อิทธิพลความเย็นของพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

Cooling Effect of Urban Green Area on Air Temperature and Relative Humidity

ศิรัฐ ทักษาดิพงษ์[1] สาวิตรี จันทรานุรักษ์[2] และ ฐิติมา รุ่งรัตนาอุบล[3]*

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

[3]ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

Sirat Taksadipong[1] , Sawitri Chuntranuluck[2] and Thitima Rungratanaubon[3]*

[1]Department of Environmental Technology and Management, Faculty of Environment, Kasetsart University

[2]Department of Biotechnology, Faculty of Argro-Industry, Kasetsart University

[3]Department of Environmental Science, Faculty of Environment, Kasetsart University

บทคัดย่อ

ศึกษาอิทธิพลความเย็น (Cooling Effect) ของพื้นที่สีเขียวต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในเขตพื้นที่ชุมชนเมือง เลือกศึกษาพื้นที่สีเขียวสองแห่งที่มีขนาดแตกต่างกัน ได้แก่ สวนวงเวียนพหลฯ24 ขนาด 1.2 ไร่ และสวนป่าประชานิเวศน์ขนาด 10 ไร่ ระหว่างช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว นอกจากนี้ยังศึกษาถึงความสัมพันธ์ของระดับความเข้มแสง ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิพื้นผิวลักษณะต่างๆ ผลการวิเคราะห์พบความสัมพันธ์เกิดขึ้นในเชิงบวก (Positive Correlation) กล่าวคือ ระดับความเข้มแสงแปรผันตรงกับระดับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิพื้นผิว ได้ผลการศึกษาในลักษณะเดียวกันในบริเวณที่โล่งและบริเวณพื้นที่สีเขียวที่มีร่มเงาช่วยในการบดบังแสง สวนป่าประชานิเวศน์ซึ่งเป็นสวนขนาดใหญ่ จะพบระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำกว่า และพบระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่าสวนวงเวียนพหลฯ24 บริเวณที่พบระดับอุณหภูมิอากาศต่ำ จะเป็นบริเวณพื้นที่ภายในสวนซึ่งประกอบไปด้วยต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และต้นหญ้าปกคลุมพื้นดินที่มีอัตราการได้รับแสงต่ำ ส่วนบริเวณที่พบระดับอุณหภูมิอากาศสูงจะเป็นบริเวณพื้นที่ภายนอกสวนโดยรอบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่โล่งปราศจากต้นไม้ใหญ่บดบังแสงอาทิตย์ นอกจากนี้พื้นที่ทั้งสองยังพบอิทธิพลความเย็นของพื้นที่สีเขียวในระดับที่แตกต่างกัน ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในบริเวณพื้นที่สีเขียวมีระดับต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก โดยสวนป่าประชานิเวศน์มีแนวโน้มในการเกิดอิทธิพลความเย็นที่ดีกว่าสวนวงเวียนพหลฯ24 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า พื้นที่สีเขียวมีความสามารถในการช่วยลดระดับอุณหภูมิอากาศในบริเวณใกล้เคียงได้ในระดับหนึ่ง

คำสำคัญ : ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง พื้นที่สีเขียว อิทธิพลความเย็น อุณหภูมิอากาศ

***Corresponding author.** E-mail: rthitima@yahoo.com

Abstract

In this study, the cooling effect of urban green areas on air temperature and relative humidity is investigated. In order to compare the maximum and minimum values from green areas of different sizes, two parks were selected: a small one, Wongweinpahon 24 Park and a large one, Prachanivech Park and the following factors considered: solar intensity, surface temperature, air temperature and relative humidity. The correlation analysis results between solar intensity and all temperature values show positive correlation relations. The average values from the two parks show that Prachanivech Park had lower on air temperature and higher on relative humidity than Wongweinpahon 24 Park. The high temperature values were often found in the surrounding of the parks, either in open field or grassland areas that have low shade from trees. Conversely, the lower temperature values were often found inside the park areas that have more shade from trees. With its large green area, Prachanivech Park has a more cooling effect trend than Wongweinpahon 24 Park, which has a smaller green area. Thus, as a result of their cooling effects, green areas were therefore found to have the ability to decrease the surrounding air temperature.

Keywords : Air Temperature, Cooling Effect, Green Area, Relative Humidity, Solar Intensity

บทนำ

ปัญหาการขยายตัวของชุมชนเมืองในเขตกรุงเทพมหานครนั้น เป็นผลมาจากการเป็นเมืองหลวง ซึ่งเป็นศูนย์รวมของความเจริญและความสะดวกสบาย ผู้คนพากันเข้ามาประกอบอาชีพและใช้ชีวิตอยู่ในกรุงเทพมหานครมากขึ้น ทำให้ประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เกิดการขยายตัวของแหล่งที่อยู่อาศัย การก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน และสิ่งปลูกสร้าง เพื่อรองรับระดับประชากรที่เพิ่มมากขึ้น นำไปสู่ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า “ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Island)” ซึ่งเกิดจากการที่ชุมชนเมือง ที่มีความหนาแน่นของตัวอาคาร ที่อยู่อาศัย มีการสะสมความร้อนจากดวงอาทิตย์ ส่งผลให้ระดับอุณหภูมิในเขตชุมชนเมืองมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกๆปี และมีการคำนวณว่าคงเพิ่มสูงขึ้นไปอีกในอนาคต (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) ซึ่งควรที่จะต้องเร่งหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อป้องกันไม่ให้ระดับอุณหภูมิสะสมในเขตกรุงเทพมหานครเพิ่มสูงขึ้น ดังเช่น การมีพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมือง

พื้นที่สีเขียวนอกจากจะเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศลงได้ จาก “Cooling Effect” ของต้นไม้ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ให้ผลตรงกันข้ามกับปรากฏการณ์เกาะความร้อน ผลจากการได้รับอิทธิพลความเย็นจากการเกิดอิทธิพลความเย็น พบว่าบริเวณโดยรอบพื้นที่สีเขียวจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในบริเวณชุมชนเมืองทั่วไป (ปณิษฐา, 2551; วรัปศร, 2548; Hamada *et al*., 2010; Oliveira *et al*., 2011; Vu *et al*., 1998) ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการการคายน้ำออกสู่บรรยากาศ โดยพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่จะมีแนวโน้มในการลดอุณหภูมิอากาศได้มากกว่าพื้นที่สีเขียวขนาดเล็ก (วรัปศร, 2548) ยังพบว่าการเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพื้นที่สีเขียว ช่วยลดอุณหภูมิในเขตชุมชนเมือง นอกจากนี้ในช่วงฤดูร้อนยังพบความแตกต่างของระดับอุณหภูมิระหว่างบริเวณพื้นที่สีเขียวและบริเวณชุมชนเมืองโดยรอบมากที่สุด (Oliveira *et al*., 2011) กล่าวคือ บริเวณพื้นที่สีเขียวจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน และยังพบอิทธิยลความเย็นจากพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ต่อการลดระดับอุณหภูมิบริเวณชุมชนเมืองโดยรอบ ในช่วงระยะ 200-300 เมตร (Hamada *et al*., 2010; Oliveira *et al*., 2011; Vu *et al*., 1998) บริเวณพื้นที่ชุมชนเมืองที่มีพื้นที่สีเขียว และเขตชุมชนเมืองโดยรอบพื้นที่สีเขียวที่ได้รับอิทธิพลอิทธิพลความเย็นจากพื้นที่สีเขียว เป็นบริเวณที่มีสภาพอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณชุมชนเมืองทั่วไป

อย่างไรก็ตามการที่จะจัดหาบริเวณพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ภายในเขตกรุงเทพมหานครนั้นเป็นไปอย่างยากลำบาก เนื่องจากปัญหาทางด้านภูมิศาสตร์ การศึกษานี้ผู้วิจัยจึงศึกษาอิทธิพลของพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ และอิทธิพลการเกิดอิทธิพลความเย็นของพื้นที่สีเขียว โดยมุ่งเน้นไปที่พื้นที่สีเขียวขนาดเล็ก เนื่องจากสามารถจัดหาพื้นที่ก่อสร้างได้ง่ายกว่า และยังจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้อาศัยในชุมชนเล็งเห็นถึงความสำคัญของการมีพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ชุมชน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การศึกษาขนาดพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

กำหนดจุดตรวจวัดโดยใช้ตำแหน่งของตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Grid) ในการกำหนดจุดตรวจวัด (วรัปศร, 2548) กำหนดระยะตารางตามความเหมาะสมของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง (ภาพที่ 1) ใช้เครื่อง Hygro-Thermometer ในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ที่ระดับความสูงจากพื้นประมาณ 1.50 เมตร ตามกฎการวัดอุณหภูมิอากาศ (Byers, 1959) โดยทำการบันทึกค่าในช่วงเวลา 14.00 - 16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ในแต่ละวันมีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุด (นำพวัลย์, 2549; รังสรรค์, 2547)

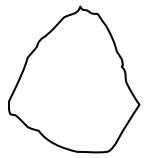
บันทึกและแสดงผลลงบนแผนที่ในรูปแบบของแนวเส้นอุณหภูมิและความชื้นที่เท่ากัน (Isoterm) และทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

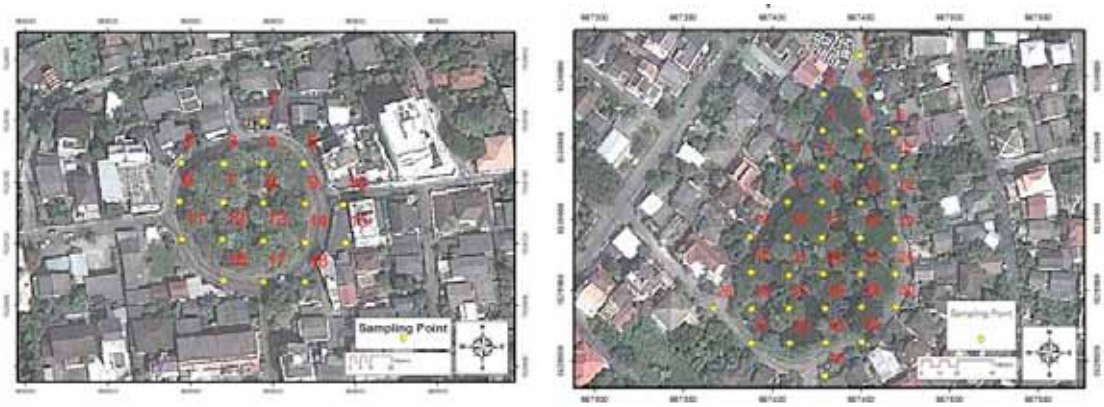
2. การศึกษาความเข้มแสงต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิ

ส่วนที่หนึ่ง การตรวจวัดความเข้มแสงและอุณหภูมิอากาศบริเวณพื้นที่โล่งปราศจากร่มเงาของอาคารหรือต้นไม้เพื่อป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการบดบังแสง เปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิพื้นผิวคอนกรีต และอุณหภูมิพื้นผิวของสวนหย่อมภายในสวน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการบดบังแสงโดยร่มเงาของต้นไม้ภายในสวน (Vu *et al*., 1998) วัดระดับความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์โดยใช้เครื่อง Lux Meter และใช้เครื่อง Hygro-Thermometer ในการตรวจวัดระดับอุณหภูมิอากาศ ในส่วนของระดับอุณหภูมิพื้นผิวใช้เครื่อง IR Thermometer ในการตรวจวัด ทำการตรวจวัดในช่วงเวลากลางวัน (6.00 - 18.00 น.)

ส่วนที่สอง ทำการวัดระดับความเข้มแสงภายในบริเวณพื้นที่สีเขียวทั้งสองแห่ง ซึ่งเป็นบริเวณที่ร่มเงาของต้นไม้ช่วยบดบังแสงอาทิตย์ คำนวณ % การบดบังแสงภายในบริเวณพื้นที่ศึกษาแต่ละแห่ง จากสมการที่ 1 และนำข้อมูลที่พบมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของระดับความเข้มแสงต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิอากาศภายในพื้นที่ศึกษา โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ชนิดข้อมูล	สวนวงเวียนพหลฯ24	สวนป่าประชานิเวศน์
1. ลักษณะพื้นที่		
2. ขนาดพื้นที่ (ไร่)	1.2	10
3. สิ่งปลูกสร้าง		
- สนามเด็กเล่น	มี	ไม่มี
- อาคารสำนักงาน	มี	มี
- สระน้ำ	ไม่มี	มี
- ลักษณะพื้นผิว	ลานตัวหนอน	สนามหญ้า
4. ปริมาณต้นไม้ (ต้น)		
- ไม้ยืนต้น	66	133
- ไม้ประธาน	36	60
- ไม้พุ่ม	40	69
รวม	**142**	**262**
5. ความหนาแน่นของปริมาณต้นไม้ต่อพื้นที่สีเขียว 1 ไร่	118.3	26.2



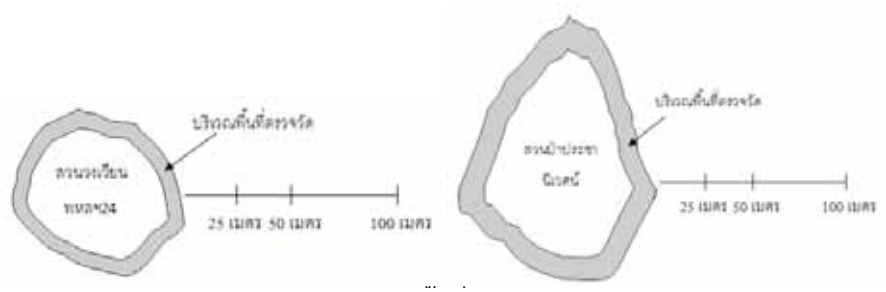
ภาพที่ 1 แผนที่จุดตรวจวัดสวนวงเวียนพหลฯ24 (ซ้าย) และสวนป่าประชานิเวศน์ (ขวา)

$$\% \text{ การบดบังแสง} = \frac{\text{ความเข้มแสงภายในพื้นที่ X 100}}{\text{ความเข้มแสงภายนอกพื้นที่}} \quad (1)$$

จากนั้นจึงศึกษาหาความสัมพันธ์ของการได้รับแสงต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีปัจจัยระดับความเข้มแสง และเปอร์เซ็นต์การบดบังแสงที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงสัปดาห์ ในรูปของกราฟและการวิเคราะห์สหสัมพันธ์

3. การศึกษา Cooling Effect ของพื้นที่สีเขียว

การวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ โดยกำหนดให้จุดตรวจวัดภายในบริเวณพื้นที่สีเขียวทั้งสองแห่งเป็นบริเวณขอบของพื้นที่ศึกษาโดยรอบ และจุดตรวจวัดภายนอกบริเวณพื้นที่โดยกำหนดให้มีระยะห่างจากพื้นที่ 25, 50 และ 100 เมตร ในลักษณะของ วงรัศมีจากพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่งดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จุดตรวจวัดในการศึกษาอิทธิพลความเย็นพื้นที่สวนวงเวียนพหล๓24 (ซ้าย) และสวนป่าประชานิเวศน์ (ขวา)

(Hamada *et al*., 2010 ; Oliveira *et al*., 2011) เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลความเย็นของพื้นที่สีเขียว ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในเขตบริเวณโดยรอบพื้นที่สีเขียวนั้นๆ

นำข้อมูลที่ได้มาเขียนกราฟค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่พบภายในสวนวงเวียนพหล๓24 และสวนป่าประชานิเวศน์ โดยเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่พบรอบพื้นที่ศึกษาในระยะห่าง 25, 50 และ 100 เมตร เพื่อศึกษาถึงความสามารถในการลดระดับอุณหภูมิอากาศของพื้นที่สีเขียวทั้งสองแห่ง (Oliveira *et al*., 2011) คำนวณค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ จากสมการที่ 2 และสมการที่ 3 ตามลำดับ

$$T_{u\text{-}g} = T_u - T_g \quad (2)$$

$$RH_{u\text{-}g} = RH_u - RH_g \quad (3)$$

กำหนดให้ $T_{u\text{-}g}$ และ $RH_{u\text{-}g}$ คือ ค่าความแตกต่างของระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดได้ระหว่างพื้นที่ภายนอกและภายในพื้นที่สีเขียว T_u และ RH_u คือ ค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (℃) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ที่วัดได้จากจุดตรวจวัดที่มีระยะห่างจากพื้นที่สีเขียว 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ เขียนในรูปสมการที่ระยะห่างต่างๆ ได้ดังนี้ T_{25}, T_{50} และ T_{100} และ RH_{25}, RH_{50} RH_{100} ส่วน T_g และ RH_g คือ ค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (℃) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) ที่วัดได้ภายในเขตพื้นที่สีเขียวตามลำดับ (Hamada *et al*., 2010)

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่สีเขียวและอิทธิพลความเย็นต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้การหาความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) ในการวิเคราะห์

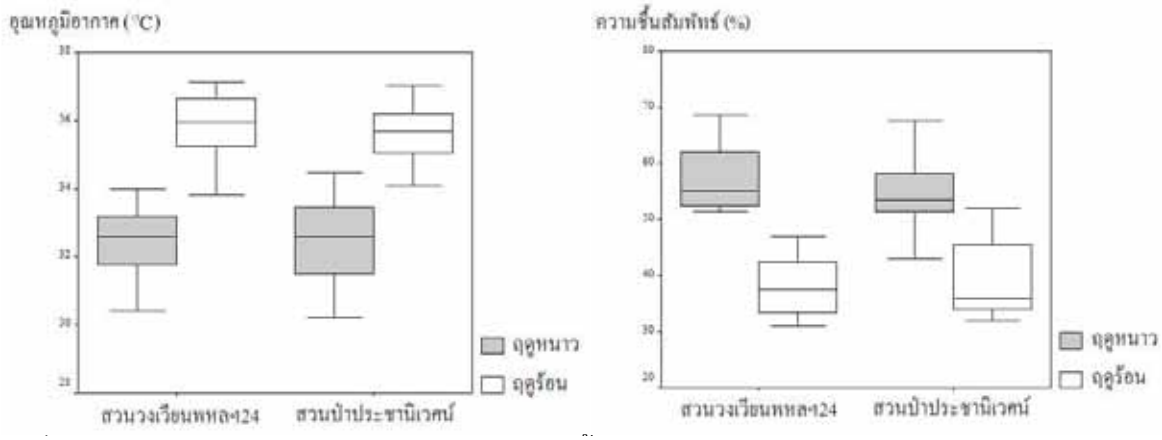
สถานที่ศึกษา ได้แก่ บริเวณพื้นที่สีเขียวและพื้นที่โดยรอบสวนวงเวียนพหล๓24 และสวนป่าประชานิเวศน์ ในพื้นที่เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ทำการตรวจวัดในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน – ธันวาคม พ.ศ. 2555) และช่วงฤดูร้อน (มีนาคม – เมษายน พ.ศ. 2556) โดยทำการตรวจวัดในแต่ละจุดทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 1 เดือน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละช่วงฤดู

ผลการศึกษาวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของขนาดพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

ผลการศึกษาระดับอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ในช่วงฤดูร้อน สวนป่าประชานิเวศน์มีระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำกว่าสวนวงเวียนพหล๓24 ส่วนในช่วงฤดูหนาวนั้น พบว่าทั้งสองพื้นที่มีระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยในช่วงฤดูหนาวระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายในสวนวงเวียนพหล๓24 และสวนป่าประชานิเวศน์มีค่าเฉลี่ยที่ 32.4℃ ส่วนในช่วงฤดูร้อนระดับอุณหภูมิเฉลี่ยภายในสวนวงเวียนพหล๓24 อยู่ที่ 35.8℃ และสวนป่าประชานิเวศน์อยู่ที่ 35.6℃ ในส่วนของระดับความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ช่วงฤดูร้อน สวนป่าประชานิเวศน์มีระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่าสวนวงเวียนพหล๓24 ส่วนในช่วงฤดูหนาวนั้น สวนวงเวียนพหล๓24 มีระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่าเล็กน้อย โดยในช่วงฤดูหนาวระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในสวนวงเวียนพหล๓24 และสวนป่าประชานิเวศน์ มีค่าเท่ากับ 57% และ 55% ส่วนในช่วงฤดูร้อนระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายในสวนวงเวียนพหล๓24 อยู่ที่ 38% และสวนป่าประชานิเวศน์อยู่ที่ 39% การกระจายของข้อมูลดังภาพที่ 3

ผลการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์จากสวนวงเวียนพหล๓24 ในฤดูหนาวมีค่าเท่ากับ 4.923 และ 0.9675 ตามลำดับ และในฤดูร้อนเท่ากับ 4.832 และ 0.9142 ตามลำดับ ส่วนสวนป่าประชานิเวศน์ในฤดูหนาวเท่ากับ 4.929 และ 1.2037 ตามลำดับ และในฤดูร้อนเท่ากับ 6.360 และ 0.6879 ตามลำดับ กล่าวคือ ค่าอุณหภูมิอากาศที่ตรวจวัดได้จากทั้งสองพื้นที่ศึกษานั้นมีความแปรปรวนน้อยกว่า



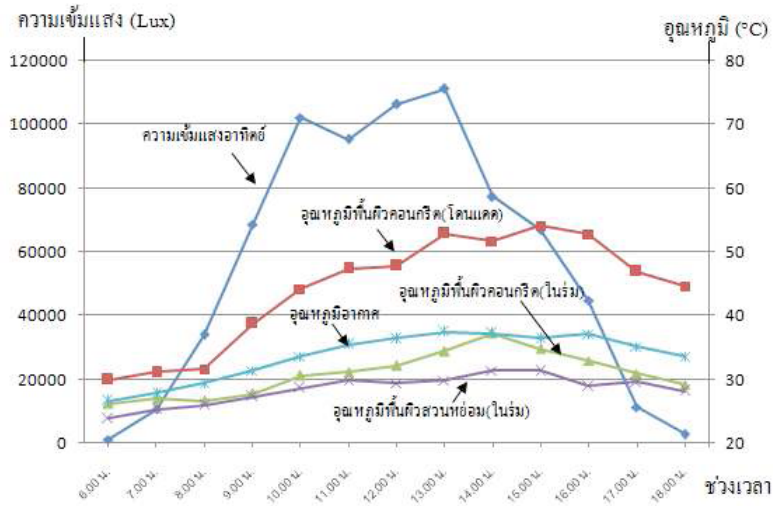
ภาพที่ 3 ระดับอุณหภูมิอากาศ (°C) และระดับความชื้นสัมพัทธ์ (%)

เมื่อเทียบกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ โดยในช่วงฤดูร้อนค่าอุณหภูมิอากาศที่ตรวจวัดได้จากสวนป่าประชานิเวศน์มีความแปรปรวนของข้อมูลน้อยกว่า เมื่อเทียบกับข้อมูลจากสวนวงเวียนพหลฯ24 ตรงข้ามกับผลของความชื้นสัมพัทธ์ที่สวนป่าประชานิเวศน์มีความแปรปรวนของข้อมูลมากกว่า ส่วนผลการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงฤดูหนาว พบว่า ค่าอุณหภูมิอากาศที่ตรวจวัดได้จากสวนป่าประชานิเวศน์มีความแปรปรวนมากกว่า เมื่อเทียบกับข้อมูลจากสวนวงเวียนพหลฯ24 ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์นั้นมีความแปรปรวนของข้อมูลใกล้เคียงกัน

นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.01 มีค่า Pearson Correlation จากสวนวงเวียนพหลฯ24 เท่ากับ -0.778 (ฤดูร้อน) และ -0.753 (ฤดูหนาว) และสวนป่าประชานิเวศน์มีค่าเท่ากับ -0.640 (ฤดูร้อน) และ -0.630 (ฤดูหนาว) กล่าวคืออุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดได้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ความสัมพันธ์เกิดขึ้นในรูปแบบเชิงลบ (Negative Correlation) ในระดับสูง

2. ผลของความเข้มแสงต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิ

ผลการศึกษาอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศ โดยทำการวัดระดับความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิพื้นผิวคอนกรีต บริเวณพื้นที่โล่ง เปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิพื้นผิวคอนกรีต และอุณหภูมิพื้นผิวของสวนหย่อมภายในสวน ในช่วงเวลากลางวัน (6.00 น.-18.00 น.) ได้ผลการศึกษาดังภาพที่ 4 โดยสามารถแบ่งผลการศึกษาได้เป็น 3 ช่วงเวลาตามระดับปริมาณความเข้มแสง ได้แก่ ช่วงเช้า (6.00 น. – 8.00 น.) ซึ่งพบระดับความเข้มแสงใกล้เคียงกันในปริมาณต่ำ



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบระดับความเข้มแสง และอุณหภูมิลักษณะต่างๆ

ช่วงกลางวัน (9.00 น. - 13.00 น.) ซึ่งเป็นช่วงระดับความเข้มแสงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับสูงสุดในรอบวัน และช่วงเย็น (หลัง 14.00 น. เป็นต้นไป) ซึ่งเป็นช่วงที่ระดับความเข้มแสงลดต่ำลง

ผลการวิเคราะห์สถิติสหสัมพันธ์เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของระดับความเข้มแสง ต่อระดับอุณหภูมิอากาศ และระดับอุณหภูมิพื้นผิวลักษณะต่างๆ พบว่า ข้อมูลมีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีค่า Pearson Correlation ของระดับอุณหภูมิพื้นผิวคอนกรีต(ที่โล่งแจ้ง), พื้นผิวคอนกรีต(ในร่ม), พื้นสวนหย่อมในร่ม และอุณหภูมิอากาศ เท่ากับ 0.561, 0.578, 0.600 และ 0.615 ตามลำดับ กล่าวคือ ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก (Positive Correlation) เมื่อระดับความเข้มแสงเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ระดับอุณหภูมิอากาศ และระดับอุณหภูมิพื้นผิวเพิ่มสูงขึ้นตาม ทั้งนี้ เมื่อดูจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งหมดแล้ว พบว่า ความเข้มแสงมีความสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิอากาศมากที่สุด รองลงมาคือ ระดับอุณหภูมิพื้นผิวของสวนหย่อม อุณหภูมิพื้นผิวคอนกรีตในร่ม และอุณหภูมิพื้นผิวคอนกรีตกลางแจ้ง ตามลำดับ

ผลการศึกษาความสามารถของร่มเงาจากต้นไม้ ภายในบริเวณพื้นที่สีเขียวในการลดระดับปริมาณความเข้มแสง (ตารางที่ 2) โดยทำการเก็บข้อมูล ณ จุดตรวจวัดแต่ละจุดของพื้นที่ศึกษาทั้งสองแห่ง พบว่าสวนวงเวียนพหลฯ24 มีจุดที่ร่มเงาไม้สามารถลดปริมาณแสงได้สูงสุดถึง 99% ขณะที่สวนป่าประชานิเวศน์พบสูงสุดที่ 97% โดยทั้งสองจุด เป็นจุดตรวจวัดที่อยู่ลึกเข้าไปในบริเวณสวน ส่วนจุดที่พบว่ามีการลดปริมาณแสงได้น้อยที่สุดนั้น สวนวงเวียนพหลฯ24 และสวนป่าประชานิเวศน์ พบต่ำสุดที่ 1% และ 0% ตามลำดับ ซึ่งจุดดังกล่าวจะเป็นจุดตรวจวัดบริเวณรอบนอกพื้นที่สวน ซึ่งปราศจากร่มเงาไม้บดบังแสง

ตารางที่ 2 ค่าการบดบังแสง

พื้นที่ศึกษา	% การบดบังแสง		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ยรวม
สวนวงเวียนพหลฯ24	99	1	47.6
สวนป่าประชานิเวศน์	96	0	55.9

จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการได้รับแสงในช่วงฤดูร้อน สวนป่าประชานิเวศน์ มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่า และมีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ขณะที่สวนวงเวียนพหลฯ24 นั้นปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (สัปดาห์ที่ 1 สวนวงเวียนพหลฯ24)

	ความเข้มแสง	% การบดบังแสง
อุณหภูมิอากาศ	0.495*	-0.493*
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.221	0.219

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย (สัปดาห์ที่ 1 สวนป่าประชานิเวศน์)

	ความเข้มแสง	% การบดบังแสง
อุณหภูมิอากาศ	0.640**	-0.640**
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.383*	0.382*

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าโดยหลักๆ แล้ว ปัจจัยการได้รับแสงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิมากที่สุด ซึ่งในส่วนของผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับระดับอุณหภูมิอากาศที่ตรวจวัดได้ ณ จุดตรวจวัดภายในสวนทั้งสองแห่ง ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่า ข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 กล่าวคือ จุดตรวจวัดที่พบปริมาณความเข้มแสงในระดับสูง มักจะตรวจพบระดับอุณหภูมิอากาศในปริมาณที่สูง เช่นเดียวกันกับจุดตรวจวัดที่มีอัตราการบดบังแสงจากร่มเงาไม้ ทำให้ระดับปริมาณความเข้มแสงต่ำกว่าจุดอื่น ก็มักพบระดับอุณหภูมิอากาศในระดับต่ำกว่าจุดอื่น

3. อิทธิพลความเย็นของพื้นที่สีเขียว

ผลการศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ ระหว่างอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยจากจุดตรวจวัดภายในรัศมีโดยรอบสวน และอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกสวนที่ระยะห่าง 25, 50 และ 100 เมตร จากตารางที่ 4 พบว่า ระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้จากจุดตรวจวัดภายในรัศมีโดยรอบสวนของพื้นที่สีเขียวทั้งสองแห่งมีค่าต่ำกว่าระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้ภายนอกสวนในทุกระยะทาง พบความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 5 อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์จากอิทธิพลความเย็น

พื้นที่ศึกษา	อุณหภูมิอากาศ (°C)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	$T_{25} - T_g$	$T_{50} - T_g$	$T_{100} - T_g$	$RH_{25} - RH_g$	$RH_{50} - RH_g$	$RH_{100} - RH_g$
สวนวงเวียนพหลฯ24	1.6	2.2	2.3	-2	-4	-7
สวนป่าประชานิเวศน์	0.3	0.7	0.8	1	0	0

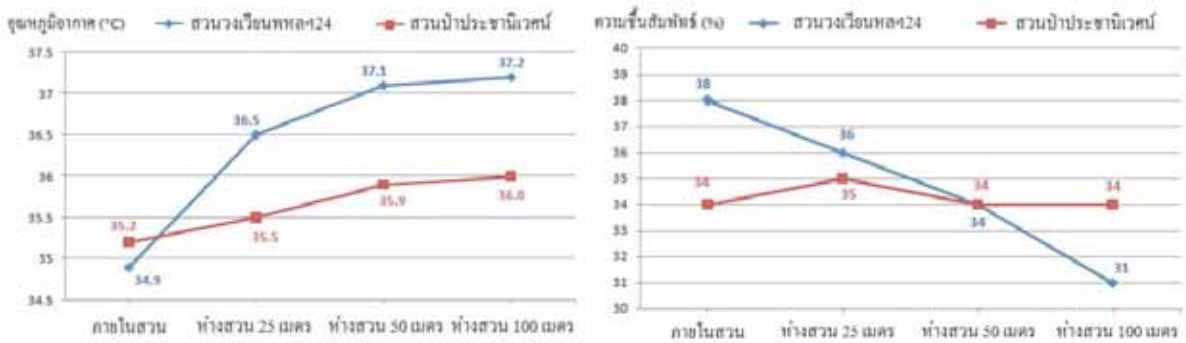
จากสวนวงเวียนพหลฯ24 โดยพบว่าที่ระยะห่าง 100 เมตร พบความแตกต่างของระดับอุณหภูมิอากาศสูงถึง 2.3°C ขณะที่สวนป่าประชานิเวศน์พบที่ 0.8°C ที่ระยะห่างเดียวกัน

ในส่วนของผลการศึกษาความแตกต่างของความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยจากจุดตรวจวัดภายในรัศมีโดยรอบสวน และจากจุดตรวจวัดภายนอกสวนที่ระยะห่าง 25, 50 และ 100 เมตร จากตารางที่ 5 พบว่า ระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ตรวจวัดได้จากจุดตรวจวัดภายในรัศมีโดยรอบสวน มีค่าสูงกว่าระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยที่ตรวจวัดได้ภายนอกสวนในทุกระยะทาง พบความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างเห็นได้ชัดจากสวนวงเวียนพหลฯ24 โดยพบว่า ที่ระยะห่าง 100 เมตร พบความแตกต่างของระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงถึง 7% ขณะที่สวนป่าประชานิเวศน์ไม่พบถึงความแตกต่างของระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ระยะห่างเดียวกัน

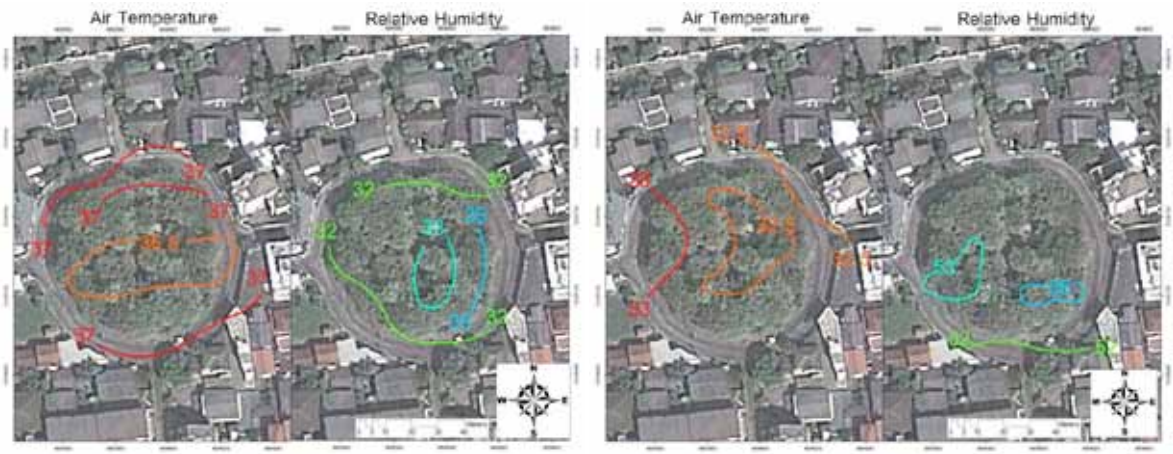
เมื่อนำข้อมูลมาเขียนกราฟ เพื่อศึกษาอิทธิพลความเย็นของพื้นที่สีเขียวทั้งสองแห่ง โดยทำการศึกษาระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายในบริเวณพื้นที่สีเขียว เปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกบริเวณที่ระยะห่าง 25, 50 และ 100 เมตร ผลการศึกษาพบว่าโดยภาพรวมแล้วสวนป่าประชานิเวศน์มีระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันเล็กน้อย เมื่อเทียบระหว่างภายในสวน และภายนอกสวน โดยที่ระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆ เปลี่ยนแปลงเมื่อมีระยะห่างจากสวน ขณะที่ระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดได้จากสวนวงเวียนพหลฯ24 มีความแตกต่างกันมาก และเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อมีระยะห่างจากสวน แสดงให้เห็นว่า สวนป่าประชานิเวศน์มีแนวโน้มในการเกิดอิทธิพลความเย็นที่ดีกว่าสวนวงเวียนพหลฯ24 ดังแสดงในภาพที่ 5

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางระหว่างขนาดพื้นที่สีเขียวและระยะห่างจากพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศ ได้ F = 0.205 และ Sig. = 0.817 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐาน เช่นเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางระหว่างขนาดพื้นที่สีเขียวและระยะห่างจากพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งได้ผลลัพธ์ในลักษณะเดียวกัน (F = 0.996 และ Sig. = 0.389) แสดงว่าขนาดพื้นที่และระยะห่างมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์

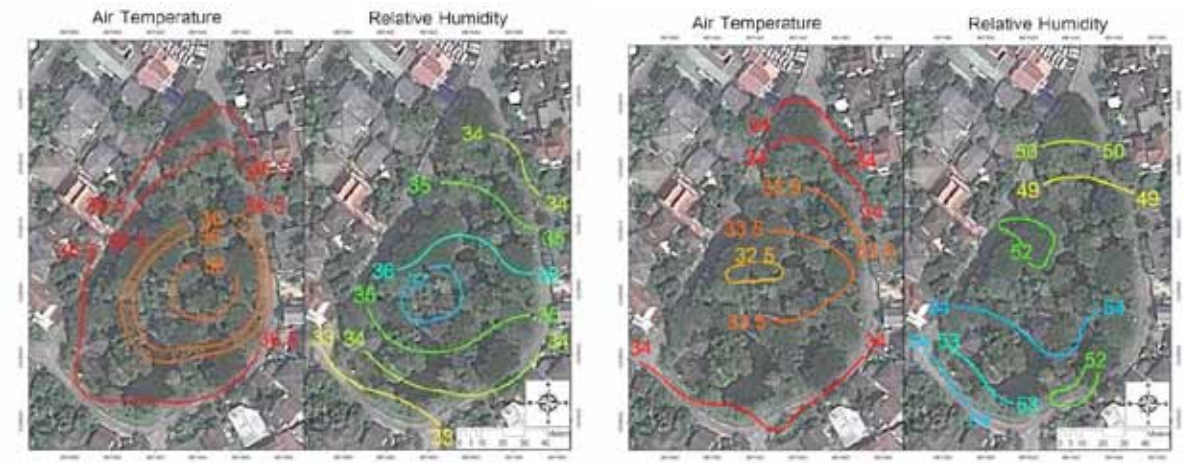
นอกจากนี้เมื่อทำการเขียนเส้นอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากัน (ภาพที่ 6 และ 7) ตัวอย่างข้อมูลเส้นอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากันในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ยืนยันให้เห็นถึงอิทธิพลความเย็นที่แตกต่างกันของพื้นที่ทั้งสองแห่ง และยังทำให้อธิบายในส่วนของความสัมพันธ์ของระดับความเข้มแสงและ % การบดบังแสงในพื้นที่ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 5 อิทธิพลความเย็นต่อระดับอุณหภูมิอากาศ (ซ้าย) และระดับความชื้นสัมพัทธ์ (ขวา)



ภาพที่ 6 ตัวอย่างแนวเส้นระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากันภายในพื้นที่สวนวงเวียนพหลฯ24 ช่วงฤดูร้อน (ซ้าย) และฤดูหนาว (ขวา)



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแนวเส้นระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากันภายในพื้นที่สวนป่าประชานิเวศน์ ช่วงฤดูร้อน (ซ้าย) และฤดูหนาว (ขวา)

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า ระดับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิพื้นผิวมีค่าแปรผันตรงกับค่าความเข้มแสง ได้ผลในลักษณะเดียวกันทั้งจากบริเวณที่โล่งภายนอกสวน และบริเวณภายในสวน โดยบริเวณที่พบระดับอุณหภูมิอากาศสูง เป็นบริเวณภายนอกพื้นที่ หรือบริเวณรอบนอก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นถนนคอนกรีต และมักเป็นบริเวณที่ปราศจากร่มเงาจากต้นไม้ใหญ่ในการช่วยบังแสงอาทิตย์ ทำให้เกิดการสะสมความร้อนจากการได้รับรังสีจากอาทิตย์โดยตรง ส่วนบริเวณที่พบระดับอุณหภูมิอากาศต่ำ เป็นบริเวณภายในพื้นที่สวน ซึ่งเต็มไปด้วยต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มและต้นหญ้า ซึ่งช่วยเป็นร่มเงาในการป้องกันการสะสมความร้อนบนพื้นผิวจากการได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ (เดชา, 2543; ปณิษฐา, 2551; รังสรรค์, 2547; วรัปศร, 2548) นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่สีเขียวขนาดเล็กมีอิทธิพลความเย็น (Cooling Effect) แก่บริเวณโดยรอบได้ในระดับหนึ่ง เช่นเดียวกับพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ แต่อาจมีความแตกต่างกันในด้านของประสิทธิภาพ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น ทิศทางลม แรงลม ที่สามารถนำพาไอเย็นจากพื้นที่สีเขียวสู่เขตชุมชนเมืองได้ (Hamada *et al*., 2010; Oliveira *et al*., 2011)

อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า สวนวงเวียนพหลฯ24 ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า แต่ในช่วงฤดูหนาวกลับพบระดับอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกับสวนป่าประชานิเวศน์ ซึ่งทางผู้วิจัยคาดว่าปัจจัยหลักอาจเกิดจากอัตราส่วนความหนาแน่นของต้นไม้

ในพื้นที่ ซึ่งสวนวงเวียนพหลฯ24 มีมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด ทำให้มีการรักษาระดับความเย็นได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2552). การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต. ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

เดชา บุญค้ำ. (2543). ต้นไม้ใหญ่ในงานก่อสร้างและพัฒนาเมือง. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นำพวัลย์ กิจรักษ์กุล. (2549). ภูมิอากาศของประเทศไทย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม

ปณิษฐา ปฏิเมธา. (2551). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน: กรณีศึกษาพื้นที่เขตปทุมวัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รังสรรค์ อาภาคัพภะกุล. (2547). อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วรัปศร อัคนียุทธ. (2548). อิทธิพลของขนาดพื้นที่สีเขียวที่มีต่ออุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในเขตเมือง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทร บุญญาธิการ. (2542). บ้านประหยัดพลังงาน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Byers, H.R.. 1959. General meteorology (3rd ed.). McGraw-Hill, New York

Hamada, S. and Takeshi O.. (2010). Seasonal variations in the cooling effect of urban green areas on surrounding urban areas. Urban Forestry & Urban Greening 9: 15-24.

Oliveira, S., Henrique A. and Teresa V.. (2011). The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. Building and Environment, 46, 2186-2194.

Vu T. C., Takashi A. and E. M. Abu. 1998. Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park. Energy and Buildings, 29, 83-92.