ ทำการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสาร ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างจากร้านถ่ายเอกสารที่อยู่

บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร จากการสำรวจร้านถ่ายเอกสาร ในเดือนสิงหาคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 7 ร้าน ซึ่งผ่านเข้าเกณฑ์การคัดเลือกของงานวิจัย แต่มีร้านถ่ายเอกสารจำนวน 3 ร้าน ที่อนุญาตให้เข้าทำการเก็บข้อมูลการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 216 ตัวอย่าง โดยตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เบนซีน ไซลีน และโทลูอีน โดยเก็บตัวอย่างทุก ๆ 1 ชั่วโมง ต่อเนื่องกัน 8 ชั่วโมง

การสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยทำการเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกที่กำหนดไว้เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. เป็นร้านถ่ายเอกสารที่มีเครื่องถ่ายเอกสารภายในร้านมากกว่า 2 เครื่องขึ้นไป
2. เป็นร้านที่เปิดให้บริการอย่างน้อย 8 ชั่วโมงต่อวัน
3. เป็นร้านถ่ายเอกสารที่ยินยอมให้ดำเนินการตรวจวัดได้ตลอดระยะเวลาการศึกษา

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือในการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย แสดงดังภาพที่ 1
2. แบตเตอรี่และแท่นชาร์จ
3. ถังแก๊ส Isobutene
4. แบบบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 1 เครื่องตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย ยี่ห้อ RAE SYSTEMS รุ่น ppbRAE 3000

การเก็บข้อมูล

1. ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่จะใช้เป็นสถานที่เก็บตัวอย่าง
2. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ และทำการชาร์จเครื่องมือ พร้อมทดสอบการใช้งาน
3. ลงพื้นที่เก็บข้อมูลสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

4. การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยมีระยะห่างจากมุมห้อง หน้าต่าง กำแพง ฉากกั้นห้อง ตู้เอกสารอย่างน้อย 0.5 เมตร มีระยะห่างจากประตูเข้า – ออก อย่างน้อย 2.0 เมตร ไม่อยู่ในทิศทางที่มีการระบายอากาศ เข้า – ออก เช่น หน้าพัดลมดูดอากาศ หน้าเครื่องปรับอากาศ ไม่ตั้งในจุดที่เป็นทางเดินหรือกีดขวางทางเข้า – ออก และมีระยะห่างอย่างน้อย 1.0 เมตร จากแหล่งกำเนิดมลพิษ ได้แก่ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เอกสาร ทั้งนี้ขณะทำการตรวจวัดอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้จะอยู่สูงจากพื้นอย่างน้อย 1.5 เมตร

5. ทำการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย (ยี่ห้อ RAE รุ่น ppbRAE3000) ทำการตรวจวัดจำนวน 3 ชั่วโมง

6. บันทึกผลการตรวจวัดและบันทึกสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เช่น จำนวนผู้ใช้บริการ สภาพอากาศ กิจกรรมต่าง ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลข้อมูล

1. การศึกษาครั้งนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย ค่ากลาง ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ F-test เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ได้จากตรวจวัด

2. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงาน วิธีการประเมินความเสี่ยงเป็นไปตามวิธีการของ U.S. EPA (1989) โดยวิธีการประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การบ่งชี้สิ่งคุกคาม (Hazard identification) การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เบนซีน ไซลีน และโทลูอีน

2. การประเมินการสัมผัส (Exposure assessment) สารเบนซีน ไซลีน และโทลูอีนเป็นสารที่อันตรายและมีความเป็นพิษมาก ซึ่งเบนซีนถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็ง ส่วนโทลูอีนและไซลีนเป็นถูกจัดว่าเป็นสารไม่ก่อมะเร็ง โดยค่ามาตรฐานสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน (AGCIH, 2019) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ตารางแสดงค่ามาตรฐานสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

ชนิดสารอินทรีย์ ระเหยง่าย	ACGIH (ppm)
	TLV-TWA
เบนซีน	0.5
ไซลีน	100
โทลูอีน	50

- การประเมินขนาดสัมผัสกับผลกระทบที่เกิดขึ้น (Dose -response assessment) โดยประเมินทั้งความเสี่ยงต่อการก่อมะเร็ง (Cancer risk) และความเสี่ยงต่อการไม่ก่อมะเร็ง (Non -

cancer risk) ซึ่งการคำนวณ Lifetime average daily dose (LADD) และ ค่า Average daily does (ADD) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$LADD/ADD \text{ (mg/kg-day)} = \frac{C \times IR \times ED}{BW \times AT}$$

โดยที่ C คือ ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (เบนซีน ไซลีน และโทลูอีน) บุคคลสัมผัสในอากาศ (mg/m^3), IR คือ อัตราการหายใจ, แบ่งตามช่วงอายุ (m^3/day), ED คือ ช่วงเวลาการได้รับสัมผัส, (day), BW คือ น้ำหนักเฉลี่ย, BW (kg), AT คือ ระยะเวลาสัมผัสเฉลี่ย, 70×365 day สำหรับสารก่อมะเร็งและสำหรับสารไม่ก่อมะเร็ง AT = ED (day) (U.S. EPA, 1989)

- การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk characterization)

Hazard quotient (HQ) Cancer risk = LADD \times SF

Hazard quotient (HQ) Non-cancer risk = ADD / R_fC

โดยที่ LADD และ ADD คือ ปริมาณสารก่อมะเร็งและสารไม่ก่อมะเร็งเฉลี่ยที่ได้รับต่อวัน ตามลำดับ (มก./ลบ.ม.), SF คือ Slope factor, เบนซีน เท่ากับ $0.0273 \text{ mg/kg/day}^{-1}$, R_fC คือ Reference concentration: ไซลีน เท่ากับ 0.1 mg/m^3 และโทลูอีน 5 mg/m^3 (Masilu Daniel Masekameni et al, 2018)

Hazard Index (HI) = $HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n$

Hazard Index ≤ 1 ความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

Hazard Index > 1 ความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้

4. ผลการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร พบว่า พนักงานประจำที่ปฏิบัติงานภายในร้านถ่ายเอกสารรวม 3 ร้านมีจำนวน 6 คน เพศหญิง (ร้อยละ 66.67) มีอายุระหว่าง 30 – 34 ปี (ร้อยละ 33.33) และมีอายุระหว่าง 40 – 44 ปี (ร้อยละ 33.33) ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษา (ร้อยละ 66.67) รองลงมา มีระดับศึกษา ปวช./ปวส. (ร้อยละ 33.33) พนักงานส่วนใหญ่มีพฤติกรรมไม่สวมหน้ากากผ้า/หน้ากากอนามัย/หน้ากากนิรภัยปิดจมูกขณะปฏิบัติงาน ร้อยละ 83.33 และพนักงานทุกคนไม่สวมถุงมือ แวนตา และรองเท้าผ้าใบหรือรองเท้าหุ้มส้นขณะปฏิบัติงาน คิดเป็นร้อยละ 100 ร้านถ่ายเอกสารเปิดให้บริการเวลา 08.00 – 18.00 น. คิดเป็นร้อยละ 66.67 มีเครื่องถ่ายเอกสารหรือเครื่องที่ให้บริการในร้านถ่ายเอกสารจำนวน 5 - 9 เครื่อง (ร้อยละ 66.67) ทุกร้านไม่มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ แต่จะเปิดหน้าต่างประตู และเปิดพัดลมตลอดเวลาให้บริการ

จากการตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของเบนซีน ไซลีน และโทลูอิน ของร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ร้าน ได้แก่ ร้าน A B และ C เทียบกับค่ามาตรฐานสามารถสรุปผลได้ดังนี้ ความเข้มข้นเฉลี่ยของเบนซีน เท่ากับ 0.692 ± 0.222 ppm, 0.846 ± 0.454 ppm และ 0.522 ± 0.234 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานขององค์กรนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐแห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienists : ACGIH) กำหนดที่ 0.5 ppm ความเข้มข้นเฉลี่ยของไซลีนจากร้านถ่ายเอกสาร A B และ C เท่ากับ 0.126 ± 0.138 ppm, 0.229 ± 0.238 ppm และ 0.176 ± 0.072 ppm ตามลำดับ มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของ ACGIH ซึ่งกำหนดที่ 100 ppm และความเข้มข้นเฉลี่ยของโทลูอินจากร้าน A B และ C เท่ากับ 0.115 ± 0.060 ppm, 0.180 ± 0.102 ppm และ 0.190 ± 0.11 ppm ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของ ACGIH กำหนดที่ 50 ppm

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS พบว่า ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของเบนซีน ไซลีน และโทลูอิน ของทั้ง 3 ร้านไม่แตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.271, 0.450 และ 0.670 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

แสดงความเข้มข้นเฉลี่ยของเบนซีน ไฮลีน และโทลูอิน

สาร	ร้าน	Mean \pm S.D. (Max - Min)		F-test	Sig.
		(ppm)	Median		
เบนซีน	A	0.692 \pm 0.222 (0.962 - 0.289)	0.743	1.636	0.27 1
	B	0.846 \pm 0.454 (1.775 - 0.235)	0.827		
	C	0.522 \pm 0.234 (0.988 - 0.056)	0.466		
ไฮลีน	A	0.126 \pm 0.138 (0.720 - 0.012)	0.094	0.914	0.45 0
	B	0.229 \pm 0.238 (0.734 - 0.004)	0.118		
	C	0.176 \pm 0.072 (0.296 - 0.002)	0.184		
โทลูอิน	A	0.115 \pm 0.060 (0.206 - 0.008)	0.107	0.428	0.67 0
	B	0.180 \pm 0.102 (0.333 - 0.002)	0.17		
	C	0.190 \pm 0.11 (0.374 - 0.002)	0.183		

หมายเหตุ: ค่ามาตรฐานเบนซีน = 0.5 ppm, ไฮลีน = 100 ppm และโทลูอิน = 50 ppm เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานเป็นไปตามวิธีการของ U.S. EPA (1989) โดยประเมินทั้งความเสี่ยงต่อการก่อมะเร็ง (Cancer risk) และความเสี่ยงต่อการไม่ก่อมะเร็ง (Non-cancer risk) ของพนักงานที่ปฏิบัติงานในร้าน A B และ C สามารถสรุปผลการประเมินความเสี่ยงได้ดังนี้ เบนซีนจัดเป็นสารก่อ

มะเร็ง มีปริมาณการได้รับสัมผัสสารต่อวัน เท่ากับ 0.1637, 0.3151 และ 0.1099 mg/m³ ตามลำดับ ไฮลีนจัดว่าเป็นสารที่ไม่ก่อมะเร็ง มีปริมาณการได้รับสัมผัสสารต่อวัน เท่ากับ 0.7385, 0.7676 และ 0.3874 mg/m³ ตามลำดับ และโทลูอินจัดว่าเป็นสารที่ไม่ก่อมะเร็ง มีปริมาณการได้รับสัมผัสสารต่อวัน เท่ากับ 0.2227, 0.3532 และ 0.4223 mg/m³ ตามลำดับ และมีค่า ค่า Hazard Index (HI) ของการสัมผัส สารเบนซีน ไฮลีนและโทลูอิน ของร้าน A B และ C เท่ากับ 7.4339, 7.7551 และ 3.9614 ตามลำดับ จากผลการศึกษาการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ร้าน มีค่า HI > 1 ดังนั้น พนักงานประจำร้านถ่ายเอกสารมีโอกาสเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีน ไฮลีน และโทลูอิน อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจวัดและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานร้านถ่ายเอกสารที่ได้รับต่อวัน

ร้าน	สาร	ความเข้มข้น (mg/m ³)	ปริมาณสารที่ได้รับต่อวัน (mg/m ³)	
			สารก่อมะเร็ง	สารไม่ก่อมะเร็ง
A	เบนซีน	3.0675	0.1637	-
	ไฮลีน	2.5700	-	0.7385
	โทลูอิน	0.7750	-	0.2227
	เบนซีน	5.5475	0.3151	-

B	ไซลีน	3.0450	-	0.7676
	โทลูอีน	1.2425	-	0.3532
	เบนซีน	3.0600	0.1099	-
C	ไซลีน	1.2775	-	0.3874
	โทลูอีน	1.3925	-	0.4223

หมายเหตุ: ความเข้มข้นที่ 95 Percentile

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานร้านถ่ายเอกสาร

ร้าน	สาร	Hazard Quotient (HQ)	Hazard Index (HI)
A	เบนซีน	0.0044	7.4339
	ไซลีน	7.3850	
	โทลูอีน	0.0445	
B	เบนซีน	0.0085	7.7551
	ไซลีน	7.6760	
	โทลูอีน	0.0706	
C	เบนซีน	0.0029	3.9614
	ไซลีน	3.8740	
	โทลูอีน	1.3925	

หมายเหตุ: ความเข้มข้นที่ 95 Percentile

5. อภิปรายผล

การศึกษาหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสารบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร เมื่อนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดไปเทียบกับค่ามาตรฐาน ACGIH พบว่า ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของเบนซีนเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดทั้ง 3

ร้าน ส่วนค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของไซลีนและโทลูอีนของทั้ง 3 ร้านไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด โดยพบว่าร้าน B มีค่าเข้มข้นเฉลี่ยของสารทั้ง 3 ชนิดสูงกว่าร้านอื่น อาจเนื่องจากเป็นร้านถ่ายเอกสารที่มีขนาดเล็กและมีพื้นที่ค่อนข้างแคบ มีเครื่องถ่ายเอกสารให้บริการภายในร้านจำนวนมากตั้งอยู่ชิดติดกัน และมีระบบการระบายอากาศไม่ดี เนื่องจากไม่มีการติดตั้งพัดลมดูดอากาศภายในร้าน ทำให้มีการสะสมของสารอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของกรกมล แก้วม่วงและคณะ (2559) โดยศึกษาสารอินทรีย์ระเหยง่ายในขณะถ่ายเอกสาร ซึ่งเกินข้อกำหนดของ U.S. EPA ถึง 14 เท่าและพบว่าค่าเฉลี่ยรายชั่วโมงสูงกว่าข้อกำหนด อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ ศุภานุ รสจันทร์และ อังค์ศิริ ทิพย์ารมณ (2557) ที่ทำการศึกษาในช่วงที่มีการเรียนการสอนปกติช่วงก่อนสอบและช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ โดยพบว่าโทลูอีนเป็นสารที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารตัวอื่นๆ อาจเนื่องมาจากชนิดของหมึกพิมพ์ที่มีความแตกต่างกัน ระยะเวลาการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร ปริมาณการถ่ายเอกสาร และจำนวนเครื่องถ่ายเอกสารที่ใช้งาน และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม อีกทั้งหากร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ร้านไม่มีระบบระบายอากาศหรือไม่มีพัดลมระบายอากาศที่พร้อมใช้งานจะทำให้มลสารสะสมอยู่ภายในร้านได้ยาวนานและเพิ่มมากขึ้น

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงาน

ร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ร้าน บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร พบว่าพนักงานประจำร้านถ่ายเอกสารมีโอกาสเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเบนซีน ไซลีน และโทลูอิน อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ โดยการศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเบนซีน โทลูอินและไซลีน ที่ตรวจพบในอากาศผ่านการสัมผัสทางการหายใจเท่านั้น ซึ่งผลการศึกษต่างจากการการศึกษาของ เกษศิริพันธ์ เอี่ยมโพธิ์ (2557) ซึ่งทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสาร benzene, toluene, ethylbenzene และ xylenes ในร้านถ่ายเอกสาร พบว่ามีโอกาสเป็นโรคมะเร็งจากการได้รับสัมผัสเบนซีนได้ค่อนข้างน้อย ส่วนความเสี่ยงต่อการไม่ก่อมะเร็งพบว่าไม่มีความเสี่ยง และการศึกษาของ นพนนท์ นานคงแนบและคณะ (2558) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานร้านถ่ายเอกสารพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ $HI < 1$

นอกจากนี้ยังพบว่า พฤติกรรมการทำงาน ของพนักงานร้านถ่ายเอกสารมีส่วนสำคัญในการได้รับสัมผัสกับสารอินทรีย์ระเหยง่าย เนื่องจากพนักงานส่วนใหญ่ไม่สวมถุงมือ แว่นตา และหน้ากากป้องกันสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของทรงฤทธิ์ ทองมีขวัญและคณะ (2560) พบว่า ควรเพิ่มความรู้และการรับรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในร้านถ่ายเอกสารให้มากขึ้น โดยเฉพาะการใช้ อุปกรณ์ป้องกันอันตราย

6. สรุปผล

การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายภายในร้านถ่ายเอกสาร บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร โดยการตรวจวัดปริมาณสารเบนซีน ไซลีนและโทลูอิน พบว่าสารเบนซีนมีค่าเกินค่ามาตรฐานและจากการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านถ่ายเอกสารมีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย (เบนซีน ไซลีนและโทลูอิน) อยู่ในค่าที่ยอมรับไม่ได้ ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการปฏิบัติงาน ได้แก่ การสวมอุปกรณ์ป้องกัน การมีระบบระบายอากาศภายในร้านถ่ายเอกสาร การใช้วัสดุหรือหมึกพิมพ์ที่มีส่วนประกอบที่มีความอันตรายต่ำ เพื่อเป็นการลดการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย และเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้ปฏิบัติงาน การศึกษานี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ปฏิบัติงานในร้านถ่ายเอกสาร เนื่องจากทำให้ทราบถึงอันตรายและวิธีการปฏิบัติตนเพื่อลดการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ยังมีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กและทำการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวน 3 ชนิดเท่านั้น (เบนซีน ไซลีนและโทลูอิน) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิจัยครั้งต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าของกิจการร้านถ่ายเอกสารที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลอย่างดียิ่งและขอขอบคุณคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อมในการศึกษาครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- กรกมล แก้วม่วง, จุติพร ตะน้อย, เอกรัช ชมภูทับ, มนัสนันท์ พิบาลวงศ์, ฉวีวรรณ อินทรกุล, วันดี นิลส รารณจิต และรจฤดี โชติกาวิ นทร์. (2559). ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในร้านถ่ายเอกสาร. *นเรศวรวิจัย ครั้งที่12: วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ*. 686-694.
- เกษศิริรินทร์ เอี่ยมโพธิ์. (2557). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสสารกลุ่ม BTEX จากเครื่องถ่ายเอกสาร. *Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University*. ปีที่ 1 ฉบับที่ 4 เดือนกรกฎาคม – สิงหาคม 2557. 1-16.
- ทรงฤทธิ์ ทองมีขวัญ, วรวรรณ จันทร์เมือง, ทิพย์สุคนธ์ กิจรุ่งโรจน์และวิกานดา หมดอะดัม. การรับรู้ความเสี่ยงอันตรายจากเครื่องถ่ายเอกสาร และพฤติกรรมการป้องกันของพนักงานถ่ายเอกสาร. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้. ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2560*. 28-44.
- นพนันท์ นานคงแนบ, พรพิมล กองทิพย์, มัตติกา ยงประเดิมและดุสิต สุจิรารัตน์. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของพนักงานร้านถ่ายเอกสารบางแห่งในกรุงเทพมหานคร. *วารสารสาธารณสุขฉบับพิเศษ 2558*. 90-103.
- ศุภานุ รสจันทร์และ อังค์ศิริ ทิพยารมณ. (2559). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ จากการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากเครื่องถ่ายเอกสาร. การประชุมการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15: 50 ปี มข.แห่งการอุทิศเพื่อสังคม; 28 มีนาคม 2557; มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น; มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2557. 971-976.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists : ACGIH. (2019). Threshold Limit Values for Chemical Substances in the Work Environment. Adopted by ACGIH® with Intended Changes. retrieved April 25, 2019, from <http://www.acgih.org/>.

Masekameni, Raeesa Moolla, Mary
Gulumian and Derk Brouwer.2018.
Risk Assessment of Benzene,
Toluene, Ethyl Benzene,
and Xylene Concentrations from
the Combustion of Coal in a
Controlled Laboratory Environment.
Int. J. Environ. Res. Public Health. 1-
18.

United Stated Environmental Protection
Agency. (1989). Integration Risk
Information System. retrieved
March 13, 2019, from
<http://www.epa.gov/subst/0104.htm>.