

การตรวจวัดฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ในห้องปูพรมและ
ไม่ปูพรม: กรณีศึกษาคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
The monitoring of TSP and PM10 in carpeted and non carpeted rooms:
Case study of Faculty of Environment and Resource Studies,
Mahidol University

สยาม อรุณศรีมรคต^{1,*} และชิงชัย เมธพัฒน์²
Sayam Aroonsrimorakot^{1,*} and Chingchai Methaphat²

¹คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

²คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University

²Faculty of Public Health, Burapha University

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพอากาศในห้องที่ปูพรมและไม่ปูพรม ในคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยศึกษาเปรียบเทียบจากห้องที่ปูพรมมากกว่า 5 ปี ห้องที่ปูพรมมาไม่เกิน 5 ปี และห้องที่ไม่ปูพรม โดยแต่ละห้องมีการเก็บตัวอย่างอากาศตามระดับความสูง 3 ระดับ คือ 30, 80 และ 160 เซนติเมตร ซึ่งการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยการวัด 2 พารามิเตอร์คือ ความเข้มข้นฝุ่นละอองรวม (total suspended particulate, TSP) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล (เก็บตัวอย่าง TSP) และอุปกรณ์ไซโคลน (เก็บตัวอย่าง PM10) ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าห้องที่ปูพรมมีความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มากกว่าห้องที่ไม่ปูพรม ซึ่งแปรผันตามอายุการใช้งานของพรม

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองรวม, ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน, ห้องปูพรม

Abstract

The comparison of air quality between carpeted and non-carpeted rooms at the Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University among rooms carpeted over 5 years, less than 5 years and non-carpeted rooms was investigated. Air samples were collected at 3 different heights: 30, 80 and 160 centimeters above the floor. Samples were then measured for total suspended particulate (TSP) and particulate matter which has a diameter less than 10 μm (PM10). Equipment used in this study included the following: 1) personal air pump for collecting total suspended particulate (TSP) and 2) personal air pump with cyclone (cut-size unit) for collecting particulate matter which has diameter less than 10 μm (PM10). It was found that the amount of TSP and PM10 collected from rooms with carpet was less than the TSP and PM10 from non-carpeted rooms. It varies to the using time of carpet.

Keywords: TSP, PM10, carpeted room

Article history: Received 16 May 2016, Accepted 14 July 2016

*Corresponding author; e-mail: sayamaroonsrimorakot@gmail.com

การเก็บตัวอย่างโดยใช้กระดาษกรองชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC) ยี่ห้อ SKC เส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ขนาดรูพรุน 5 ไมโครเมตร ที่ผ่านการอบในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (W_i) และหลังเก็บตัวอย่าง (W_f) ด้วยเครื่องชั่งตวงวัด 5 ตำแหน่ง ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 20°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50% เพื่อใช้สำหรับคำนวณความเข้มข้นฝุ่นละอองรวม ดังสมการที่ 1 [9]

$$\text{ความเข้มข้นของฝุ่นละออง } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{(W_f - W_i) \times 10^6}{V_{\text{std.}}} \quad (1)$$

เมื่อ W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม), W_f = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม) และ $V_{\text{std.}}$ = ปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร)

4.3 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ในแต่ละห้องที่ระดับความสูงเดียวกับการตัวอย่างเก็บฝุ่นละอองรวม ด้วยวิธี gravimetric method โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคลที่มีอุปกรณ์ไซโคลน (คัดขนาดของฝุ่นละออง) ที่อัตราการไหล 1.70 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ในช่วงที่มีการทำงานจำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งภายในห้องมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ และควบคุมอุณหภูมิที่ 25°C โดยทำการเตรียมกระดาษกรองสำหรับเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวม พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อน (W_i) และหลังเก็บตัวอย่าง (W_f) สำหรับคำนวณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ตามสมการที่ 1

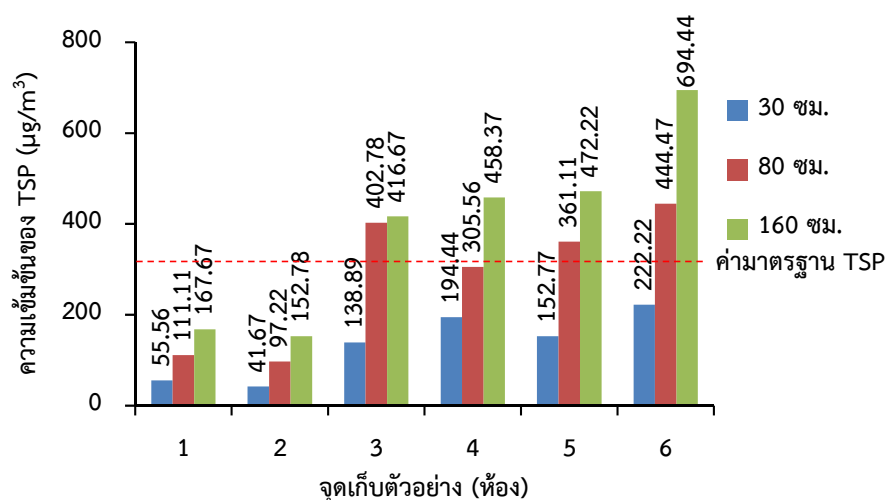
4.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จะถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละห้องด้วย LSD-ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. อภิปรายผล

5.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม

ผลการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล ที่มีอัตราการไหล 2 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าฝุ่นละอองรวมในห้องที่ไม่ปูพรม (ห้องที่ 1 และ 2) มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง $41.67\text{--}167.67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ส่วนห้องที่ปูพรมไม่เกินห้าปี (ห้องที่ 3 และ 4) มีความเข้มข้นในช่วง $138.89\text{--}458.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และห้องที่ปูพรมเกินห้าปี (ห้องที่ 5 และ 6) มีความเข้มข้นในช่วง $152.77\text{--}694.44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ดังรูปภาพที่ 1 ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมในห้องที่ 1 และห้องที่ 2 มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ($\leq 330 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [10] ในทุกระดับความสูงที่ตรวจวัด (30, 80 และ 160 เซนติเมตร) ในขณะที่ห้องที่มีการปูพรม ได้แก่ ห้องที่ 3, 4, 5 และ 6 ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 80 เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมเกินค่ามาตรฐานความเข้มข้นฝุ่นละอองรวม (ยกเว้นระดับ 80 เซนติเมตร ในห้องที่ 4) ซึ่งความเข้มข้นฝุ่นละอองจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งานของพรม เนื่องจากพรมที่ใช้งานเป็นระยะเวลานานจะมีการสะสมของฝุ่นเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระดับความสูงในการตรวจวัดเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมจะมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้อง ทำให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจาย โดยค่าความแปรปรวนของข้อมูลจะแสดงดังตารางที่ 1



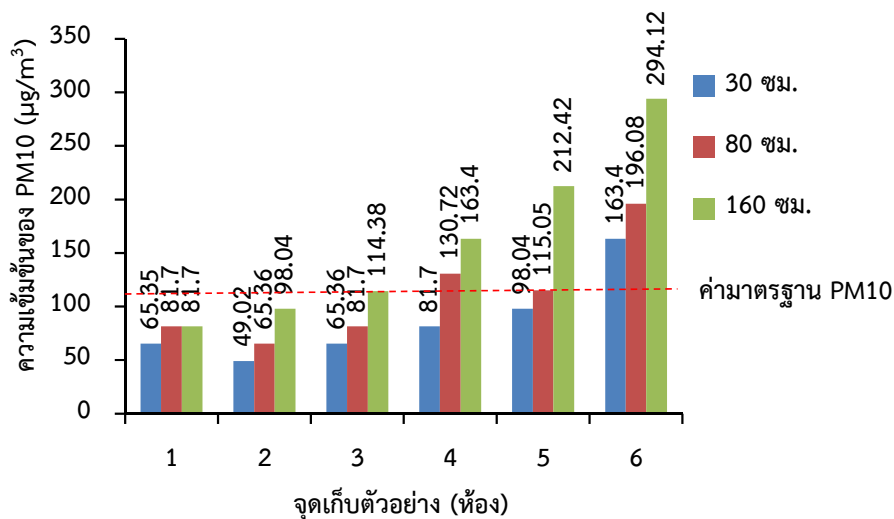
รูปภาพที่ 1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมในห้องเก็บตัวอย่าง 6 ห้อง

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่นละอองรวม

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
จุดเก็บตัวอย่าง	874,473.879	5	174,894.776	33.786	0.000
ระดับความสูง	611,345.052	2	305,672.526	59.049	0.000
จุดเก็บตัวอย่าง*ระดับความสูง	170,650.660	10	17,065.066	3.297	0.004
รวม	1,842,826.172	53			

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
จุดเก็บตัวอย่าง	139,371.703	5	27,874.341	10.269	0.000
ระดับความสูง	50,462.168	2	25,231.084	9.295	0.001
จุดเก็บตัวอย่าง*ระดับความสูง	18,422.696	10	1,842.270	0.679	0.737
รวม	305,976.958	53			



รูปภาพที่ 2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ในห้องเก็บตัวอย่าง 6 ห้อง

จากตารางที่ 1 จุดเก็บตัวอย่าง และระดับความสูงมีค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมในแต่ละห้องที่ระดับชั้นต่างกันมีความเข้มข้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ด้วย LSD-ANOVA พบว่าความเข้มข้นฝุ่นในห้องที่ไม่ปูพรม (ห้องที่ 1 และ 2) มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับห้องที่ปูพรม ส่วนห้องที่ปูพรมไม่เกินห้าปี (ห้องที่ 3 และ 4) จะมีปริมาณฝุ่นละอองรวมแตกต่างกับห้องที่ปูพรมเกินห้าปี (ห้องที่ 5 และ 6) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

การศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ด้วยเครื่องเก็บอากาศส่วนบุคคลที่มีอุปกรณ์ไซโคลอนที่อัตราการไหล 1.70 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งผลการตรวจวัดแสดงดังรูปภาพที่ 2

จากรูปภาพที่ 2 ห้องที่ 1 และ 2 (ไม่ปูพรม) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน อยู่ในช่วง 65.35-81.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และ 49.02-98.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ ส่วนห้องที่ 3 และ 4 (ปูพรมไม่เกินห้าปี) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 65.36-114.38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และ 81.70-163.40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ และห้องที่ 5 และ 6 (ปูพรมเกินห้าปี) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 98.04-212.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และ 163.40-294.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งานของพรมในแต่ละห้องเช่นเดียวกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม โดยห้องที่ 4 ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 80 เซนติเมตร ห้องที่ 5 ที่ระดับความสูง 160 เซนติเมตร และห้องที่ 6 ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตร มีค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ($\leq 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [10] เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ของข้อมูลได้ผลดังตารางที่ 2 ซึ่งความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ภายในห้อง 1-6 ที่ระดับความสูง 30, 80 และ 160 เซนติเมตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p -value < 0.05) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ด้วย LSD-ANOVA พบว่าห้องที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากมีค่า p -value มากกว่า 0.05 แต่มีค่าแตกต่างจากห้องที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นว่าห้องที่ปูพรมมากกว่าห้าปีจะมีการสะสมของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มากกว่าห้องที่ปูพรมไม่เกินห้าปี และห้องที่ไม่ปูพรม

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพอากาศในห้อง 3 ประเภทคือห้องที่ปูพรมเกินห้าปี (ห้องที่ 5 และ 6) ห้องที่ปูพรมมาไม่เกินห้าปี (ห้องที่ 3 และ 4) และห้องที่ไม่ปูพรม (ห้องที่ 1 และ 2) โดยการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) และฝุ่นที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) โดยการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างส่วนบุคคลในระดับความสูง 30, 80 และ 160 เซนติเมตร พบว่าห้องที่ปูพรม (เกินห้าปี และไม่เกินห้าปี) มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมที่ระดับความสูงตั้งแต่ 80 เซนติเมตร เกินค่าความเข้มข้นมาตรฐานของฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศ ($\leq 330 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ในขณะที่ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ภายในห้องที่ 4, 5 และ 6 ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 80 เซนติเมตร 160 เซนติเมตร และตั้งแต่ 30 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเกินค่ามาตรฐาน PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศ ที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ($\leq 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของพรม เนื่องจากพรมที่มีอายุการใช้งานนานจะเกิดการสะสมฝุ่นละอองเป็นจำนวนมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] Vichyanond P. **Concentration from dust mites in the carpet and the risk factors of allergies from carpet**. Bangkok: Mahidol University; 2002.
- [2] Wuthi-udomlert M. **Legionnaires' disease [internet]**. 2015 [cited 27 April 2015]. Available from: <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/115>
- [3] Sopontammaman A. **Sick building syndrome [internet]**. 2009 [cited 27 April 2015]. Available from: <http://www.etm.sc.mahidol.ac.th/a6.shtml>
- [4] Chaipuetthanon P. **Exposure assessment of particulate matters of staffs and students in Phanom Thuan Industrial and Community Education Collage, Kanchanaburi Province**. [Master's thesis]. Department of Environmental Science, Silpakorn University; 2013.
- [5] Hussein T, Dada L, Juwhari H, Faouri D. Characterization, fate, and re-suspension of aerosol particles (0.3–10 μm): the effects of occupancy and carpet Use. **Aerosol and Air Quality Research**. 2015; **15**: 2367-77.
- [6] Jovanovic M, Vucicevic B, Turanjanin V, Zivkovic M, Spasojevic V. Investigation of indoor and outdoor air quality of the classrooms at a school in Serbia. **Energy**. 2014; **77**: 42-8.
- [7] Saraga D, Pateraki S, Papadopoulos A, Vasilakos CH, Maggos TH. Studying the indoor air quality in three non-residential environments of different use: a museum, a printery industry and an office. **Building and Environment**. 2011; **46**: 2333-41.
- [8] Wichitwetchakarn M, Sutummasa S, Sivadechathep J. **The prevalence and relationship of associated factors with sick building syndrome among office workers: a case study of an electronic component factory, Pathum Thani Province**. The 4th STOU Graduate Research Conference; 2014.
- [9] Pollution Control Department. **Book of particles monitoring**. Bangkok: Air quality and noise management; 2003.
- [10] Pollution Control Department. **Quality standard of air and voice [internet]**. 2015 [cited 26 April 2015]. Available from: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html