

นิพนธ์ต้นฉบับ

ปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเลย

ปิยะพงษ์ ชุมศรี⁽¹⁾, ชลธิชา จินาพร⁽²⁾, พรชนก บุญลับ⁽²⁾, อรทัย ปานเพชร⁽¹⁾, ปกกมล เหล่ารักษางษ์⁽³⁾, บุญเลี้ยง สุพิมพ์^{(1)*}

วันที่ได้รับต้นฉบับ: 24 พฤษภาคม 2566

วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 16 ตุลาคม 2566

* ผู้รับผิดชอบบทความ

(1) สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเลย; E-mail:

choomseer@gmail.com

(2) สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย; E-
mail: chontichar_ji@hotmail.com

(3) สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย; E-
mail: Pomchanok.bl@gmail.com

(4) สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเลย; E-mail:

orathai_pan@hotmail.com

(5) คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น; E-mail:

pokkla@kku.ac.th

(6) สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเลย; E-mail:

bunliang.s@gmail.com

บทคัดย่อ

จุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กอาจเป็นสาเหตุของความเจ็บป่วยของเด็กเล็กโดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory tract infection; RTI) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคภูมิแพ้ (Aspergillosis) และโรคปอดบวม (Pneumonia) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเลย โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) 5 ศูนย์ ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง ทำการเก็บข้อมูล โดยใช้เครื่อง Bio-Stage Impactor ในการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ และแบบสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression) สมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple linear regression) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 95% CI และ P-value

ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายใน (I) และภายนอกห้อง (O) เท่ากับ 17.44 ± 16.01 cfu/m³ และ 48.43 ± 24.74 cfu/m³ ตามลำดับ สัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องต่อภายนอกห้อง (I/O) เท่ากับ 0.37 สำหรับปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในห้อง คือ การควบคุมอุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 24-26 °C ทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องลดลงถึง 11.08 cfu/m³ (95% CI: 6.63 to 15.53, P-value < 0.001) เช่นเดียวกับห้องมีพัดลมดูดอากาศทำงานเป็นปกติ ทำให้พบความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องลดลงถึง 24.79 cfu/m³ (95% CI: 13.84 to 35.75, P-value < 0.001) ส่วนห้องที่ไม่พบฝุ่นตามพื้นผิวภายในห้อง เช่น พื้น ผนัง โต๊ะ เก้าอี้ และบริเวณอื่นๆ ส่งผลให้ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยลดลงถึง 14.57 cfu/m³ (95% CI: 8.75 to 20.39, P-value < 0.001) นอกจากนี้ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตารางการบำรุงรักษาต่าง ๆ ภายในห้องสามารถลดความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องถึง 28.38 cfu/m³ (95% CI: 17.89 to 38.87, P-value < 0.001) และการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องลดลง 7.83 cfu/m³ (95% CI: 2.02 to 13.65, P-value = 0.008)

การศึกษานี้เน้นถึงความสำคัญของปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการควบคุมความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ด้วยมาตรการด้านต่าง ๆ เช่น การรักษาอุณหภูมิภายในห้อง การทำงานของพัดลมดูดอากาศให้ปกติ การลดฝุ่นละออง การปฏิบัติงานตามตารางบำรุงรักษา และการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กก็จะสามารถลดจุลินทรีย์ในอากาศอย่างมีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทางเดินหายใจในเด็กได้

คำสำคัญ: การจัดการสิ่งแวดล้อม, ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในอากาศ, ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

Original Article

Effects of Environmental Management Factors on Airborne Microorganism Concentrations in a Childcare Center: A Case Study in Mueang District, Loei Province

Piyapong Choomsri⁽¹⁾, Chontichar Jinapon⁽²⁾, Pornchanok Boonlub⁽²⁾, Orathai Panpetch⁽¹⁾,
Pokkamol Laoraksawong⁽³⁾, Bunliang Suphim^{(1)*}

Received Date: May 24 2023

Accepted Date: October 16 2023

Abstract

Airborne microorganisms, including bacteria and fungi, pose a significant risk for respiratory tract infections (RTIs) such as aspergillosis and pneumonia among children, which highlights the importance of addressing this issue within childcare centers. This study was aimed to investigate the environmental management factors that influence the concentrations of airborne microorganisms in childcare centers in Mueang district, Loei Province. A simple random sampling technique was used to select samples from five childcare centers in the Mueang district. Airborne microorganisms were collected using a Bio-Stage Impactor, and physical and environmental data were gathered through a building inspection survey sample checklist. Data analysis included descriptive statistics (frequencies, percentage, mean, standard deviation), simple linear regression, multiple linear regression, mean difference, 95% confidence interval (CI), and P-values.

The mean concentrations of airborne microorganisms indoors (I) and outdoors (O) were found to be 17.44 ± 16.01 cfu/m³ and 48.43 ± 24.74 cfu/m³, respectively. The ratio of indoor to outdoor airborne microorganism concentrations was determined to be 0.37. Environmental management factors were identified to influence the concentrations of airborne microorganisms. For instance, maintaining indoor temperatures within the recommended range of 24-26°C resulted in a reduction of airborne microorganisms to 11.08 cfu/m³ (95% CI: 6.63 to 15.53, P-value < 0.001). Similarly, the proper functioning of exhaust fans significantly reduced airborne microorganism concentrations to 24.79 cfu/m³ (95% CI: 13.84 to 35.75, P-value < 0.001). Conversely, the presence of dust on the floor, walls, desks, chairs, and other surfaces led to increased airborne microorganism concentrations, whereas a clean environment reduced concentrations to 14.57 cfu/m³ (95% CI: 8.75 to 20.39, P-value < 0.001). Furthermore, maintaining a regular maintenance schedule for all systems in the childcare center contributed to a reduction in airborne microorganisms to 28.38 cfu/m³ (95% CI: 17.89 to 38.87, P-value < 0.001), and consistent cleaning of air conditioning systems reduced concentrations to 7.83 cfu/m³ (95% CI: 2.02 to 13.65, P-value = 0.008).

This study highlights the significance of environmental management factors in controlling airborne microorganism concentrations within childcare centers. By implementing measures such as maintaining appropriate indoor temperatures, ensuring the proper functioning of exhaust fans, minimizing dust accumulation, adhering to regular maintenance schedules, and consistently cleaning air conditioning systems, childcare centers can effectively reduce the presence of airborne microorganisms and mitigate the risk of respiratory tract infections in children.

Keywords: Environmental management factors, The concentrations of airborne microorganisms, Childcare center

* Corresponding author

(1) Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province; E-mail: choomseer@gmail.com

(2) Program of Biology, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province; E-mail: chontichar_jj@hotmail.com

(3) Program of Biology, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province; E-mail: Pornchanok.bl@gmail.com

(4) Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province; E-mail: orathai_pan@hotmail.com

(5) Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Khon Kaen Province; E-mail: pokkla@kku.ac.th

(6) Program of Public Health, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei Province; E-mail: bunliang.s@gmail.com

บทนำ

ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคารทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา นับเป็นปัญหาที่สำคัญโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของผู้สัมผัส โดยการระบาดที่เพิ่มขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคารส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งมีการศึกษาอย่างแพร่หลายในต่างประเทศทั้งเรื่องปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความชื้น อัตราการระบายอากาศ รวมไปถึงผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ได้รับสัมผัสเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคาร และมีการเฝ้าระวังรวมถึงการหาแนวทางป้องกันอีกด้วย (Balasubramanian et al., 2012; Huang et al., 2015; Liu et al., 2014) ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพเช่น โรคภูมิแพ้ และโรคหอบหืด โดยเฉพาะกับเด็กแรกเกิด ถึงเด็กเล็กอายุต่ำกว่า 5 ปี ที่ได้รับจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคาร (Agarwal et al., 2017; Rosenbaum et al., 2010; Cakmak et al., 2002) และจากรายงานการวิจัยเพื่อเฝ้าระวังและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคารในสถานที่ต่าง ๆ พบว่าโรคระบบทางเดินหายใจได้เพิ่มขนาดของปัญหามากขึ้นทั่วโลก (Liu et al., 2017) เช่นเดียวกันกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราในอากาศกับสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของเด็กในเมืองซีอาน ประเทศจีน (Liu et al., 2014)

สำหรับประเทศไทยได้มีการศึกษาสำรวจเชื้อจุลินทรีย์ภายในศูนย์เด็กเล็กในจังหวัดกรุงเทพมหานคร พบว่ามีปริมาณเกินมาตรฐานตามข้อเสนอแนะขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ถึงร้อยละ 47 (Pipat et al., 2012; WHO, 2009) และในสถานศึกษาปฐมวัย จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 แห่ง พบว่าปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโรงเรียนอนุบาล เมื่อเปรียบเทียบกับข้อเสนอแนะของ

WHO พบว่าปริมาณแบคทีเรียภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาล มีค่า 853 ± 1.9 cfu/m³ และ 421 ± 2.1 cfu/m³ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินข้อเสนอแนะของ WHO (<100 cfu/m³) (รจฤดี โชติกาวิรินทร์, 2559) โดยการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์เด็กเล็ก จึงจำเป็นต้องให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศต่อเด็ก และให้สอดคล้องกับนโยบายศูนย์เด็กเล็กน่ายุ่ของกระทรวงสาธารณสุข

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์เด็กเล็ก เพื่อนำมาประกอบเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะนำไปสู่การป้องกันและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและนำมาวางแผนนโยบายหรือข้อกฎหมายในการติดตามตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศศูนย์เด็กเล็ก อีกทั้งหาแนวทางการจัดการเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์เด็กเล็ก

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กอำเภอเมือง จังหวัดเลย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยสำรวจเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Analytical Cross Sectional Survey Research) เพื่อศึกษาปัจจัยการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเลย โดยใช้เครื่อง Bio-Stage (Bio-Stage Impactor, model 255-9611) ในการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ และแบบสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพและปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่เดือน

สิงหาคม 2563 ถึงเดือนมีนาคม 2564 (โดยช่วงระยะเวลาที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างจะอยู่ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวที่ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างทั้ง 4 ครั้งจะเว้นระยะห่าง 2 เดือนต่อครั้ง กล่าวคือครั้งที่ 1 เดือนสิงหาคม ครั้งที่ 2 เดือนตุลาคม ครั้งที่ 3 เดือนธันวาคม และครั้งที่ 4 เดือนกุมภาพันธ์)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ เชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเลย และหน่วยของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling unit) คือ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่อยู่ในเขตพื้นที่ของอำเภอเมือง ในจังหวัดเลย โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) 5 ศูนย์ที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ทำการเก็บตัวอย่างจากศูนย์พัฒนาเด็กเล็กห้องละ 9 จุดเก็บตัวอย่าง จุดละ 2 ซ้ำ ในช่วงระยะเวลา 8 เดือน เก็บ 4 ครั้ง ระยะห่าง 2 เดือนต่อครั้ง (5 ศูนย์ $\times$ 9 จุดเก็บตัวอย่างต่อห้อง $\times$ 2 ซ้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง $\times$ 4 เดือน $\times$ 1 ครั้งต่อเดือน) รวมทั้งสิ้น 360 ตัวอย่าง ทั้งนี้ในการเก็บตัวอย่างการวิจัยจะต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างภายในห้อง (ศูนย์เด็กเล็ก) ควบคู่กับภายนอกห้องหรือนอกตัวอาคารทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง 1 จุด (1 จุดต่อศูนย์เด็กเล็ก $\times$ 2 ซ้ำแต่ละจุดเก็บ $\times$ 5 ศูนย์เด็กเล็ก $\times$ 4 เดือน $\times$ 1 ครั้งต่อเดือน รวม 40 ตัวอย่าง ดังนั้นจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาคือ 400 ตัวอย่าง และทำการสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพและปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) Bio-Stage Impactor (BioStage Impactor, model 255-9611) ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศทั้งภายในและภายนอกห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก โดยอาหาร

เลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดคือ Plate count agar (PCA) HIMEDIA, India ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อราทั้งหมดคือ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) HIMEDIA, India และ 2) แบบสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพและปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งดัดแปลงจากแบบสำรวจสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559) จำนวน 26 ข้อ เป็นแบบ Check list 2 ตัวเลือกคือ ใช่ และไม่ใช่ โดยผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงของเนื้อหาของแบบสำรวจและนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำโดยมีค่าความเที่ยงเชิงเนื้อหา IOC ระหว่าง 0.67-1 ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศแต่ละครั้งต้องทำการสำรวจสภาพแวดล้อม อีกทั้งวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้เครื่อง Hygrothermhermo /Hygrometer (Digicon TH-02) และวัดความเร็วลม โดยใช้เครื่อง Wired anemometer (Testo-425) ทุกครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเลย จำนวน 5 ศูนย์ โดยใช้ Bio-Stage Impactor ด้วยอัตราการดูดอากาศ 28.3 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลานาน 10 นาที ที่ระดับความสูง 0.8 เมตร (เป็นระดับความสูงระดับของการหายใจเด็กและผู้ที่เกี่ยวข้องกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก) ตามวิธีการเก็บตัวอย่างของ NIOSH method No.0800 (NMAM, 1998) ควบคู่กับการสำรวจสภาพแวดล้อมทางกายภาพและปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ได้สร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการจัดการบันทึกข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATA เวอร์ชัน 10.1 (College Station, Texas, USA: StataCorp LLC) ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ สถิติเชิงพรรณนาเพื่อหา ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน สำหรับสถิติเชิงอนุมานเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก คือ สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression) สมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple linear regression) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 95% CI และ P-value

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่เข้าข่ายยกเว้นการรับรอง (Research with Exemption) โดยหมายเลขใบรับรองยกเว้น HE001/2563

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยภาพรวมความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดทั้ง 5 ศูนย์ $\pm$ (S.D.) เท่ากับ 17.44 ± 16.01 cfu/m³ อุณหภูมิเฉลี่ย $\pm$ (S.D.) เท่ากับ 28.00 ± 2.36 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $\pm$ (S.D.) 47.56 ± 7.37 %RH และความเร็วลมเฉลี่ย $\pm$ (S.D.) 0.16 ± 0.08 m/s สำหรับความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายนอกห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดทั้ง 5 ศูนย์ $\pm$ (S.D.) เท่ากับ 48.43 ± 24.74 cfu/m³ และสัดส่วนความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องต่อภายนอกห้องเฉลี่ย $\pm$ (S.D.) เท่ากับ 0.37 ± 0.32 ดังตารางที่ 1

จากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) ของความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องกับปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในห้องและบริเวณภายนอกของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่าห้องที่มีอุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้ไม่เกิน 3 °C (24-26 °C) พบความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้อง 14.23 cfu/m³ (95% CI: 11.18 to 17.28, P-value < 0.001) เมื่อเทียบกับห้องที่มีอุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้ไม่เกิน 3 °C (24-26 °C) ส่วนห้องมีพัดลมดูดอากาศ

ทำงานไม่เป็นปกติ ทำให้พบเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้อง 9.78 cfu/m³ เมื่อเทียบกับห้องมีพัดลมดูดอากาศขณะยังทำงานเป็นปกติ และจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple linear regression) โดยมีการควบคุมตัวแปรกวน และเกณฑ์การคัดเลือกตัวแปรเข้าในสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression) P-value < 0.25 (โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแปรเข้าโมเดลด้วยวิธี Stepwise ซึ่งกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกตัวแปรเข้าโมเดลไม่เกิน 0.25) พบว่าปัจจัยด้านห้องที่มีจำนวนเด็กต่อคนห้องที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 คนต่อตารางเมตร ทำให้มีเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้อง 2.49 cfu/m³ (95% CI: 1.25 to 3.74, P-value < 0.001) ส่วนห้องที่มีอุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้เกิน 3 °C (24-26 °C) มีเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องถึง 11.08 cfu/m³ (95% CI: 6.63 to 15.53, P-value < 0.001) เมื่อเทียบกับห้องที่มีอุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้ไม่เกิน 3 °C เช่นเดียวกับห้องมีพัดลมดูดอากาศทำงานเป็นปกติ ทำให้เข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องถึง 24.79 cfu/m³ (95% CI: 13.84 to 35.75, P-value < 0.001) เมื่อเทียบกับห้องมีพัดลมดูดอากาศที่ทำงานเป็นปกติ สำหรับห้องที่สังเกตภายในห้องไม่พบฝุ่นตามพื้นผิวภายในห้อง เช่น พื้น ผนัง โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น ส่งผลในเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยลดลงถึง 14.57 cfu/m³ (95% CI: 8.75 to 20.39, P-value < 0.001) เช่นเดียวกันกับห้องที่ไม่พบขยะมูลฝอยภายในบริเวณห้อง ส่งผลให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องลดลงถึง 14.43 cfu/m³ (95% CI: 2.48 to 26.38, P-value = 0.018) เมื่อเทียบกับห้องที่พบขยะมูลฝอยในบริเวณห้องขณะเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตารางการบำรุงรักษา และมีการวางแผนแนวทางหรือข้อปฏิบัติที่เป็นระบบที่ชัดเจนพบเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องถึง 28.38 cfu/m³ (95%

CI: 17.89 to 38.87, P-value < 0.001) เมื่อเทียบกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตารางการบำรุงรักษาที่ชัดเจน ประกอบกับปัจจัยด้านมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ และส่วนประกอบต่าง ๆ สม่าเสมอ ทำให้เข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องลดลง 7.83 cfu/m³ (95% CI: 2.02 to 13.65, P-value = 0.008) เมื่อเทียบกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ และปัจจัยด้านสภาพภายนอกอาคารที่มีพื้นที่มีน้ำขัง ทำให้เข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องเพิ่มขึ้น 12.02 cfu/m³ (95% CI: 3.80 to 20.24, P-value = 0.004) ดังตารางที่ 2

บทสรุปและอภิปรายผล

อภิปรายผลการวิจัย

ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้งหมดทั้ง 5 ศูนย์ พบว่าความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องไม่เกินมาตรฐานตามคำแนะนำที่สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ของประเทศไทย กำหนดให้มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอาคารไม่เกิน 500 cfu/m³ ส่วนค่าสัดส่วนของความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องต่อภายนอกห้อง I/O ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดให้ไม่เกิน 0.8 (สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559) ทั้งนี้สภาพแวดล้อมภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กด้านอุณหภูมิเฉลี่ยเกินคำแนะนำที่กำหนด (24-26 °C) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมภายในห้องอยู่ในเกณฑ์ตามคำแนะนำของสำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย (2559) กำหนดให้ ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 65 %RH และความเร็วลม 0.10-0.30 m/s ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Harbizadeh et al. (2019) ศึกษาเชื้อแบคทีเรียในอากาศทั้งภายในและภายนอกอาคารของศูนย์เลี้ยงเด็กในเมือง Ahvaz ประเทศอิหร่าน พบว่าเชื้อแบคทีเรียสูงสุดในเขตพื้นที่ที่ตั้งอยู่บริเวณการจราจรหนาแน่น พบเชื้อแบคทีเรียในอากาศ

ภายในอาคารเฉลี่ย 188 cfu/m³ และสัดส่วนค่า I/O 1.37 ทั้งนี้ในประเทศปี 2555 พบว่าศูนย์เด็กเล็กในกรุงเทพมหานครประเทศไทยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินคำแนะนำถึงร้อยละ 47 (Pipat et al., 2012) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศอิหร่าน ที่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เกินมาตรฐานเพราะสภาพแวดล้อมที่แออัด เมื่อเชื่อมโยงกับรายงานการสำรวจความเจ็บป่วยของเด็กในสถานเลี้ยงเด็กกลางวันของศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัย คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตั้งแต่พฤศจิกายน 2550 ถึงกันยายน 2554 ที่ตั้งอยู่ในเขตเมือง พบว่าโรคติดเชื้อที่พบบ่อยที่สุดคือโรคติดเชื้อทางเดินหายใจ โดยอัตราการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจประมาณร้อยละ 70-90 ซึ่งสาเหตุมาจากการได้รับเชื้อกลุ่ม *Staphylococcus* spp. ทั้งนี้เชื้อมีการแพร่กระจายโดยทั่วไปในสภาพแวดล้อม และเชื้อ *S. aureus*. ส่งผลกระทบต่อเด็กเล็กมากที่สุด ส่งผลให้เกิดโรคปอดและระบบทางเดินหายใจ (ปริยกุล รัชกุล, 2555) เช่นเดียวกันกับคุณภาพอากาศภายในอาคารของสถานศึกษาปฐมวัย จังหวัดชลบุรี จำนวน 10 แห่ง พบว่าปริมาณแบคทีเรียภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กและโรงเรียนอนุบาล (853 ± 1.9 cfu/m³ และ 421 ± 2.1 cfu/m³ ตามลำดับ (รจฤดี โชติกาวิรินทร์, 2559) แต่งานวิจัยนี้ได้พบว่าความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กไม่เกินมาตรฐานอาจเนื่องมาจากพื้นที่ภูมิประเทศ ภูมิอากาศที่เป็นพื้นที่ที่ไม่ได้อยู่ในเขตเมืองและมีสภาพแวดล้อมที่เป็นตามธรรมชาติที่เป็นภูเขาและป่าไม้ โดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะฤดูฝนและฤดูหนาวอีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความหนาแน่นของการจราจรหรือมลพิษที่สามารถเป็นแหล่งกำเนิดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร

สำหรับปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กและบริเวณภายนอกห้องศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

พบว่าปัจจัยด้านห้องที่มีจำนวนเด็กต่อคนในห้องที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 คนต่อตารางเมตร ทำให้พบความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับห้องที่มีอุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้เกิน 3°C ($24-26^{\circ}\text{C}$) พบเพิ่มขึ้นเช่นกันเมื่อเทียบกับห้องที่มีอุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้ไม่เกิน 3°C อีกทั้งห้องที่มีพัดลมดูดอากาศทำงานเป็นไม่ปกติทำให้ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับห้องที่มีพัดลมดูดอากาศ และยังทำงานเป็นปกติ ส่วนศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตารางการบำรุงรักษาและมีการวางแผนแนวทางหรือข้อปฏิบัติที่เป็นระบบที่ชัดเจนจะพบความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงตารางการบำรุงรักษา ๆ ที่ชัดเจน และสภาพภายนอกอาคารมีพื้นที่ที่มีน้ำขัง ทำให้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องเพิ่มขึ้น ส่วนปัจจัยที่ทำให้ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องลดลงคือ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีสภาพห้องที่สะอาดไม่พบฝุ่นตามพื้นผิวภายในห้อง เช่น พื้น ผนัง โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น และศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่มีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ และส่วนประกอบต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยภายในห้องลดลงเช่นกัน สอดคล้องกับข้อเสนอแนะในการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศที่ต้องทำความสะอาดของเครื่องปรับอากาศและพัดลมดูดอากาศสม่ำเสมอ ตามคำแนะนำของสำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อมที่ แนะนำให้ มีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ 3-4 เดือน/ครั้ง (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559) ประกอบกับปัจจัยด้านการระบายอากาศภายในห้องก็มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายใน ตลอดจนการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการกระจายตัวของความเร็วลมที่ทั่วถึงภายในห้องก็เป็นสิ่งสำคัญ (Hwang et al., 2015) และยัง

สอดคล้องกับการศึกษาของ Nutthajit et al. (2020) พบว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและการระบายอากาศที่มีผลต่อความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศภายในหอผู้ป่วยในโรงพยาบาลภาคใต้ของประเทศไทย ที่พบปัจจัยด้านอุณหภูมิ ความชื้น จำนวนผู้ป่วย จำนวนเจ้าหน้าที่ และการดูแลทำความสะอาดพื้นส่งผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

ปัจจัยการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กเพิ่มมากขึ้นได้แก่ 1) จำนวนเด็กในห้องต่อพื้นที่ตารางเมตร ถ้ามีมากเกินไปก็จะส่งผลให้ความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องเพิ่มมากขึ้น 2) อุณหภูมิภายในห้องที่ไม่อยู่ในช่วงคำแนะนำ $24-26^{\circ}\text{C}$ 3) การพัดลมดูดอากาศและยังทำงานไม่ปกติ 4) ขยะมูลฝอยบริเวณภายในห้อง 5) ฝุ่นตามพื้นผิวภายในห้อง เช่น พื้น ผนัง โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น ส่วนปัจจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเรื่องการเปลี่ยนแปลงตารางการบำรุงรักษาที่มีการวางแผนแนวทางหรือข้อปฏิบัติที่เป็นระบบที่ชัดเจนการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ และส่วนประกอบต่าง ๆ สม่ำเสมอตามคำแนะนำ อีกทั้งภายนอกอาคารเป็นพื้นที่ที่ไม่มีน้ำขังส่งผลต่อความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กลดลง ทั้งนี้การจัดการปัจจัยด้านการจัดสิ่งแวดล้อมดังกล่าวให้เหมาะสมก็จะส่งผลให้เป็นแนวทางในการลดความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในอากาศที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเด็กเล็กในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กต่อไป

ข้อเสนอแนะหรือการนำไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับศูนย์พัฒนาเด็กเล็กควรมีเฝ้าระวังหรือมีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอ

- ปรียกมล รัชกุล. (2555). ผลการใช้แนวปฏิบัติสำหรับผู้ดูแลเด็กต่อการลดจำนวนครั้งของการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจในเด็กที่ศูนย์เด็กเล็กแห่งหนึ่ง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 20(5), 390-404.
- รจฤดี โชติกาวิรินทร์. (2559). คุณภาพอากาศทางจุลินทรีย์ในสถานศึกษาปฐมวัย. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 19(1), 84-95.
- สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. (2559). *คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร*. นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.
- Agarwal, S., Mandal, P., Majumdar, D., Aggarwal, S.G. & Srivastava, A. (2017). Characterization of Bioaerosols and their Relation with OC, EC and Carbonyl VOCs at a Busy Roadside Restaurants-Cluster in New Delhi. *Aerosol and Air Quality Research*, 16(12), 3198-3211.
- Balasubramanian, R., Nainar, P., & Rajasekar, A. (2012). Airborne bacteria, fungi, and endotoxin levels in residential microenvironments: a case study. *Aerobiologia*, 28, 375-390.
- Cakmak, S., Dales, R.E., Burnett, R.T., Judek, S., Coates, F., & Brook, J.R. (2002). Effect of airborne allergens on emergency visits by children for conjunctivitis and rhinitis. *Lancet*, 359(9310), 947-948.
- Huang, C., Liu, W., Hu, Y., Zou, Z., Zhao, Z., Shen, L., et al. (2015). Updated prevalences of asthma, allergy, and airway symptoms, and a systematic review of trends over time for childhood asthma in Shanghai, China. *PLoS One*, 10, 1-18.
- Hwang, S.H., Park, W.M., Ahn, J.K., Lee, K.J., Min, K.B., & Park, J.B. (2015). Relationship between culturable airborne bacteria concentrations and ventilation systems in underground subway stations in Seoul, South Korea. *Air Qual Atmos Health*, 9, 173-178.
- Liu, G., Xiao, M., Zhang, X., Gal, C., Chen, X., Liu, L., et al. (2017). A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation. *Sustain. Cities Soc*, 32(2017), 375-396.
- Liu, Z., Li, A., Hu, Z., & Sun, H. (2014). Study on the potential relationships between indoor culturable fungi, particle load and children respiratory health in Xi'an, China. *Build Environ*, 80(2014), 105-114.
- Nutthajit, O., Jinda, K., Ailada, Singtong., Angkana, P., & Siripich, J. (2020). Environmental Factors and Ventilation Affect Concentrations of Microorganisms in Hospital Wards of Southern Thailand. *Journal of Environmental and Public Health*, 2020(7292198), 1-8.
- Pipat, L., Yuwadee, R., & Pisit, V. (2012). Microbial counts and particulate matter levels in indoor air samples collected from a child home-care center in Bangkok, Thailand. *J Med Assoc Thai*, 95(6), 161-168.
- Rosenbaum, P.F., Crawford, J.A., Anagnost, S.E., Wang, C.J.K., Hunt, A., Anbar, R.D., et al. (2010). Indoor airborne fungi and wheeze in the first year of life among a cohort of infants at risk for asthma. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 20(6), 503-515.
- World Health Organization. (2009). *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mold*. Denmark: WHO Regional Office for Europe.

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องและนอกห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ความเร็วลมเฉลี่ย และสัดส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องต่อนอกห้อง

	ภายในห้อง (Indoor)	ภายนอกห้อง (Outdoor)	ค่ามาตรฐาน ตามคำแนะนำ*
1. ความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (cfu/m ³)	17.44±16.01	48.43±24.74	ไม่เกิน 500
1.1 ความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียในอากาศ (cfu/m ³)	10.55±11.13	25.78±16.17	
1.2 ความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อราในอากาศ (cfu/m ³)	6.89±6.58	22.65±11.80	
2. อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	28.00±2.36	30.54±1.63	24 - 26
3. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%RH)	47.56±7.37	48.97±7.54	ไม่เกิน 65
4. ความเร็วลมเฉลี่ย (m/s)	0.16±0.48	0.18±0.05	0.10 – 0.30
5. สัดส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องต่อนอกห้อง	0.37±0.32		ไม่เกิน 0.80

หมายเหตุ ; * หมายถึง สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย (2559)

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กกับปัจจัยด้านการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอกของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก

ปัจจัย	จำนวน (n = 40)	Mean ± S.D.	Mean difference			P-value
			Un- adjusted	Adjusted	95% CI (Adjusted)	
1.จำนวนเด็ก(คน)ต่อห้อง*	5 ศูนย์	NA	-0.29	2.49	1.25 to 3.74	< 0.001
2.อุณหภูมิภายในห้องแตกต่างจากที่ตั้งไว้ไม่เกิน 3 °C						< 0.001
- ใช่	22	13.07±13.63	0	0		
- ไม่ใช่	18	22.78±17.08	14.23	11.08	6.63 to 15.53	
3.ภายในห้องมีพัดลมดูดอากาศและยังทำงานเป็นปกติ						< 0.001
- ใช่	18	12.06±16.14	0	0		
- ไม่ใช่	22	21.84±14.52	9.78	24.79	13.84 to 35.75	
4.ขณะทำการเก็บตัวอย่างพบขยะมูลฝอยบริเวณภายในห้อง						0.018
- ใช่	16	23.66±17.37	0	0		
- ไม่ใช่	24	13.30±13.57	-10.36	-14.43	-26.38 to -2.48	
5.จากการสังเกตภายในห้องพบฝุ่นตามพื้นผิวภายในห้อง เช่น พื้น ผนัง โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น						< 0.001
- ใช่	30	19.81±16.26	0	0		
- ไม่ใช่	10	10.34±12.89	-9.47	-14.57	-20.39 to -8.75	

6.มีการเปลี่ยนแปลงตารางการ บำรุงรักษา และมีการวางแผน แนวทางหรือข้อปฏิบัติที่เป็นระบบ ที่ชัดเจนภายในห้อง/อาคาร					< 0.001
- ใช่	24	13.15±12.98	0	0	
- ไม่ใช่	16	23.88±17.01	10.74	28.38	17.89 to 38.87

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยในอากาศภายในห้องของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กกับปัจจัยด้านการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอกของศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (n = 40)	Mean ± S.D.	Mean difference			P-value
			Un-adjusted	Adjusted	95% CI (Adjusted)	
7.มีการทำความสะอาด เครื่องปรับอากาศ และ ส่วนประกอบต่างๆ สม่าเสมอ						0.008
- ใช่	32	16.85±14.40	0	0		
- ไม่ใช่	8	19.82±21.21	-2.97	-7.83	-13.65 to -2.02	
8.ภายนอกอาคารมีพื้นที่ที่มีน้ำขัง						0.004
- ใช่	38	18.12±16.14	0	0		
- ไม่ใช่	2	4.63±2.30	-13.48	-12.02	-20.24 to -3.80	

หมายเหตุ

- 1) R-squared 0.2966, P-value < 0.001
- 2) * หมายถึง ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 1 มีเด็กจำนวน 35 คน ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 2 มีเด็กจำนวน 24 คน ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 3 มีเด็กจำนวน 40 คน ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 4 มีเด็กจำนวน 35 คน และศูนย์พัฒนาเด็กเล็กที่ 5 มีเด็กจำนวน 40 คน
- 3) ค่า Mean difference ที่เป็นค่าบวก หมายถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ และค่า Mean difference ที่เป็นค่าลบ หมายถึง ปัจจัยที่ทำให้เกิดการลดลงของความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้อง