

ข้อพิจารณาในการเลือกพืชพรรณสำหรับการออกแบบ สวนหลังคาอย่างยั่งยืนในกรุงเทพมหานคร

Considerations for Plant Selection for Sustainable Roof Garden Design in Bangkok

สหภพ เปรมสมบัติ^{1*}, อมาวงศ์ สุริยจันทร์²

^{1,2} ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Sahaphop Pramsombut^{1*}, Chamawong Suriyachan²

^{1,2} Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

* Corresponding author, Email: sahaphopco1@gmail.com

Received: 30/08/2025 Revised: 14/11/2025 Accepted: 25/11/2025

บทคัดย่อ

สวนหลังคาเป็นทางเลือกสำคัญในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว แต่ยังคงขาดแนวทางที่ชัดเจนในการพิจารณาเลือกพืชพรรณที่สอดคล้องกับบริบทสวนหลังคา ทั้งในด้านกายภาพ ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และการบำรุงรักษาระยะยาว ทำให้การพัฒนาหลักเกณฑ์ที่ครอบคลุมทั้งเชิงนิเวศ สุนทรียะ และการใช้งานพื้นที่เป็นสิ่งจำเป็น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเงื่อนไขและข้อจำกัดในการเลือกใช้พืชพรรณที่เหมาะสมกับสวนหลังคาในเขตกรุงเทพมหานคร คัดเลือกกรณีศึกษาสวนหลังคาในย่านที่มีความหนาแน่นของอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร 4 แห่ง ได้แก่ สยามสเคป สามย่านมิตรทาวน์ โรงพยาบาลเมดพาร์ค และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.) โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่ รวบรวมชนิดพืชพรรณ และสภาพอากาศ นำมาพิจารณาองค์ประกอบด้านการออกแบบสวนหลังคา เช่น การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้งานและปลูกพืช ประกอบกับการสัมภาษณ์ผู้ดูแล จากการสำรวจปัญหา และกระบวนการบำรุงรักษา งบประมาณ พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อพืชพรรณสวนหลังคาของแต่ละกรณีศึกษา เพื่อนำไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผลการศึกษาพบว่าสวนหลังคาแต่ละแห่งมีปัจจัยทางกายภาพที่หลากหลาย ซึ่งส่งผลต่อการเลือกชนิดพืช พื้นที่ที่ได้รับแสงแดดและมีวัสดุปลูกที่เอื้อต่อการเลือกใช้พืชได้หลากหลาย ความลาดชันและสัดส่วนพื้นที่ลาดชันยังเป็นข้อจำกัดต่อการใช้ประโยชน์และการดูแลรักษา จะเห็นได้ว่าพืชส่วนใหญ่ที่พบมีความสามารถในการปรับตัวต่อปัจจัยธรรมชาติของสวนหลังคา เช่น ระดับแสง ลม ความชื้น และศัตรูพืช ที่มีผลโดยตรงต่อสุขภาพของพืช ซึ่งเป็นปัจจัยที่ถูกรับมากที่สุดจากทั้ง 4 กรณีศึกษา และบางชนิดมีความเสี่ยงต่อโครงสร้างอาคาร การเลือกชนิดพืชจึงควรมีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของพื้นที่เพื่อความยั่งยืนของระบบนิเวศ นอกจากนี้ยังพบปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อการจัดการสวนหลังคา เช่น ข้อจำกัดด้านงบประมาณในการบำรุงรักษา โดยงบประมาณมีค่าแรงเป็นปัจจัยหลักในการบำรุงรักษาสวนหลังคาในระยะยาว ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้พัฒนาการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเลือกพืชพรรณชนิดอื่น ๆ สำหรับสวนหลังคาในบริบทของกรุงเทพมหานคร

คำสำคัญ: ข้อพิจารณาในการออกแบบ, ยั่งยืน, สวนหลังคา, วัสดุพืชพรรณ, กรุงเทพมหานคร

Abstract

Green roofs provide an important means of increasing urban green space, yet clear guidelines for plant selection remain limited. This study examines conditions and constraints influencing plant selection for green roofs in Bangkok. Four case studies located in high-density areas were selected SIAMSCAPE, Samyan Mitrtown, MedPark Hospital, and the Thai Health Promotion Foundation (ThaiHealth). Data was collected through site surveys, plant inventories, and climate observations, along with analysis of rooftop garden design components such as spatial arrangement and planting zones. Interviews with maintenance staff revealed common problems, management processes, and budget considerations, while expert input supported the evaluation of influencing factors. Results show that physical factors including sunlight exposure, substrate depth, and building height play a critical role in plant selection. Areas with greater sunlight and deeper planting media allowed for more diverse species, while steep slopes and extensive hardscape areas posed key limitations for use and maintenance cost. Most plant species observed could adapt to rooftop conditions, including light, wind, humidity, and pests, which were identified as the most frequent challenges to plant health. However, some species presented risks to building structures.

Plant selection must therefore correspond to environmental conditions and site-specific constraints to ensure ecological sustainability. In addition, social and economic factors were also found to influence the management of roof gardens, such as budget constraints for maintenance. In the long term, labor costs constitute a significant factor in roof garden upkeep. The recommendations from this study can be applied to further research on the selection of other plant species for roof gardens within the context of Bangkok.

Keywords: Design considerations, Sustainable, Roof garden, Plant materials, Bangkok

1. บทนำ

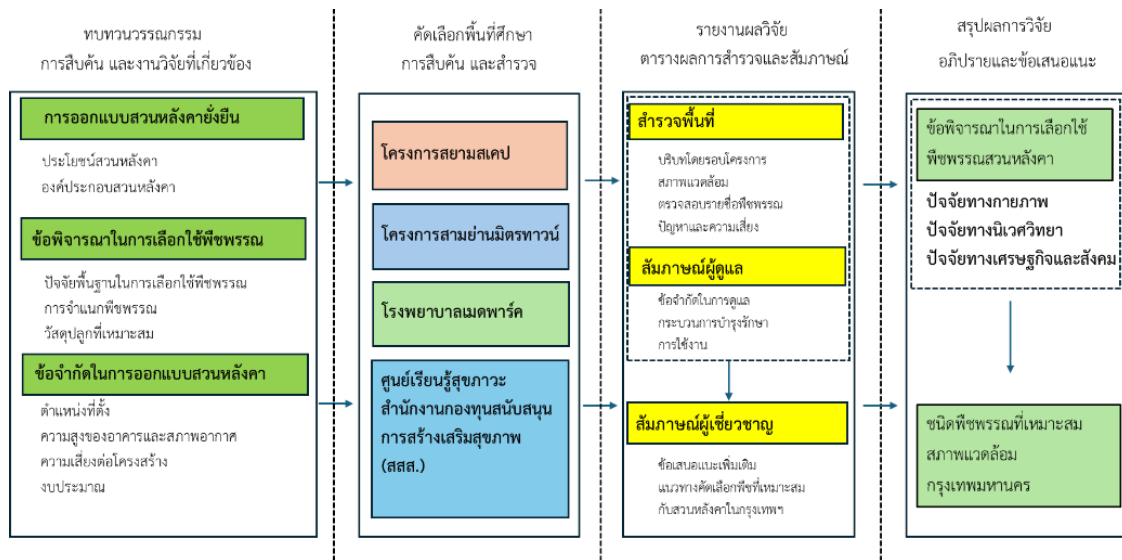
การพัฒนาสวนหลังคา (Roof Garden) เป็นส่วนหนึ่งของแนวทางการออกแบบอย่างยั่งยืน (Sustainable Design) ที่ช่วยสร้างประโยชน์หลากหลาย ทั้งการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อความสวยงามและคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Oberndorfer et al., 2007) ยังทำหน้าที่เป็นพื้นที่อยู่อาศัยสำหรับสัตว์ป่า (Getter & Rowe, 2006) รวมถึงช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศ และการลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง (Dunnett & Kingsbury, 2008) แม้ว่าในปัจจุบันสวนหลังคาในกรุงเทพมหานครจะมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น แต่ยังไม่มีการส่งเสริมหรือเกณฑ์มาตรฐานที่ชัดเจนสำหรับการพัฒนาสวนหลังคาและยังขาดแผนปฏิบัติการหรือแรงจูงใจจากภาครัฐในการสนับสนุนให้เกิดพื้นที่สีเขียวบนอาคาร (ทฤตมนันต์, 2561) รวมถึงงานวิจัยที่มีจำกัด ดังนั้นการศึกษาระบบการหรือการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานโดยเฉพาะการคัดเลือกชนิดพืชพรรณและประสิทธิภาพของพืชยังคงมีความท้าทายด้านข้อจำกัดทางสิ่งแวดล้อมภายในกรุงเทพมหานคร ที่ยังไม่สามารถใช้พืชท้องถิ่นทั่วไปได้ทุกชนิด เนื่องจากการเลือกใช้พืชพรรณสวนหลังคาจำเป็นต้องพิจารณาหลายปัจจัยอย่างรอบคอบ เพื่อให้สามารถนำเสนอพืชพรรณสำหรับสวนหลังคาที่เหมาะสมและยั่งยืนได้ (Vijayaraghavan, 2014) ดังนั้นการเลือกพืชสำหรับสวนหลังคามีข้อจำกัดที่แตกต่างจากภูมิทัศน์ทั่วไป เนื่องจากสวนหลังคามักตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความรุนแรงมากกว่า เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่รวดเร็ว ความแห้งแล้ง และลมแรง (Getter & Rowe, 2006) ปัจจัยเหล่านี้อาจทำให้พืชพื้นถิ่นจำนวนหนึ่งไม่สามารถปรับตัวได้อย่างเหมาะสม (Luckett, 2009) ควรให้ความสำคัญกับสุขภาพของต้นไม้เป็นอันดับแรกเนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อผู้คนและทรัพย์สินได้หากเลือกชนิดปลูกและดูแลรักษาไม่ถูกต้อง การประเมินองค์ประกอบของสายพันธุ์ พื้นที่การเจริญเติบโต รวมถึงการออกแบบและการจัดการของภูมิทัศน์ เพื่อให้แน่ใจว่าสวนหลังคาสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว ในขณะที่ลดความเสี่ยงที่ต้นไม้จะล้มลงให้น้อยที่สุด (Law et al., 2021) ที่ผ่านมามีการศึกษาด้านการเลือกพืชพรรณสวนหลังคาในประเทศไทยยังมีไม่มาก ประกอบกับยังขาดฐานข้อมูลพืชพรรณที่เหมาะสมต่อบริบทของกรุงเทพมหานคร ทำให้การออกแบบและดูแลรักษาสวนหลังคาในระยะยาวยังมีความท้าทายสูง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาเงื่อนไขและข้อจำกัดในการเลือกใช้พืชพรรณสวนหลังคาที่ยั่งยืนของกรุงเทพมหานคร
- 2.2 ข้อเสนอแนะในการเลือกใช้พืชพรรณสวนหลังคาที่ยั่งยืนของกรุงเทพมหานคร

3. วิธีการวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเริ่มจาก (1) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณสวนหลังคา (2) คัดเลือกพื้นที่ศึกษาและสำรวจ (3) วิเคราะห์ปัจจัยกายภาพ ชีววิทยา ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม ข้อจำกัดและความเสี่ยง (4) สรุปผลและอภิปราย ตามกรอบความคิดงานวิจัย (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงกรอบความคิดในงานวิจัย

3.1 คำถามงานวิจัย

การเลือกใช้พืชพรรณสวนหลังคาอย่างยั่งยืนในบริบทเมืองของกรุงเทพมหานครมีเงื่อนไขและข้อจำกัดอย่างไร

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมในงานวิจัยนี้ใช้แนวทางการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งเน้นการศึกษาในหัวข้อสำคัญได้แก่ การออกแบบสวนหลังค้ายั่งยืน ข้อพิจารณาในการออกแบบสวนหลังคาและข้อจำกัดในการออกแบบ

3.2.1 การออกแบบสวนหลังค้ายั่งยืน สวนหลังคามีศักยภาพในการปรับปรุงระบบกันความร้อน ลดการใช้พลังงานในอาคาร ลดผลกระทบของเกาะความร้อนในเมือง และเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง สวนหลังคาเป็นการปกคลุมหลังคาของอาคารด้วยพืชพรรณและดินปลูก ซึ่งอยู่เหนือชั้นกันซึม ชั้นระบายน้ำ และฉนวนกันความร้อน (Dunnett & Kingsbury, 2008)

ก) พื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้บนสวนหลังคา สวนหลังคาควรมีพื้นที่ปลูกที่มีดินเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของราก กระบะที่ยกสูงหรือกระบะที่เหมาะสมสำหรับปลูกต้นไม้บนอาคาร เพื่อป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้าง (Law et al., 2021) คุณลักษณะที่ดีของกระบะหรือหลุมปลูกต้นไม้ ควรสามารถรักษาความชื้นได้ดีการระบายน้ำภายในดี น้ำในกระบะหรือหลุมปลูกไม่ขังให้รากเน่ามีความสามารถรองรับน้ำหนักของวัสดุปลูกและต้นพืชได้ดี ไม่เปราะแตกร้าวง่าย (พชร เลิศปิวิวัฒนา, 2547)

ข) การแบ่งเขตพื้นที่ ผู้ใช้งานสวนหลังคาจะอยู่เฉพาะในพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงและเดินสำรวจได้ โดยพื้นที่ถูกแบ่งออกเป็น 3 เขตหลักตามพฤติกรรมการใช้งาน ได้แก่ (1) เขตพื้นที่ที่สามารถเดินได้ ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่โล่งสำหรับกิจกรรมกลางแจ้ง สวนที่มีพืชพรรณหลากหลาย และพื้นที่พักผ่อนที่มีร่มเงาและสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น โต๊ะ และเก้าอี้ (2) เขตพื้นที่ที่ไม่สามารถเดินได้ เช่น แปลงดอกไม้หรือพื้นที่ที่ปิดไม่ให้เข้าถึง และ (3) เขตพื้นที่นอกขอบเขตการศึกษา เช่น พื้นที่ในร่มหรือการแบ่งพื้นที่เหล่านี้มักแสดงผ่านแนวเขตและวัสดุต่าง ๆ เช่น รั้ว พืชพันธุ์ พื้นไม้ หรือคอนกรีต รวมถึงความแตกต่างด้านความสูง พื้นผิว และการมีองค์ประกอบสีเขียวร่วมด้วย (Nguyen-Tran & Murata, 2020)

3.2.2 ข้อพิจารณาในการออกแบบสวนหลังคา

ก) ปัจจัยพื้นฐานในการเลือกใช้พืชพรรณสวนหลังคา

- การระบุวัตถุประสงค์ของพืชพรรณ การเลือกพืชพรรณควรเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่น ให้ความร่มเงา เพิ่มความสวยงาม บังลม หรือส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ โดยต้องพิจารณาความเหมาะสมกับลักษณะอาคาร และบริบทแวดล้อมที่อยู่ในพื้นที่ภูมิอากาศเดียวกัน เช่น ความร้อนสะสม ลมแรง หรือร่มของอาคาร อาจแตกต่างกันในแต่ละจุดและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Abuseif et al., 2022)

- การพิจารณาสภาพแวดล้อมของพื้นที่สำหรับพืชพรรณบนสวนหลังคา การออกแบบสวนหลังคาจำเป็นต้องประเมินปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลัก ได้แก่ ระดับแสงแดดหรือความผันผวนของอุณหภูมิและฤดูกาล ความแรงของลมที่อาจทำให้พืชเติบโตผิดปกติหรือเสียหายง่าย นอกจากนี้ยังต้องประเมินความสามารถของพืชในการปรับตัวกับชั้นดินและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เช่น ความร้อนจัด ความชื้นไม่สม่ำเสมอ และการคายน้ำสูง เพื่อพิจารณากระบวนการปลูกที่เหมาะสม (German Landscape Research Institute (FLL), 2018)

ข) คุณสมบัติทางสรีรวิทยาและความทนทานของต้นไม้ ความทนทานของต้นไม้ (Tree Tolerance) พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการอยู่รอดแตกต่างกันหลังการปลูกใหม่ ขึ้นอยู่กับลักษณะราก ความสามารถในการงอกใหม่ และลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น ผิวใบมีขนหรือชั้นไขที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำ รวมถึงความสามารถในการทนน้ำขังหรือสภาวะแห้งแล้ง (Hirons & Percival, 2011)

ค) ความลึกของวัสดุปลูก ดินและวัสดุปลูกต้องเหมาะสมกับโครงสร้างของสวนหลังคา โดยควรมีคุณสมบัติเบา แข็งแรง ระบายน้ำและอากาศได้ดี และมีความชื้นพอเหมาะ วัสดุที่นิยมใช้ เช่น ขุยมะพร้าว ทราย เปลือกถั่ว ดินผสม ซึ่งช่วยยึดเกาะรากและมีธาตุอาหารพอเพียง วัสดุเหล่านี้ยังเอื้อต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซบริเวณราก ช่วยให้พืชตั้งตัวและเติบโตได้ดีในสภาวะแวดล้อมที่จำกัดของสวนหลังคา (พชร เลิศปิวิวัฒนา, 2547) เพื่อให้การระบายอากาศและแลกเปลี่ยนก๊าซบริเวณรากพืชเกิดขึ้นได้สูง เป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถส่งผลให้พืชอยู่รอดและเติบโตได้ดีบนสวนหลังคา (เมธวัชรพัชร เขียววิชัย และปิยะณัฐ ฤกษ์ ผกามาศ, 2557) ความลึกของหลุมปลูกสำหรับสวนหลังคาแบ่งตามพืชแต่ละกลุ่ม ความลึกชั้นดินของหลุมดังกล่าวอาจน้อยกว่าหรือมากกว่าเพื่อให้ประสิทธิภาพในการรับน้ำที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดรวมถึงข้อจำกัดของอาคาร (FLL, 2018)

- กลุ่มไม้คลุมดินขนาดเล็ก เช่น หญ้า ความลึกชั้นดินของหลุมภาชนะปลูกประมาณ 0.12-0.35 เมตรขึ้นไป
- กลุ่มไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็กกลาง ความลึกชั้นดินของหลุมภาชนะปลูกประมาณ 0.30-0.80 เมตรขึ้นไป
- กลุ่มต้นไม้ขนาดใหญ่ ความลึกชั้นดินของหลุมภาชนะปลูกประมาณ 1.00-2.00 เมตรขึ้นไป

3.2.3 ข้อจำกัดในการออกแบบ

ก) ความเสี่ยงต่อโครงสร้างและพืชพรรณ ปัจจัยที่ทำให้ต้นไม้เสียหายหรือล้ม ได้แก่ สภาพดินและการยึดเกาะของรากน้ำหนัก ความสูง และทรงพุ่มของต้นไม้ขนาดของแรงที่กระทำ พฤติกรรมการล้มของต้นไม้มักเกิดจากแรงด้านข้าง ทำให้เกิดโมเมนต์ที่หักงอ เกิดการพับและเมื่อเอียงเกินจุดศูนย์ถ่วงจะโค่นล้ม (นภัสสร ลัฐิกพงศ์ และ อรวลี อมรสิทธิ์กุล, 2565) ดังนั้น แรงลมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความมั่นคงให้กับต้นไม้บนอาคาร การยึดต้นไม้เพื่อด้านทานแรงลมนั้นอาศัยดินเพื่อด้านทานการแตกร้าวและรองรับแรงอัดจากน้ำหนักของต้นไม้และแรงลมที่สะสมจากเรือนยอด (Abuseif et al., 2022)

ข) ข้อจำกัดจากสภาพแวดล้อมเมือง นอกจากนี้ข้อจำกัดประกอบโดยรอบ เช่น เงาอาคารสูงที่บดบังแสงแดด ความร้อนสะสมจากพื้นผิวอาคารโดยรอบ ความชื้นต่ำ หรือฝุ่นละอองสูง ซึ่งอาจจำกัดชนิดพืชที่สามารถปลูกได้ อีกทั้งสวนหลังคาบางแห่งอยู่บนอาคารที่ไม่มีการเข้าถึงง่าย ทำให้ดูแลรักษายาก และไม่สามารถใช้เป็นพื้นที่สาธารณะได้จริง (Berardi et al. 2014) นอกจากนี้ ความหนาแน่นของพลังงานลมในกรุงเทพฯ มีความแตกต่างกันทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ดังนั้น ยิ่งอาคารสูงยิ่งมีความเร็วลมที่สูงขึ้น และขึ้นอยู่กับปัจจัยโดยรอบอาคาร (Paton & Manomaiphiboon, 2013)

ค) ต้นทุนในการก่อสร้างและงบประมาณในการบำรุงรักษา ต้นทุนเริ่มต้นสูงจึงจำกัดขนาดหรือชนิดของสวนหลังคา ความแตกต่างทางภูมิภาค การปรับเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อรองรับน้ำหนักของพืชพรรณต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 100 เซนติเมตร มักจะเพิ่มเนื้อพื้นดิน 10-20 กิโลกรัมต่อปี (Al-Kodmany, 2023) ซึ่งแต่ละภูมิภาคมีแนวโน้มต้นทุนที่ต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านระบบสวนหลังคา เช่น การรดน้ำ สภาพอากาศ การเข้าถึงพื้นที่ยาก และการใช้พืชที่ต้องบำรุงรักษาสูง ปัจจัยที่อาจผลักดันให้ต้นทุนสูงขึ้น (Development Bureau, 2007)

ง) การออกแบบระบบระบายน้ำ มีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพและการอยู่รอดของต้นไม้บนอาคาร ต้องคำนึงถึงทั้ง การป้องกันน้ำขังและการเก็บกักน้ำในช่วงแห้งแล้ง หากระบบระบายน้ำล้มเหลว อาจทำให้พืชเน่าเสีย หรือส่งผลกระทบต่อ โครงสร้างของอาคารได้ การวางระบบน้ำที่ดีจึงต้องเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบอาคารเพื่อให้สามารถบูรณาการกับระบบอื่นได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (Abuseif et al., 2022)

3.3 เกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาและสำรวจเก็บข้อมูลกรณีศึกษา จากอาคารที่ได้รับมาตรฐานการประเมินจาก สถาอาคารสีเขียวสหรัฐอเมริกา หรือ LEED และสถาบันอาคารเขียวไทย หรือ TREES และสวนหลังคาในเขตตัวเมืองกรุงเทพมหานครที่มีความหนาแน่นสูง มีความหลากหลายของชนิดพืชอย่างน้อย 15-20 ชนิด แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำงานของระบบนิเวศ (Lundholm, 2015) ก่อสร้างเสร็จตั้งแต่ 2-3 ปีขึ้นไป เพื่อให้สามารถศึกษาข้อมูลการใช้งานในระยะยาว (Getter & Rowe, 2006) พื้นที่ศึกษาทั้ง 4 แห่ง (ตารางที่ 1) ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกตามมาตรฐาน LEED และ TREES จากทั้งหมด 123 โครงการในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 1 กรณีศึกษาในกรุงเทพมหานครทั้ง 4 แห่ง

ลำดับ	ชื่อโครงการ	อาคารประเภท	ขนาด (ตร.ม.)	ตำแหน่งสวนหลังคา	การประเมินอาคารเขียว	ปีที่เสร็จ
1	สยามสเคป SIAMSCAPE (SCP)	Mixed-Use	2,328	สวนหลังคา ชั้นที่ 10	TREES ระดับ Gold ประจำปี 2565	2565
2	สามย่านมิตรทาวน์ Samyan Mitrtown (SYMT)	Mixed-Use	1,400	สวนหลังคา ชั้นที่ 5	LEED BD+C: Core and Shell โครงสร้างหลัก ระดับ Gold	2561
3	โรงพยาบาลเมตพาร์ค MedPark Hospital (MPH)	Hospital Health Care	1,244	สวนหลังคา ชั้นที่ 5, 10	LEED for BD+C Healthcare (V.4) หรือ การก่อสร้างอาคารสถานพยาบาล ระดับ Gold ประจำปี 2564	2560
4	อาคารศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ Thai Health Promotion Foundation (THPF)	Office	934	สวนหลังคา ชั้นที่ 2, 3, 4	LEED-NC (v2.2) การก่อสร้างอาคารใหม่ ระดับ Platinum ประจำปี 2560 LEED O+M สำหรับอาคารเดิม ระดับ Gold ประจำปี 2563	2555

หมายเหตุ: สืบค้นทางออนไลน์และดัดแปลงจาก (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2568 และ U.S. Green Building Council, 2025)

3.4 การสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้แบบจำลองการประเมินอย่างรวดเร็ว (Rapid Assessment Checklist: RAC) เป็นเครื่องมือวัดปริมาณสำหรับการประเมินบริการระบบนิเวศเพื่อรับรู้คุณค่าการบริการของระบบนิเวศ (Phoomirat et al., 2020) โดยนำเอาเพียงบางส่วนของแบบประเมินนี้ที่ช่วยให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับการเลือกใช้พืชพรรณสวนหลังคา ซึ่งมีข้อได้เปรียบในการรวบรวมข้อมูลด้านนิเวศวิทยา ได้ภายในกรอบเวลาจำกัด และใช้วิธีการสังเกต จัดบันทึกผ่านคู่มือการประเมินสุขภาพ

และความเสี่ยงต้นไม้ใหญ่เบื้องต้น ของแต่ละกรณีศึกษาเพื่อนำไปสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอแนวทางการเลือกพืชพรรณ

3.5 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมในการให้ข้อมูลถูกคัดเลือกโดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกจากผู้มีความรู้และประสบการณ์ตรงเกี่ยวข้องกับพืชพรรณและการจัดการสวนหลังคา โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

- 1) มีประสบการณ์ด้านการจัดการสวนหลังคาในโครงการจริง
- 2) มีความเชี่ยวชาญในการให้คำปรึกษาด้านพืชพรรณในงานภูมิทัศน์ในอาคาร
- 3) มีความเชี่ยวชาญด้านพฤกษศาสตร์ และสัณฐานวิทยาของพืช

การคัดเลือกครอบคลุมผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากทั้ง 3 สาขาดังกล่าว เพื่อให้ได้มุมมองที่รอบด้านทั้งเชิงเทคนิค กระบวนการปลูก และชีววิทยาของพืชพรรณ โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นได้อิสระ โดยวัดความถี่เชิงเนื้อหาของคำ หรือวลีที่ผู้เชี่ยวชาญใช้เพื่อลดอคติ และประเมินความสำคัญของประเด็นต่าง ๆ

3.6 อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การสังเคราะห์ข้อมูลดำเนินการตามแนวทางการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยความน่าเชื่อถือของข้อสรุปหลักจะถูกยืนยันโดยใช้การตรวจสอบสามเส้า (Triangulation) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลจากสามแหล่งที่มา วิเคราะห์เชิงเนื้อหา และการเปรียบเทียบข้อมูลจาก 3 แหล่งหลัก ได้แก่ ข้อมูลเอกสารและวรรณกรรม ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม และนำข้อมูลลักษณะพืชพรรณที่พบและการจัดการสวนหลังคาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ นำมาอภิปรายโดยแบ่งออกเป็น 4 ปัจจัยหลักได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีววิทยา ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการประเมินชนิดพืชพรรณ และระบุชนิดพืชพรรณที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมกรุงเทพมหานคร

4. ผลการวิจัย

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลกรณีศึกษาในกรุงเทพมหานคร 3 ปัจจัยหลักได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีววิทยา และปัจจัยทางเศรษฐกิจสังคม ได้ดังนี้

4.1 ปัจจัยกายภาพ

- ขนาดพื้นที่สวนหลังคา แต่ละแห่งมีขนาดตั้งแต่ 900-2,400 ตารางเมตร (ตารางที่ 2) โดยมีพื้นที่ลาดชันมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 80 เน้นการใช้พื้นที่ใช้สอยและกิจกรรมนอกประสงค์ ยกเว้นโรงพยาบาลเมตพาร์คที่มีสัดส่วนพื้นที่ลาดชันเพียงร้อยละ 49 เนื่องจากพื้นที่มีจำกัดและต้องการสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการผ่อนคลายและการบำบัด ซึ่งแสดงถึงศักยภาพด้านบริการระบบนิเวศ เช่น การลดอุณหภูมิพื้นผิว การซึมซับน้ำฝน และการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

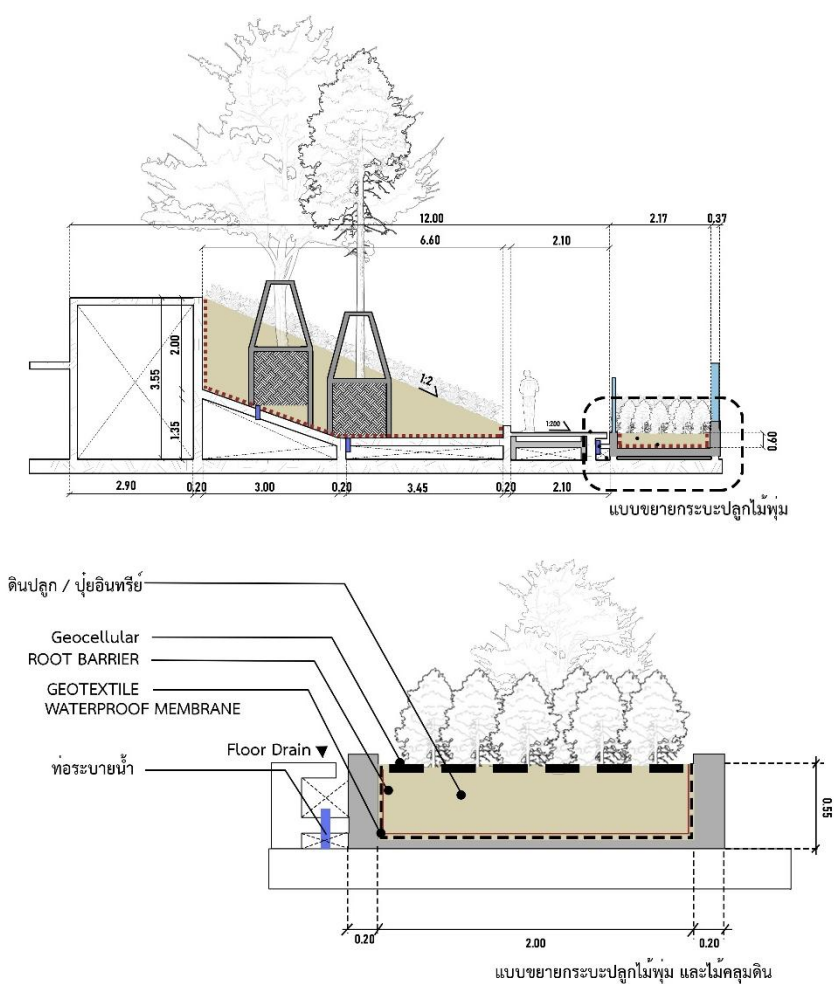
- ความลาดชัน สวนหลังคาของสยามสแคว (ภาพที่ 2) มีการออกแบบเป็นลักษณะอัฒจันทร์จึงมีความลาดชันสูงที่สุด ทำให้มีพื้นที่ปลูกและปริมาณดินสูงสามารถปลูกไม้ยืนต้นได้หลากหลายชนิด ขณะที่พื้นที่ในโครงการอื่นมีความลาดชันต่ำถึงปานกลาง เอื้อต่อการปลูกพืชและการใช้งานของผู้คน ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์หรือดูแลรักษา

- ความลึกของวัสดุปลูก ในสวนหลังคาแต่ละแห่ง ตั้งแต่ 0.45-2.00 เมตร ตรงตามแบบมาตรฐานการออกแบบสวนหลังคา โดยแบ่งวัสดุปลูกออกเป็น 4 ชั้นด้วยกันใน (ภาพที่ 3) อย่างน้อยชั้นละ 0.10-0.20 เมตร ได้แก่ ดินปลูก หน้าดินผสมปุ๋ย ทรายหยาบ และแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) สำหรับการระบายน้ำตามลำดับ สวนหลังคาของสยามสแควและสยามย่านมิตรทาวน์พบปัญหาจากการยุบตัวของดิน ที่เกิดจากหลายปัจจัยได้แก่ น้ำฝนและการรดน้ำซ้ำ ๆ หรือ การบดอัดจากการ

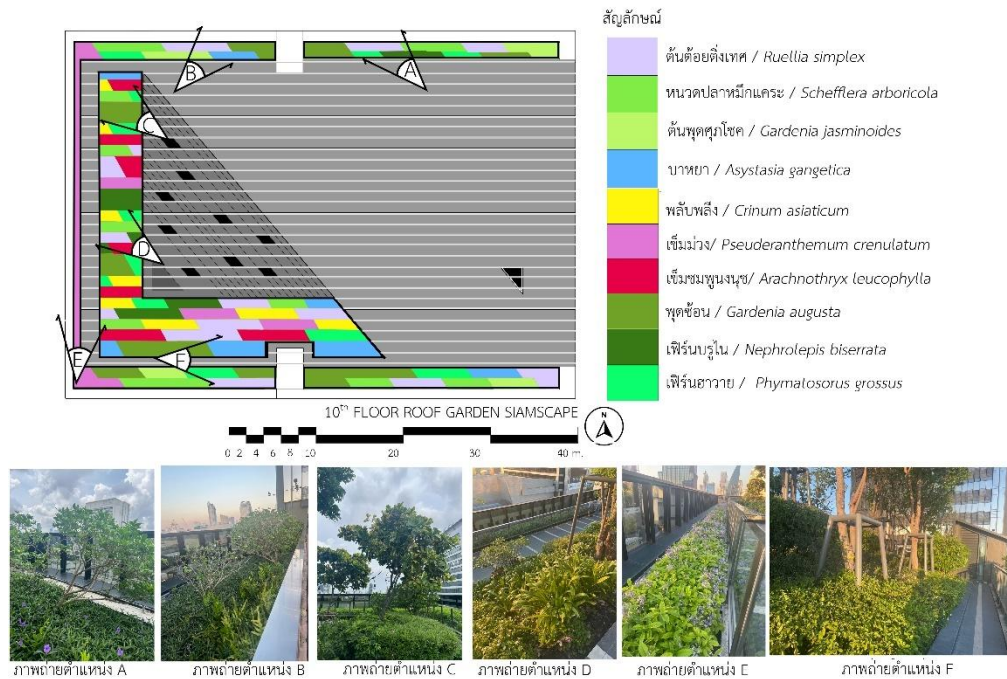
เหยียบย่ำของผู้ใช้งาน ส่งผลให้โพรงอากาศในเนื้อดินลดลง ดินสูญเสียความพรุน และปริมาตรดินโดยรวมลดลง ส่งผลให้พบน้ำขังบริเวณบางตำแหน่งที่มีการยุบตัวตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันสูง สยามสเคปมีมาตรการป้องกันคือเสริม ดาข่ายรังผึ้ง (Geocell) บริเวณเนินดิน สำหรับยึดหน้าดิน และจำเป็นต้องมีการพรวนดินและเติมวัสดุปลูกอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของสวนหลังคาทั้ง 4 แห่ง

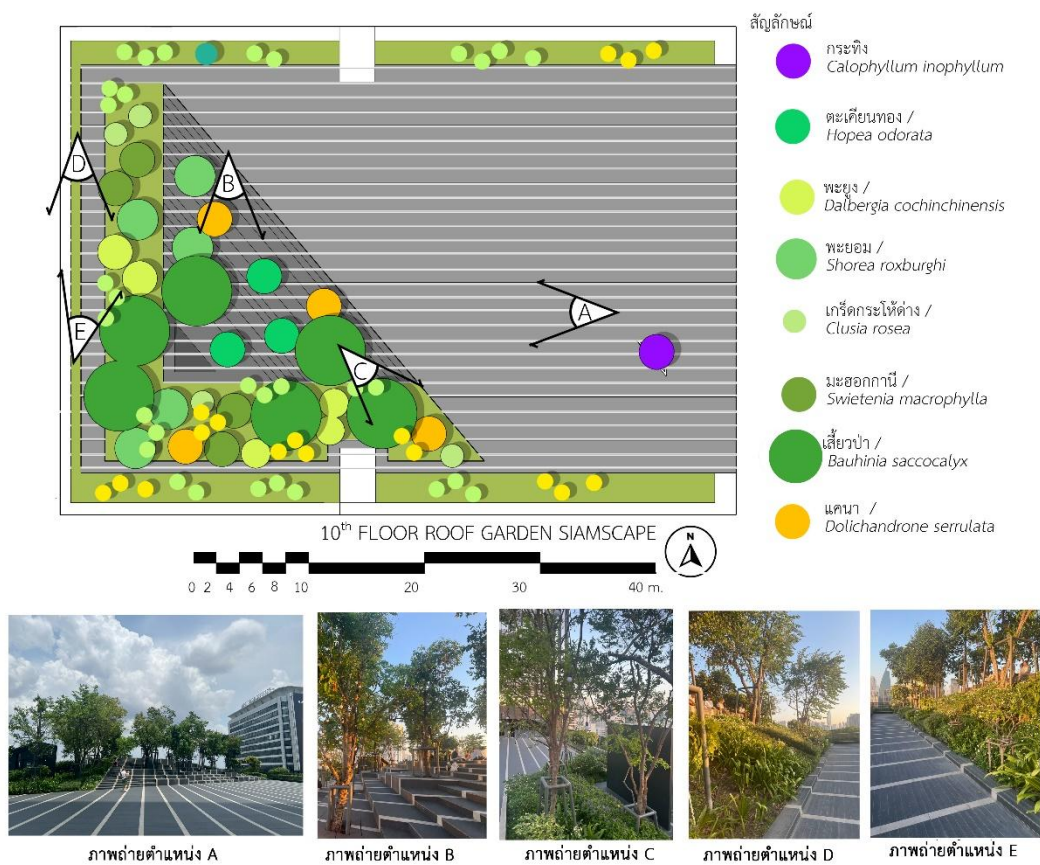
ลำดับ	รายละเอียด	สยามสเคป	สามย่านมิตรทาวน์	โรงพยาบาลเมตพาร์ค	อาคารศูนย์เรียนรู้ สุขภาวะ
1	ได้รับแดด (ชม./ วัน)	9	9	2-6	2-6
2	ความลึกของวัสดุปลูก (เมตร)	0.45- 2.00	0.20-1.10	0.45-1.20	0.45-1.10
3	ชั้นความสูง (เมตร)	53.00	25.00	25.00 และ 45.00	3.00 และ 30.00
4	วัสดุค้ำยัน	เหล็กกลมและไม้ยูคา	สลิงยึดต้นไม้	เหล็กกลมและไม้ยูคา	ไม้ยูคา
5	ช่องลมจากอาคารสูง	มาก	มาก	มาก	น้อย
6	พื้นที่ลาดแข็ง	75%	80%	49%	70%
7	พื้นที่สีเขียว	25%	20%	51%	30%
8	ความลาดชัน	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ



ภาพที่ 2 โครงสร้างกระเบื้องปลูกไม้ยืนต้นและไม้พุ่มสวนหลังคาสยามสเคป



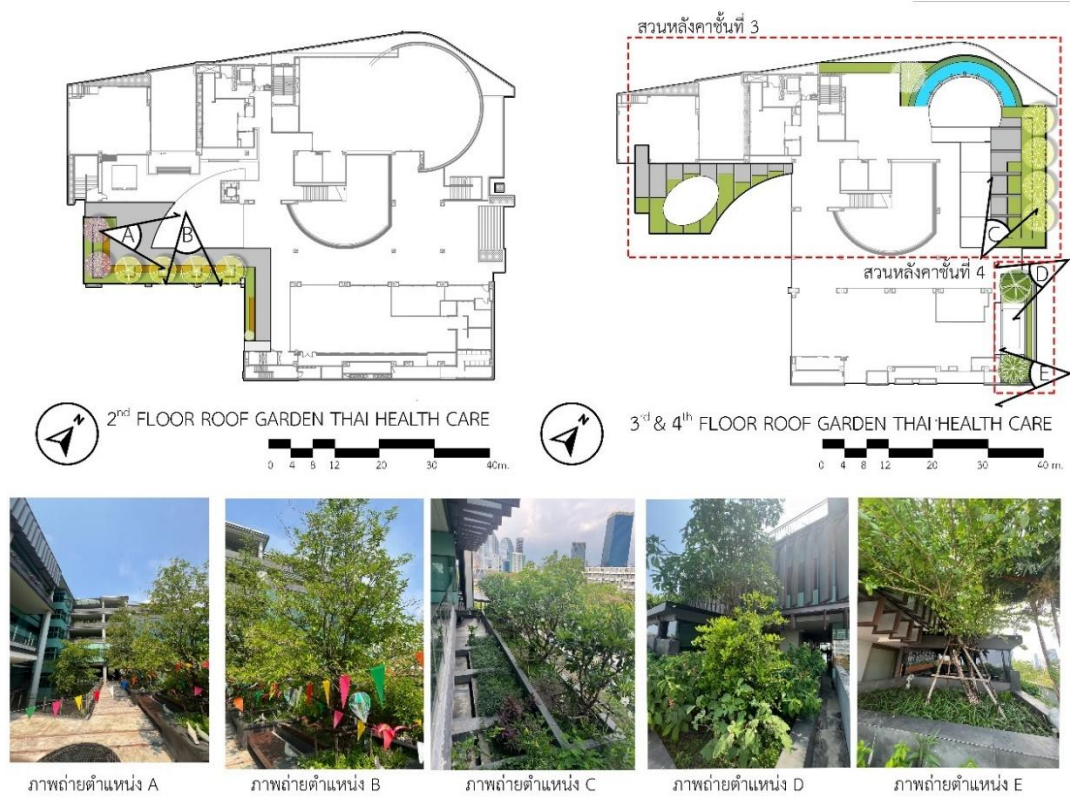
ภาพที่ 4 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งคลุมดินและทัศนียภาพ สวนหลังคาสยามสเคป ชั้นที่ 10



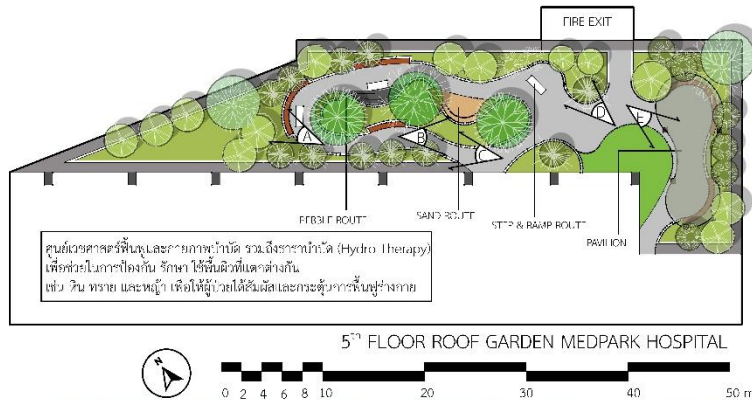
ภาพที่ 5 ผังบริเวณแสดงตำแหน่งไม้ยืนต้นและทัศนียภาพ สวนหลังคาสยามสเคป ชั้นที่ 10



ภาพที่ 6 ผังบริเวณสวนหลังคาแสดงตำแหน่งไม้ยืนต้นและทัศนียภาพ สามย่านมิตรทาวน์ ชั้นที่ 5



ภาพที่ 7 ผังบริเวณสวนหลังคาแสดงตำแหน่งไม้ยืนต้นและทัศนียภาพ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพ ชั้นที่ 2, 3 และ 4



ภาพถ่ายตำแหน่ง D



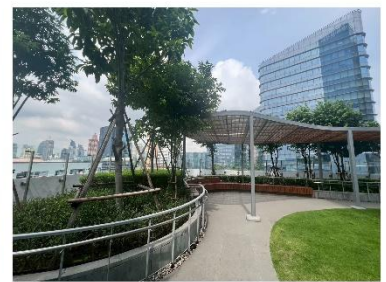
ภาพถ่ายตำแหน่ง A



ภาพถ่าย ตำแหน่ง B

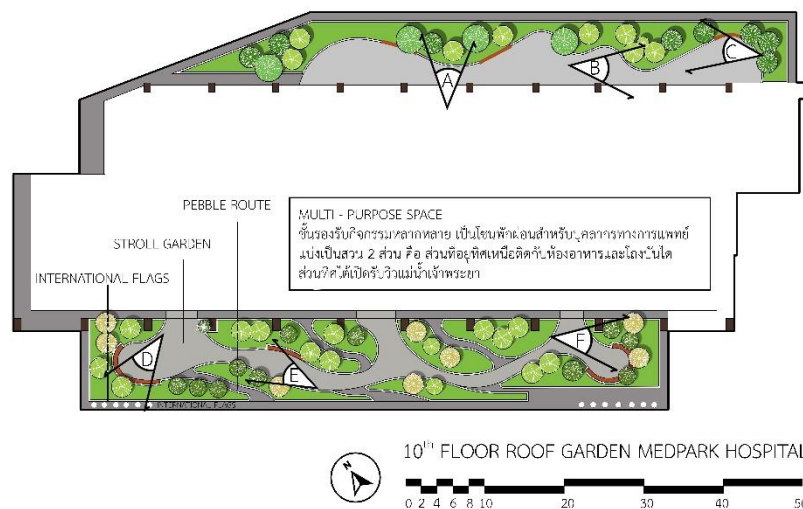


ภาพถ่าย ตำแหน่ง C



ภาพถ่ายตำแหน่ง E

ภาพที่ 8 ผังบริเวณสวนแสดงตำแหน่งต้นไม้และทัศนียภาพสวน โรงพยาบาลเมดพาร์ค ชั้นที่ 5



ภาพถ่ายตำแหน่ง A



ภาพถ่ายตำแหน่ง B



ภาพถ่ายตำแหน่ง D



ภาพถ่ายตำแหน่ง E



ภาพถ่าย ตำแหน่ง F



ภาพถ่ายตำแหน่ง C

ภาพที่ 9 ผังบริเวณสวนแสดงตำแหน่งต้นไม้และทัศนียภาพสวนหลังคา โรงพยาบาลเมดพาร์ค ชั้นที่ 10

4.2 ปัจจัยทางนิเวศวิทยา

4.2.1 ลักษณะทางสรีรวิทยา พบว่าลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชมีอิทธิพลโดยตรงต่อความเหมาะสมในการเลือกใช้ในสวนหลังคา ทั้งในด้านความมั่นคงของโครงสร้าง ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และความต้องการบำรุงรักษา โดยข้อมูลจากการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ดูแล ผู้เชี่ยวชาญเสนอให้พิจารณาหลักเกณฑ์ 4 ประการ ได้แก่ ระบบราก ลำต้นและกิ่ง ใบและทรงพุ่ม และอัตราการเจริญเติบโต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบราก ผู้เชี่ยวชาญเห็นตรงกันว่าระบบรากเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด เนื่องจากวัสดุปลูกบนหลังคามีความลึกจำกัด พืชที่เหมาะสมควรมีระบบรากตื้นหรือรากแผ่แนวนอนและมีการแตกแขนงดี เช่น T01 (กระดังงา) T06 (มะฮอกกานี) T13 (เสม็ดขาว) T14 (กระดังงา) T18 (บุหงาส่าหรี) S03 (เข็มม่วง) G02 (หนวดปลาหมึกแคระ) G04 (บาหย้า) และ S06 (พุทธรักษา) ซึ่งสามารถปรับตัวได้ดีและไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้าง

ในทางกลับกัน พืชที่มีรากแก้วหรือรากแทงลึก เช่น T02 (เกร็ดกระดังงา) T10 (ตีนเป็ดแดง) T19 (ตีนเป็ด) และ S01 (ไทรเกาหลี) มักก่อให้เกิดความเสียหายต่อชั้นกันซึม โดยเฉพาะไม้ตระกูลไทรที่มีระบบรากรุกรานสูงรากลึกในแนวดิ่งซึ่งมักโตเร็วและเพิ่มน้ำหนักต่ออาคาร จากการสำรวจไม้ยืนต้นส่วนใหญ่มีระบบรากปานกลาง พุ่มโปร่ง ทนแล้งได้ดี และไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างมากนัก ปัญหาหลักที่พบคือกลุ่มพืชที่ต้องการความชื้นสูง หรือหากขาดน้ำจะเกิดใบร่วงได้ง่าย เช่น T11 (จิกน้ำ) และ T13 (เสม็ดขาว)

2) ลำต้นและกิ่ง ในพื้นที่สวนหลังคาซึ่งมักเผชิญกับลมรุนแรง ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เลือกไม้ยืนต้นที่มีเนื้อไม้หรือกิ่งอ่อนและยืดหยุ่น สามารถเอนตัวตามลมได้โดยไม่หักง่าย เช่น T06 (มะฮอกกานี) T12 (สาธร) และ T17 (จันทน์) ขณะที่ไม้เนื้อแข็งหรือเปราะ เช่น T05 (ตะเคียนทอง) และ T16 (ลีลาวดี) มีความเสี่ยงต่อการแตกหักจากแรงลม จากการสำรวจกรณีศึกษา มักพบปัญหาเฉพาะไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม อย่างไรก็ตาม พบความเสียหายจากการตัดแต่งไม่เหมาะสม T04 (เสี้ยวป่า) เช่น การตัดกิ่งล่างหรือบั่นยอด ซึ่งทำให้ต้นสูงเกินไปหรือแตกกิ่งกระโดงมากเกินไปจนเปราะและเสี่ยงล้มจากแรงลม

ในกรณีของไม้พุ่ม พบว่าพืชที่ตอบสนองไวต่อสภาพแวดล้อม เช่น การเกิดโรดแคงในช่วงอากาศร้อน ทำให้ใบเหลืองร่วง หรือไหม้ ส่วนพืชที่ปลูกต้นเดียวมักมีปัญหาทรงพุ่มไม่สมดุล เอนเอียงจากแรงลม จำเป็นต้องตรวจสอบการค้ำยันและปลูกเป็นกลุ่มอย่างน้อย 3 ต้นเพื่อลดแรงลมบางส่วน นอกจากนี้ บริเวณเนินดินในกลุ่มของไม้คลุมดิน ยังพบลำต้นอ่อนทับซ้อนกันเป็นแหล่งสะสมของตักแตนและแมลง เช่น ผีเสื้อ เช่น G01 (ดอียดึงเทศ) G19 (เตยหอม) G05 (เฟิร์นบรูไน) และ G06 (เฟิร์นฮาวาย) ซึ่งอาจกระทบต่อการใช้งานพื้นที่

3) ใบและทรงพุ่ม ลักษณะใบและทรงพุ่มส่งผลโดยตรงต่อแรงลมและทัศนียภาพ พรรณไม้ที่มีทรงพุ่มหนาแน่น เช่น T01 (กระดังงา) และ T02 (เกร็ดกระดังงา) มักรับแรงลมมากและเสี่ยงต่อการโค่นล้ม จำเป็นต้องตัดแต่งเพื่อลดขนาดทรงพุ่มให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือวางตำแหน่งให้พื้นแนวลมหลัก ในขณะที่พืชที่มีลักษณะใบละเอียดและพุ่มโปร่งเหมาะกับพื้นที่ลมแรง ช่วยลดแรงต้านอากาศและการฉีกขาดของใบ เช่น G16 (ก้ามกุ้ง) และ G19 (เตยหอม)

ไม้ไม่ผลัดใบให้ร่มเงาตลอดปี เหมาะกับพื้นที่ใช้งานประจำเพราะช่วยลดภาระการเก็บใบจำนวนมาก ขณะที่ไม้ผลัดใบส่งผลดีต่อความหลากหลายทางสุนทรียภาพ แต่หากใช้มากเกินไปอาจทำให้ภาพรวมของสวนดูโล่งหรือโทรมในช่วงฤดูผลัดใบ ซึ่งส่งผลต่อทัศนียภาพโดยรวมของพื้นที่ นอกจากนี้กรณีศึกษาของสยามสเคปและโรงพยาบาลเมตพาร์ค พบว่าระยะปลูกของไม้คลุมดินบางชนิดไม่เพียงพอ ทำให้ทรงพุ่มซ้อนทับกันและเป็นแหล่งของเชื้อรา โดยเฉพาะพืชที่ต้องการความชื้นสูงในบริเวณที่มีความหนาแน่นของพืชมาก

4) อัตราการเจริญเติบโต จำเป็นต้องมีการตัดแต่งบ่อยและอาจลู่กล้าพื้นที่อื่นได้ หากไม่มีการควบคุมขนาดอย่างสม่ำเสมอ แต่หากไม่มีการควบคุมขนาดอย่างสม่ำเสมอ อาจส่งผลให้พืชลุกล้ำพื้นที่อื่นหรือบดบังพืชชนิดข้างเคียงได้ เช่น T04 (เสี้ยวป่า) T10 (ตีนเป็ดแดง) T12 (สาธร) T19 (ตีนเป็ด) กลุ่มของไม้คลุมดิน เช่น G01 (ดอียดึงเทศ) G03 (บาหย้า) G05 (เฟิร์นบรูไน) G06 (เฟิร์นฮาวาย) และ G17 (เตยหอม) ส่วนพืชที่โตช้าอาจเหมาะกับพื้นที่ที่ต้องการความมั่นคงทางทัศนียภาพระยะ

ยาวและสามารถควบคุมขอบเขตของการเจริญเติบโตได้ง่าย เป็นปัจจัยหลักที่ช่วยลดงบประมาณในการบำรุงรักษา เช่น T01 (กระทิง) T07 (พะยอม) และ G12 (สนเลื้อย)

4.2.2 ระดับทรงพุ่มปกคลุม จากแบบประเมินอย่างรวดเร็ว (Rapid Assessment Checklist: RAC) สำหรับ ประเมินบริการของระบบนิเวศบนสวนหลังคา (GRES) พบว่าสัดส่วนการปกคลุมของพืชในแต่ละโครงการ (ตารางที่ 4) สะท้อนถึงศักยภาพในการสร้างถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ในเมืองที่แตกต่าง โดยสัดส่วนทรงพุ่มปกคลุมสูงของสยามสเคป และโรงพยาบาลเมตพาร์ค มีไม้ยืนต้นปกคลุมสูงที่สุดถึงร้อยละ 30 เริ่มพบเห็นแมลงและนกบางชนิดแต่ยังพบรังหรือที่อยู่อาศัยถาวร บ่งบอกถึงมีศักยภาพการให้บริการด้านนิเวศแม้จะเป็นระยะเริ่มต้น โดยรวมสวนหลังคาที่มีการปกคลุมของพืชสูง มากกว่าร้อยละ 20 จึงมีศักยภาพที่สูงขึ้นในการอนุรักษ์ถิ่นที่อยู่ (Habitat Conservation) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มการออกแบบสวนหลังคาใน กรุงเทพมหานคร ที่เน้นความหนาแน่นของพืชพรรณเพื่อความยั่งยืนทางนิเวศ

ตารางที่ 4 ลักษณะทางนิเวศวิทยาจากการสำรวจและสัมภาษณ์ สวนหลังคาทั้ง 4 แห่ง

ลำดับ	รายละเอียด	สยามสเคป	สามย่าน มิตรทาวน์	โรงพยาบาล เมตพาร์ค	อาคารศูนย์ เรียนรู้สุขภาวะ	สรุปข้อสังเกต
1	ไม้ยืนต้น ปกคลุม	12 %	15%	30%	11%	วางตำแหน่งตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต้นไม้ให้ร่มเงาคลุมเฉพาะพื้นที่ใช้งาน
2	ไม้พุ่ม ปกคลุม	5%	3%	8%	5%	มักปลูกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เนื่องจากพบปัญหาจากแรงลมและล้มเอียง
3	ไม้คลุมดิน ปกคลุม	34%	14%	40%	15%	ชนิดไม้คลุมดินมักปลูกหนาแน่นมากมีโอกาสเกิดความชื้นสูง
4	ชนิดพืช	ผลัดใบ	ไม่ผลัดใบ	ไม่ผลัดใบ	ผลัดใบ	ส่วนใหญ่ปลูกผสมผสานให้มีความหลากหลาย
5	ระบบราก	T02 (เกร็ดกระไต่ต่าง)	T10 (ตีนเป็ดแดง) S01 (ไทรเกาหลี)	S01 (ไทรเกาหลี)	T19 (ตีนเป็ด) S01 (ไทรเกาหลี)	ระบบรากแข็งแรงและซ่อนโซ่ส่งผลกระทบต่อการก่อสร้าง
6	ลำต้น และกิ่ง	T05 (ตะเคียนทอง) T21 (พุททูลาป)	T12 (สารธร)	T21 (พุททูลาป)	T16 (ลั่นทม) T20 (ลั่นทมชมพู)	พบกิ่งเปราะและแตกหัก ลำต้นล้มและโน้มเอียง
7	ใบ	T01 (กระทิง) T02 (เกร็ดกระไต่ต่าง) T21 (พุททูลาป)	T10 (ตีนเป็ดแดง)	T21 (พุททูลาป)	G16 (ก้ามกุ้ง)	ลักษณะใบหยาบและมีการต้านลม
8	การ เจริญเติบโต	G01 (ด้อยดิ่งเทศ) G03 (บาหยา) G05 (เฟิร์นบรูไน) G06 (เฟิร์นฮาวาย)	T10 (ตีนเป็ดแดง)	G01 (ด้อยดิ่งเทศ) G05 (เฟิร์นบรูไน) G06 (เฟิร์นฮาวาย) G17 (เตยหอม)	T19 (ตีนเป็ด) G01 (ด้อยดิ่งเทศ)	มักมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ต้องตัดแต่งสม่ำเสมอ

4.2.3 ข้อจำกัดและความเสี่ยงที่ส่งผลต่อชนิดพืชที่พบ จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงและข้อจำกัดในการเลือกใช้พืชพรรณบนสวนหลังคาทั้ง 4 แห่ง (ตารางที่ 5) พบว่าปัญหาด้านโรคและแมลงเป็นความเสี่ยงที่พบบ่อยที่สุด โดยเฉพาะในเรื่องของเชื้อรา ซึ่งหลีกเลี่ยงได้ยาก เกิดจากสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงและการระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม ในบางแห่งได้รับแสงแดดและความร้อนตลอดทั้งวัน บางพื้นที่ได้รับแสงแดดไม่เพียงพอ เช่น อาคารศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ และโรงพยาบาลเมตพาร์ค สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการเลือกพืชพรรณที่มีความทนทานและเหมาะกับสภาพอาคาร รวมถึงการวางแผนส่งผลต่อการเลือกชนิดพรรณไม้ เช่น พืชที่ต้องการความชื้นสูง หรือพืชที่ต้องการแดดจัด นอกจากนี้ยังพบปัญหาจากลมซึ่งมีผลต่อการตั้งตัวของพืช สุขภาพโดยรวมและลำต้นโน้มเอียงโดยเฉพาะไม้พุ่มของสยามสเคป ที่มีระดับความสูงและอาคารโดยรอบมากเกิดช่องลม เมื่อเปรียบเทียบกับสามย่านมิตรทาวน์ที่มีตัวของอาคารช่วยลดแรงลมที่เข้าปะทะจากด้านหน้าอาคาร ทำให้พบความเสี่ยงน้อยกว่า ในบางพื้นที่ความเสี่ยงต่อโครงสร้างอาคาร เช่น น้ำซึม หรือความเสียหายต่อระบบกันซึมที่เกิดจากพืชบางชนิด อาคารละแห่งมีการออกแบบที่เน้นความปลอดภัย ช่วยลดกระทบจากการใช้งานได้ดี

ตารางที่ 5 ข้อจำกัดและความเสี่ยงของพืชพรรณ

ลำดับ	รายละเอียด	สยามสเคป	สามย่านมิตรทาวน์	โรงพยาบาลเมตพาร์ค	อาคารศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ
1	ความชื้นสะสม	4	3	4	2
2	เชื้อรา	4	4	3	4
3	แมลง	4	4	3	4
4	การเจริญเติบโต	3	3	1	4
5	แสงแดด	3	3	2	2
6	การขาดน้ำ	2	2	1	1
7	ช่องลมจากอาคาร	4	3	3	2
8	เสี่ยงต่อโครงสร้าง	1	1	1	2
9	ความปลอดภัย	1	1	1	2

หมายเหตุ ค่าคะแนน 1 = พบน้อยมาก 2 = พบน้อย 3 = พบปานกลาง 4 = พบมาก

4.3 ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม

4.3.1 การบำรุงรักษา โดยงานส่วนใหญ่ที่ต้องทำเป็นประจำคือ การทำความสะอาด การรดน้ำต้นไม้ การเก็บกิ่งไม้และใบไม้แห้ง และการกำจัดวัชพืช จะมีการทำต่อเนื่อง 6 วันต่อสัปดาห์ และหยุดวันอาทิตย์ การตัดแต่งหญ้า ไม้พุ่ม และไม้แนว โดยจะตัดให้มีความสูงอยู่ในช่วง 0.30-0.60 เมตร รวมถึงงานใส่ปุ๋ยในวันเดียวกัน โดยจะตัดแต่งและใส่ปุ๋ย 2 ครั้งต่อเดือน มีการตัดแต่งกิ่งต้นไม้ใหญ่ปีละ 3 ครั้งหรือ 4 เดือนต่อ 1 ครั้ง ในส่วนของอาคารศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ มีการตัดแต่งมากกว่าสัปดาห์ละ 3 ครั้ง เนื่องจากมีการใช้งานต่ำกว่าสวนหลังคาอื่น แบ่งออกเป็นชั้นละ 1 วัน นอกจากนี้การใช้งานอาคารที่สูงจำเป็นต้องมีการตัดแต่งในกรอบเวลาที่จำกัดเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และรวมถึงมีการตรวจสอบสุขภาพพืชเป็นประจำทุกวัน แสดงถึงศักยภาพในการบำรุงรักษาสวนหลังคาแต่ละแห่ง

จากการสัมภาษณ์ผู้ดูแล พบว่าทุกโครงการมีการรดน้ำด้วยสายยาง แทนการใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติ เนื่องจากประสบปัญหาของระบบจ่ายน้ำที่มีโอกาสอุดตันหรือรั่วซึมของน้ำได้จากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ ทำให้พืชบางชนิดได้รับน้ำและความชื้นสะสมสูงและจำเป็นต้องเปลี่ยนไม้คลุมดินเป็นบางครั้ง อย่างไรก็ตาม การรดน้ำด้วยสายยาง สามารถตรวจสอบสุขภาพของพืชได้พร้อมกับการรดน้ำ และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบรดน้ำในระยะยาว

4.3.2 อุปกรณ์ในการบำรุงรักษา ประกอบด้วย เครื่องตัดหญ้า เลื่อยโซ่ตัดกิ่ง เครื่องตัดแต่งพุ่มไม้ กรรไกรตัดกิ่ง ไม้กวาด ที่ตัดใบไม้ ถังดำ บันได สายยางรดน้ำ และอุปกรณ์ความปลอดภัย ปุ๋ยดิน โดยเฉพาะยากำจัดศัตรูพืช ประกอบด้วย ยาปราบศัตรูพืช ยากำจัดแมลง จำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันแมลงและโรคพืชที่เป็นความเสี่ยงหลัก สามารถพบได้ทุกแห่ง ปุ๋ย

(สูตรเสมอ 16-16-16) และปริมาณดินบางส่วนลดลงจากการรดน้ำหรือการยึดตัวของดิน จำเป็นต้องมีการเติมดินหรือวัสดุปลูกที่สามารถระบายน้ำได้ดี เช่น ขุยมะพร้าว ทราย เปลือกถั่ว ดินผสม

4.3.3 งบประมาณในการดูแลรักษา โดยงบประมาณในการบำรุงรักษาต่อปีของแต่ละแห่งจากข้อมูลที่ได้รับจาก 3 ใน 4 แห่ง ทั้งนี้สวนหลังคาโรงพยาบาลเมตพาร์คไม่เปิดเผยข้อมูล (ตารางที่ 6) พบว่าอยู่ระหว่าง 498,192-1,020,000 บาท โดยค่าใช้จ่ายเหล่านี้เป็นงบประมาณบำรุงรักษาทั้งโครงการ ค่าแรงงาน ร้อยละ 54.14 ค่าวัสดุและอุปกรณ์ ร้อยละ 22.91 ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ร้อยละ 7.64 และค่าบริหารจัดการ ร้อยละ 15.31 แม้ว่างบประมาณที่ได้รับจากแต่ละโครงการเป็นงบประมาณเหมารวมรายปีในการดูแลภูมิทัศน์ทั้งหมด เปรียบเทียบกับขนาดของพื้นที่สวนหลังคาแล้ว สามารถประเมินเบื้องต้นได้ว่า งบประมาณในการดูแลสวนหลังคาในแต่ละโครงการมีแนวโน้มอยู่ระหว่าง 105-331 บาทต่อตารางเมตรต่อปี จะเห็นได้ว่า ตัวเลขค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจึงเป็นผลลัพธ์โดยตรงจากการเลือกพรรณไม้ โดยสะท้อนผ่านสัดส่วนของค่าแรงงานเป็นปัจจัยหลักในการดูแลรักษา รวมถึงขนาดของพื้นที่และวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งในบริบทปัจจุบันอัตราค่าจ้างอยู่ที่ประมาณ 12,000-15,000 บาทต่อคนต่อเดือน

ดังนั้น จากการบำรุงรักษา และการใช้พรรณไม้ที่โตช้าหรือต้องการการดูแลต่ำ ช่วยให้ค่าแรงงานและวัสดุบำรุงรักษาลดลง เช่น ต้องตัดแต่ง ลดการเก็บกวาดเศษใบไม้ ลดค่าใช้จ่ายน้ำและค่าไฟฟ้าของระบบ การใช้พืชที่มีอายุสั้นหรือไม่ทนสภาพ ต้องเปลี่ยนชนิดปลูก นำไปสู่ค่าวัสดุสิ้นเปลือง และค่าบริหารจัดการอื่น ๆ เพิ่มเติม

ตารางที่ 6 การบำรุงรักษา

ลำดับ	รายละเอียด	สยามสเคป	สามย่านมิตรทาวน์	โรงพยาบาลเมตพาร์ค	อาคารศูนย์เรียนรู้สุขภาวะ
1	การรดน้ำ	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน
2	การตัดแต่ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
3	การให้ปุ๋ย	เดือนละ 2 ครั้ง	เดือนละ 2 ครั้ง	เดือนละ 2 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
4	เก็บกวาดใบไม้	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน
5	ระบบให้น้ำ	รดน้ำด้วยสายยาง	รดน้ำด้วยสายยาง	รดน้ำด้วยสายยาง	รดน้ำด้วยสายยาง
6	จำนวนเจ้าหน้าที่ดูแล	2 คน	3 คน	3 คน	2 คน
7	ค่าใช้จ่ายรายปี (บาท)	628,500	1,040,000	-	498,192
8	ค่าใช้จ่าย/ตารางเมตร/ปี	≈105 บาท/ตร.ม./ปี	≈331 บาท/ตร.ม./ปี	-	≈224 บาท/ตร.ม./ปี

หมายเหตุ งบประมาณอ้างอิงจากฐานข้อมูล(รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม, 2568) และการสัมภาษณ์ผู้ดูแล

4.3.4 การใช้งานและความปลอดภัย จากการเก็บข้อมูลและสัมภาษณ์พบว่า พื้นที่สวนหลังคาหลายแห่งถูกใช้งานเป็นพื้นที่นั่งเล่น พักผ่อน หรือทำกิจกรรมสาธารณะ จึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงพืชที่มีลักษณะอันตราย เช่น พืชที่มียางระคายเคือง พืชที่มีกลิ่นฉุนรุนแรง หรือพืชที่มีผลหรือเมล็ดเป็นพิษ เช่น น้ำเต้าต้น ดินเบ็ด ต้นสาวน้อยประแป้ง มียางซึ่งเป็นพืชต่อสัตว์เลี้ยงและอาจก่ออันตรายต่อผิวหนังหากสัมผัสโดยตรง สวนหลังคาแต่ละแห่งมีมาตรการป้องกันความปลอดภัยทั้งแนวกันตก สามารถเข้าถึงและการบำรุงรักษาพืชครอบคลุมพื้นที่สวนหลังคา

5. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษากรณีสวนหลังคาในเขตกรุงเทพมหานคร การเลือกใช้พืชพรรณอย่างยั่งยืนจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยหลัก 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านชีววิทยา และปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งล้วนมีบทบาทที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบดังนี้

5.1 ปัจจัยด้านกายภาพ

ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่สวนหลังคาแต่ละแห่งมีสภาพแวดล้อมต่างกัน เช่น ขนาดสัดส่วนพื้นที่แข่งกับพื้นที่เขียว ทั้งพื้นที่ใช้งานอำนวยความสะดวกในการดูแล และเน้นพื้นที่สีเขียวให้ได้ประโยชน์สูงสุดด้านสิ่งแวดล้อม เป็นตัวกำหนดบทบาททางสิ่งแวดล้อมและสังคมของสวนหลังคา ส่วนใหญ่สอดคล้องปัจจัยกายภาพเพียงบางชนิดที่การวางตำแหน่งไม่สอดคล้องกับความต้องการของพืช และระยะปลูก อย่างไรก็ตาม ความท้าทายหลัก คือการจัดการกับปัจจัยภายนอก เช่น แสงแดดระหว่าง 2-9 ชั่วโมง ส่งผลต่อชนิดและการวางตำแหน่งโดยตรง และตำแหน่งที่ความสูงที่ต่างกัน 3-53 เมตร ทำให้สวนหลังคาอยู่สูงพบต้นไม้ที่โน้มเอียงตามแรงลมมากกว่าชั้นที่อยู่ต่ำกว่าสนับสนุนข้อสรุปของ Paton & Manomaiphiboon (2013) ที่ระบุว่ากำลังลมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นในช่วงความสูง 20-100 เมตร ในทางกลับกันโรงพยาบาลเมตพาร์คได้รับผลกระทบจากแรงลมและแดดน้อยกว่าเนื่องจากการวางตำแหน่งของอาคารที่ด้านลม ซึ่งสอดคล้องกับกรณีตัวอย่างของ Law et al. (2021) กล่าวคืออาคารใกล้เคียงที่บังแสงแดดและบังลม อาจลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่คาดว่าจะรุนแรงได้มากยิ่งขึ้น

ดังนั้นปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อสุขภาพพืชและการเลือกชนิดพืช สอดคล้องกับกรอบการทำงานของ Abuseif et al. (2023) ที่ระบุว่าการวิเคราะห์บริบทอาคารและสภาพแวดล้อมถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ควรพิจารณาเป็นลำดับแรก เพื่อช่วยทำความเข้าใจเงื่อนไขข้อจำกัดของสวนหลังคา นำไปสู่การวิเคราะห์การวางตำแหน่งหรือการคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสม นอกจากนี้วัสดุปลูกก็จะส่งเสริมการเจริญเติบโตได้ดีกว่าโดยสังเกตจากโครงการสยามสเคปและโรงพยาบาลเมตพาร์ค ที่มีความลึกอยู่ระหว่าง 0.40-2.00 เมตร ที่มีความหนาแน่นของทรงพุ่มสูงและสุขภาพโดยรวมของพืชดี สอดคล้องกับ Dunnett & Kingsbury (2008) ระบุว่าวัสดุปลูกที่มีความลึกมากกว่าจะช่วยรักษาความชื้น และเพิ่มอัตราการอยู่รอดของพืชบนสวนหลังคา ดังนั้นการออกแบบให้สัมพันธ์กับโครงสร้างและการระบายน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านบริการนิเวศ เช่น การลดความร้อน และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

5.2 ปัจจัยด้านนิเวศวิทยา

จากการสำรวจพบว่า พืชพรรณในแต่ละโครงการส่วนใหญ่มีอาการใบไหม้ ลำต้นโน้มเอียง และความเสี่ยงจากแมลงรบกวน เชื้อรา และความชื้น ซึ่งสะท้อนถึงผลกระทบจากปัจจัยกดดันทางสิ่งแวดล้อม (Abiotic Stresses) สอดคล้องกับปัจจัยทางกายภาพและข้อจำกัดที่ Hirons และ Percival (2012) กล่าวถึงในบริบทต้นไม้เมือง เช่น ความร้อนจัด ลมแรง การขาดน้ำ และการระบายน้ำที่จำกัด ปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการอยู่รอดของพืชบนอาคาร ดังนั้นการเลือกพรรณไม้สำหรับสวนหลังคาควรมุ่งเน้นชนิดที่สามารถทนต่อปัจจัยดังกล่าว ควรพิจารณาแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามสรีรวิทยาของพืช ได้แก่

ก) ระบบราก ควรพิจารณาพืชที่มีรากแผ่แนวนอนและแตกแขนงดี หลีกเลี่ยงพืชที่มีรากลึกหรือรากกรูกราน เช่น ไม้เนื้อแข็งขนาดใหญ่ หรือไม้ตระกูลไทร ควรตรวจสอบแผ่นป้องกันราก (Root Barrier) เพื่อป้องกันความเสียหายต่อโครงสร้างและชั้นกันซึม

ข) ลำต้นและกิ่ง ควรพิจารณาไม้ที่มีเนื้อไม้อ่อนหรือยืดหยุ่น สามารถเอนตัวได้ตามแรงลม โดยเฉพาะในพื้นที่เปิดโล่งที่มีแรงลมแรง การเสริมระบบค้ำยันและจำกัดความสูงให้เหมาะสมกับขนาดระบบรากจะช่วยลดโอกาสโค่นล้ม และรักษาเสถียรภาพของต้นไม้ในระยะยาว

ค) ลักษณะใบ ควรพิจารณาทรงพุ่มที่ไม่หนาแน่นเกินไปเพื่อลดแรงต้านลม หลีกเลี่ยงพืชที่มีใบขนาดใหญ่ เนื่องจากมีโอกาสเกิดโรคของใบ ลักษณะของใบที่มีขนาดใหญ่อาจเสียสมดุลจากแรงลม เลือกใช้ไม้ผลัดใบหรือไม่ผลัดใบควรสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของพื้นที่ เช่น พื้นที่ใช้งานกลางแจ้งอาจเลือกไม้ผลัดใบเพื่อให้แสงเข้าสู่พื้นที่ในฤดูหนาว ในขณะที่พื้นที่พักผ่อนอาจเลือกไม้ไม่ผลัดใบเพื่อให้ร่มเงาตลอดปี

ง) การเจริญเติบโต พืชที่โตเร็วต้องการการควบคุมขนาดบ่อยครั้ง อาจรุกรานพื้นที่โดยรอบ ส่วนพืชที่โตช้าสามารถควบคุมรูปร่างและขอบเขตได้ง่าย เหมาะกับพื้นที่ที่ต้องการภาพรวมระยะยาว ลักษณะการเติบโตนี้สัมพันธ์โดยตรงกับต้นทุนการดูแลรักษาและค่าแรงงาน

5.3 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม

สวนหลังคาแต่ละแห่งเลือกพรรณไม้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ความปลอดภัยของผู้ใช้ และความเข้าถึงการบำรุงรักษา แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนถึงการออกแบบสวนหลังคาในกรุงเทพมหานครที่ให้ความสำคัญกับการใช้พื้นที่เป็นไปอย่างปลอดภัยและเหมาะสมในเชิงสังคม

ในด้านเศรษฐกิจ งบประมาณการบำรุงรักษาสวนหลังคาในแต่ละโครงการอยู่ระหว่าง 105-331 บาทต่อตารางเมตรต่อปี โดยค่าแรงงานเป็นต้นทุนหลัก เนื่องจากส่วนใหญ่ใช้การรดน้ำด้วยผู้ดูแล ซึ่งแม้จะสามารถตรวจสอบสุขภาพพืชเฉพาะจุดได้ แต่ทำให้การให้น้ำไม่สม่ำเสมอ สะท้อนถึงความท้าทายในการบริหารจัดการต้นทุนตลอดอายุการใช้งานของสวนหลังคา แม้จะช่วยลดค่าซ่อมบำรุงในระยะสั้น ในทางกลับกันระบบรดน้ำอัตโนมัติช่วยลดภาระแรงงานและรักษาสมดุลความชื้นในวัสดุปลูกอย่างแม่นยำ แต่มีต้นทุนการติดตั้งเริ่มต้นสูง การเลือกใช้วิธีใดจึงควรพิจารณาความเหมาะสมกับงบประมาณและรูปแบบการใช้งาน ทั้งนี้ สอดคล้องกับหลักการทางเศรษฐศาสตร์ของ Development Bureau (2007) ที่ระบุว่า ปัจจัยหลักที่เพิ่มต้นทุนการบำรุงรักษาสวนหลังคา ได้แก่ ความซับซ้อนของพื้นที่ การเข้าถึงที่จำกัด และการใช้พืชที่ต้องการการดูแลสูง ซึ่งล้วนเพิ่มความต้องการแรงงานและค่าใช้จ่ายระยะยาว ดังนั้นการวางแผนตั้งแต่ขั้นออกแบบสามารถช่วยลดต้นทุนระยะยาว โดยวิเคราะห์จากปัจจัยทางชีววิทยา พืชที่มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมและมีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอเหมาะสมกว่าไม้ที่นิยมตามกระแสแต่ต้องดูแลมาก จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อความยั่งยืนของสวนหลังคาในบริบทเมืองกรุงเทพมหานคร

5.4 พืชพรรณที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในกรุงเทพมหานคร

จากการประเมินความเหมาะสมของพืชพรรณทั้งกลุ่มไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้คลุมดิน โดยอ้างอิงข้อมูลด้านสรีรวิทยา และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วย 4 มิติหลักและเกณฑ์ย่อยรวม 14 รายการ (ตารางที่ 7) โดยกำหนดระดับคะแนน 1-3 ตามระดับความเหมาะสม (1.00-1.99 = ต่ำ 2.00-2.59 = ปานกลาง 2.60-3.00 = สูง) เพื่อใช้ประเมินศักยภาพของพรรณไม้แต่ละชนิดที่พบในกรณีศึกษาสวนหลังคา พบว่าพืชที่เหมาะสมต่อสวนหลังคาในเขตเมืองกรุงเทพมหานคร มีคุณลักษณะที่เหมาะสม คือ ลักษณะของใบไม่ร่วงง่าย และคงความเขียวตลอดทั้งปี ลดภาระดูแลทำความสะอาด ทนแดดและลม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในสภาพสวนหลังคาเมืองร้อน ต้องการน้ำน้อยถึงปานกลาง เพื่อรองรับช่วงแล้งและลดต้นทุนการดูแล มีระบบรากกระจายไม่ลึก เพื่อลดผลกระทบต่อโครงสร้างอาคาร สามารถฟื้นตัวได้ดีจากปัจจัยธรรมชาติ เช่น แมลง เชื้อรา ความชื้น และความร้อน

ตารางที่ 7 เกณฑ์ในการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์ในการประเมิน	ค่าคะแนนและเกณฑ์ในการให้คะแนน		
		1 = ต่ำ	2 = ปานกลาง	3 = สูง
ด้านกายภาพ (P)	ลักษณะใบ	ใบใหญ่และฉีกขาดง่าย ทรงพุ่มหนาแน่น ด้านลม ใบร่วงมาก	ใบละเอียด ถึงปานกลาง ทนลมได้เล็กน้อย	ใบปานกลาง พุ่มโปร่ง ระบายอากาศดี ไม่หลุดร่วงง่าย
(ไม่ใหญ่และไม่พุ่ม)	ลักษณะกิ่ง	กิ่งแข็งแต่เปราะ และแตกหักง่าย แตกแขนงมาก ตัดแต่งลำบาก	กิ่งอ่อน ทนลมได้เล็กน้อย เอนเอียงตามลม	มีความยืดหยุ่นกิ่ง แข็งเหนียวไม่เปราะ ทรงพุ่มมั่นคง ไม่รก
(ไม่ใหญ่และไม่พุ่ม)	ลักษณะลำต้น	ขนาดใหญ่และสูงมากในแนวตั้ง ลำต้นไม่ตั้งตรง มีน้ำหนักรากมาก	ยืดหยุ่นอาจเอียงเอนจากแรงลม จนไม่สมมาตร	ลำต้นมั่นคงแข็งแรง
	ระบบราก	รากแข็งแรงกระจายลึก เสี่ยงต่อโครงสร้าง หรือทำลายโครงสร้าง เพิ่มภาระน้ำหนัก	รากอ่อน กระจายลึก เสี่ยงต่อโครงสร้างน้อย	รากแผ่ในแนวราบ รากต้นยึดเกาะดี
	การเจริญเติบโต	การแตกกิ่งโตเร็ว ควบคุมได้ยาก รูปทรงผิดปกติ รุกรานพืชชนิดอื่น	การแตกกิ่งเร็ว แต่ยังสามารถควบคุมได้	เจริญเติบโตช้าหรือสม่ำเสมอ ควบคุมง่าย
ด้านสิ่งแวดล้อม (E)	ความต้องการน้ำ	ต้องการน้ำหรือความชื้นสูง	ทนแล้งปานกลาง	ทนแล้งได้ดี
	ความต้องการแดด	ไม่สามารถอยู่ในสภาพแดดจัด	สามารถปรับตัวได้	ทนต่อสภาพแดดจัดได้ดี
	ประโยชน์เชิงนิเวศ	พืชสายพันธุ์รุกรานแพร่กระจายรวดเร็ว ส่งผลต่อระบบนิเวศ	เหมาะในการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยนกหรือสัตว์	ส่งเสริมความหลากหลายสูง มีแหล่งอาหารของสัตว์
ด้านสังคม (S)	ความสวยงาม	ไม่สมมาตร ผลัดใบมากกิ่งแตกแขนงมาก	มีสีสนเล็กน้อย กิ่งแตกแขนงไม่มาก ผลัดใบบ้าง	มีสีสน ทรงพุ่มสมมาตร คงความเขียวตลอดทั้งปี
	ความปลอดภัย	มีหนาม ยางมีพิษ ผลแข็งแตกหักง่าย	บางส่วนอาจไม่เหมาะกับผู้ใช้บางราย	ไม่มีส่วนใดที่มีความเสี่ยงเหมาะกับพื้นที่สาธารณะ
	การใช้งานและกิจกรรม	ทนต่อการใช้งานน้อย หรือเสียหายง่าย ให้ร่มเงาแน่น	ทนต่อการใช้งานบางประเภท ให้ร่มเงาได้บางส่วน	ทนต่อการใช้งานหลายรูปแบบ ให้ร่มเงามาก
ด้านเศรษฐกิจ (EC)	การดูแลรักษา	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
	ผลกระทบต่อการจัดการ	มีโอกาสเกิดปัญหาในระบบระบายน้ำ สร้างขยะมาก	ผลัดใบในบางฤดู สร้างขยะน้อย	ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในระบบระบายน้ำสร้างภาระน้อยต่อการบำรุงรักษา
	ความพร้อมในการจัดหา	หายาก สายพันธุ์รุกราน พืชพรรณต่างถิ่นที่ปรับตัวช้า	มีการเพาะขยายพันธุ์ทั่วไป	เป็นพันธุ์ไม้พื้นถิ่นหาได้ง่ายในตลาด

ผลการประเมินชนิดพืชที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมกรุงเทพมหานคร แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (ตารางที่ 8 และตารางที่ 9) ดังนี้

1) ชนิดพืชพรรณที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมในระดับสูง ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ย 2.60 ขึ้นไป มีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่และเงื่อนไขสวนหลังคาส่วนใหญ่ เหมาะสมทั้งในด้านกายภาพและการบำรุงรักษาทนต่อสภาพอากาศเมืองได้ดี ต้องการการดูแลในระดับทั่วไปถึงน้อยพืชมีการปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดี ทนแดด ทนแล้ง และส่งเสริมความยั่งยืนเชิงนิเวศได้ดี ดังนี้ ใบปานกลาง พุ่มโปร่ง ไม่หลุดร่วงง่าย ระบายอากาศได้ดี มีความยืดหยุ่นกิ่ง ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย ทรงพุ่มมั่นคงมีกิ่งที่เหนียว และมีความแข็งแรง ทนต่อแรงลม รวมถึงระบบรากที่แผ่แนวนอน ได้แก่ T03 (พะยุง) T07 (พะยอม) T08 (แคนา) ไม้คลุมดิน เช่น G01 (ดอียดเทศ) แม้จะเป็นไม้โตเร็วแต่ความต้องการน้ำน้อย ดูแลรักษาง่าย ควรหลีกเลี่ยงน้ำขังเพื่อป้องกันรากเน่า

2) ชนิดพืชพรรณที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมในระดับปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ย 2.00-2.59 มีความเหมาะสมในระดับทั่วไป สามารถปรับตัวได้บางส่วนเจริญเติบโตและทนต่อสภาพอากาศได้ในบางฤดูกาลหรือบางพื้นที่ของหลังคา หรือต้องการการดูแลมากขึ้น ยังคงมีปัจจัยบางประการที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ แต่ละชนิดมีข้อพิจารณาเพิ่มเติมที่แตกต่างกัน เช่น กลุ่มมีระบบรากกรูราน ตรวจสอบแผ่นป้องกันราก (Root Barrier) เป็นประจำ เช่น T01 (กระติง) T02 (เกร็ดกระโท่ต่าง) T10 (ดินเบ็ดแดง) และ T19 (ดินเบ็ด) กลุ่มมีความต้องการความชื้นสูง โดยกลุ่มนี้อาจใช้วิธีการวางตำแหน่ง ให้ตรงตามความต้องการของพืชและจัดให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน เช่น T11 (จิกน้ำ) T12 (สาร) T13 (สเม็ดขาว) T14 (กระพี้จั่น) G05 (เฟิร์น บรูไน) และ G06 (เฟิร์นฮาวาย) กลุ่มที่จำเป็นต้องควบคุมขนาดทรงพุ่มเป็นประจำ เช่น T04 (เลี้ยวป่า) T09 (ชงโค) G02 (หนวดปลาหมึกแคระ) และ G17 (เตยหอม)

3) ชนิดพืชพรรณที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมในระดับต่ำหรือควรหลีกเลี่ยง มีค่าคะแนนตั้งแต่ 1.00-1.99 มีความเหมาะสมบางส่วนแต่ยังไม่เพียงพอต่อการใช้งานจริงในระยะยาวทนสภาพแห้งแล้งหรือแดดจัดได้น้อย มีความเสี่ยงต่อโครงสร้างสูง มีโอกาสสร้างความเสียหายต่อผู้คนและทรัพย์สิน จำเป็นต้องการการดูแลมาก เช่น T05 (ตะเคียนทอง) แม้จะสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีแต่เนื่องจากกิ่งแข็งและเปราะก่อให้เกิดความเสียหายได้ง่าย T15 (น้ำเต้าต้น) มีน้ำหนักมาก และใช้พื้นที่ทรงพุ่มมากไม่เหมาะกับสวนหลังคาที่มีพื้นที่จำกัด และมีผลเชิงขนาดใหญ่มีโอกาสก่อให้เกิดเสียหายได้ เช่น S01 (ไทรเกาหลี) และ T19 (ดินเบ็ด) มีระบบรากที่แข็งแรงมีความเสี่ยงต่อโครงสร้างและโตเร็วจำเป็นต้องตัดแต่งบ่อย และเอียงเอนตามลมได้ง่าย T16 (ลั่นทม) T20 (ลั่นทมชมพู) มีกิ่งอ่อนและแตกหักง่าย G13 (พลูด่าง) และ G15 (ไผ่ฟิลิปปินส์ต่าง) ทั้งสองชนิดไม่สามารถทนต่อสภาพแดดจัดได้ G16 (ก้ามกุ้ง) มีขนาดใหญ่มีลักษณะง่ายจากการใช้งานรวมถึงแรงลม

ตารางที่ 8 รายชื่อชนิดพืชพรรณไม้ยืนต้นที่พบจากการสำรวจและสัมภาษณ์ทั้ง 4 แห่ง

ลำดับ	ชื่อสามัญ / ชื่อวิทยาศาสตร์	พื้นดิน	ต่ำดิน	ผลัดใบ	ไม่ผลัดใบ	ความต้องการการแดด	ความต้องการน้ำ	เจริญเติบโต	ระดับความเหมาะสม	ข้อควรคำนึง
T01	กระทิง / <i>Calophyllum inophyllum</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	ช้า	ปานกลาง	ลำต้นแข็งแรงพุ่มแน่น ใบใหญ่ด้านลม
T02	เกร็ดกระไ้ดำง / <i>Clusia rosea</i>		•		•	เต็มวัน	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ใบใหญ่ด้านลม รากรุกราน
T03	พะยุง / <i>Dalbergia cochinchinensis</i>	•		•		เต็มวัน	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	-
T04	เสี้ยวป่า / <i>Bauhinia sappocalyx</i>	•		•		ครึ่งวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	กิ่งก้านทรงพุ่มรก
T05	ตะเคียนทอง / <i>Hopea odorata</i>	•		•		เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ควรหลีกเลี่ยง	เปลือกและกิ่งเปราะ แตกหักง่าย
T06	มะฮอกกานี / <i>Swietenia macrophylla</i>		•	•		เต็มวัน	ต่ำ	เร็ว	ปานกลาง	ผลมีเปลือกแข็ง
T07	พะยอม / <i>Shorea roxburghi</i>	•		•		เต็มวัน	ปานกลาง	ช้า	สูง	ปรับตัวง่าย รากตื้น แนวนอน
T08	แคนา / <i>Dolichandrone serrulata</i>	•		•		เต็มวัน	ต่ำ	เร็ว	สูง	ปรับตัวง่ายในสภาพสวนหลังคา
T09	ชงโค / <i>Bauhinia purpurea</i>		•		•	เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	กิ่งแตกแขนงมาก ตัดแต่งบ่อย
T10	ตีนเป็ดแดง / <i>Cerbera odollam</i>	•			•	เต็มวัน	ต่ำ	เร็ว	ปานกลาง	ควรพิจารณาระบบรากเสี่ยงต่อโครงสร้าง
T11	จิกน้ำ / <i>Barringtonia acutangula</i>		•		•	เต็มวัน	สูง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องการความชื้นสูง
T12	สาธร / <i>Millettia leucantha</i>	•			•	เต็มวัน	สูง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องการความชื้นสูง ตัดแต่งบ่อย
T13	เสม็ดขาว / <i>Melaleuca cajuputi</i>	•		•		ครึ่งวัน	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต้องการความชื้นสูง
T14	กระพี้จั่น / <i>Millettia brandisiana</i>	•		•		เต็มวัน	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	มีฝักแหลม ใบร่วงมากต้องเก็บกวาด
T15	น้ำเต้าต้น / <i>Crescentia cujete</i>		•		•	เต็มวัน	สูง	ปานกลาง	ควรหลีกเลี่ยง	ใช้พื้นที่ปลูกมาก มีผลแข็งขนาดใหญ่
T16	ลั่นทม / <i>Plumeria alba</i>		•	•		เต็มวัน	ต่ำ	ช้า	ควรหลีกเลี่ยง	มีกิ่งที่เปราะและหักง่าย
T17	จันทน์ / <i>Dracaena cochinchinensis</i>	•			•	เต็มวัน	ต่ำ	ช้า	ปานกลาง	ทนแดด ไม่ทนลมใบขนาดใหญ่ฉีกขาดง่าย
T18	บุหงาส่าหรี / <i>Murraya paniculata</i>		•		•	เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	มีกลิ่นแรง
T19	ตีนเป็ด / <i>Alstonia scholaris</i>	•		•		เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ควรหลีกเลี่ยง	ตัดแต่งบ่อย กลิ่นแรง รากเสี่ยงต่อโครงสร้าง
T20	ลั่นทมชมพู / <i>Plumeria rubra</i>		•	•		เต็มวัน	ต่ำ	ช้า	ควรหลีกเลี่ยง	มีกิ่งที่เปราะและหักง่าย
T21	พุดกุหลาบ / <i>Tabernaemontana divaricata</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต้องการค้ำยัน

หมายเหตุ T = Tree (ไม้ยืนต้น)

ตารางที่ 9 รายชื่อชนิดพืชพรรณไม้พุ่มและไม้คลุมดินที่พบจากการสำรวจและสัมภาษณ์ทั้ง 4 แห่ง

ลำดับ	ชื่อสามัญ / ชื่อวิทยาศาสตร์	พื้นดิน	ต่ำ	ผลัดใบ	ไม่ผลัดใบ	ความต้องการการแดด	ความต้องการน้ำ	เจริญเติบโต	ระดับความเหมาะสม	ข้อควรคำนึง
S01	ไทรเกาหลี / <i>Ficus annulata</i>		•	•		เต็มวัน	ปานกลาง	ช้า	ควรหลีกเลี่ยง	ควรพิจารณาระบบรากเสี่ยงต่อโครงสร้าง
S02	พุดซ้อน / <i>Gardenia augusta</i>		•		•	เต็มวัน	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ระบบรากอ่อนไหวต่อความชื้น
S03	เข็มม่วง / <i>Pseuderanthemum crenulatum</i>	•		•		ครึ่งวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	-
S04	ต้นพุดศุภโชค / <i>Gardenia jasminoides</i>		•	•		ครึ่งวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องมีการตัดแต่งบ่อย
S05	เข็มขมพวงนุช / <i>Arachnothryx leucophylla</i>		•		•	เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องมีการตัดแต่งบ่อย
S06	พุดกังหัน / <i>Tabernaemontana orientalis</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ไม่ทนลม พุ่มโปร่ง ใบขนาดเล็ก
G01	ด้อยดังเทศ / <i>Ruellia simplex</i>		•		•	เต็มวัน	ต่ำ	เร็ว	สูง	ต้องมีการตัดแต่งบ่อย
G02	หนวดปลาหมึกแคระ / <i>Schefflera arboricola</i>		•		•	ครึ่งวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องมีการตัดแต่งบ่อย
G03	บาทยา / <i>Asystasia gangetica</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องมีการตัดแต่งบ่อย
G04	พลับพลึง / <i>Crinum asiaticum</i>	•			•	เต็มวัน	สูง	เร็ว	ควรหลีกเลี่ยง	ใบฉีกแตกง่ายหากลมแรง ต้องการน้ำสูง
G05	เฟิร์นบรูไน / <i>Nephrolepis biserrata</i>		•		•	รำไร-เต็มวัน	สูง	ช้า	ปานกลาง	ต้องการความชื้นสูง
G06	เฟิร์นฮาวาย / <i>Phymatosorus grossus</i>		•		•	รำไร-เต็มวัน	สูง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องการความชื้นสูง
G07	เล็บครุฑใบ 5 แฉก / <i>Osmoxylon lineare</i>	•		•		รำไร	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ไม่ทนต่อแดดจัด ควรมีร่มเงาของไม้ใหญ่
G08	หญ้าหนวดแมว / <i>Orthosiphon aristatus</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ต้องมีการตัดแต่งบ่อย พืชล้มลุก
G09	ชาไก่เขียว / <i>Pseuderanthemum crenulatum</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ในช่วงแรกควรระวังแดดจัด
G10	ชาไก่ดำ / <i>Justicia fragillis</i>	•			•	เต็มวัน	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ในช่วงแรกควรระวังแดดจัด
G11	การะเกดหนู / <i>Pandanus pygmaeus</i>	•			•	เต็มวัน	ต่ำ	ช้า	ปานกลาง	มีหนามที่ใบ ไม่เหมาะกับพื้นที่กิจกรรม
G12	สนเลื้อย / <i>Juniperus procumbens</i>		•	•		เต็มวัน	ต่ำ	ช้า	ปานกลาง	หลีกเลี่ยงความชื้นสูง
G13	พลูด่าง / <i>Epipremnum aureum</i>		•		•	รำไร	ต่ำ	เร็ว	ควรหลีกเลี่ยง	ไม่สามารถอยู่บริเวณแดดจัดได้
G14	ว่านหางจระเข้ / <i>Aloe vera</i>		•		•	เต็มวัน	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	หลีกเลี่ยงบริเวณน้ำขัง เพื่อป้องกันรากเน่า
G15	ไม้พิลิปินส์ต่าง / <i>Dracaena surculosa</i>		•		•	เต็มวัน	ปานกลาง	ปานกลาง	ควรหลีกเลี่ยง	ไม่สามารถอยู่บริเวณแดดจัดได้
G16	ก้ามกุ้ง / <i>Heliconia psittacorum</i>		•		•	ครึ่งวัน	สูง	ปานกลาง	ควรหลีกเลี่ยง	ไม่ทนลม ใบฉีกแตกง่ายหากลมแรง
G17	เดยหอม / <i>Pandanus amaryllifolius</i>	•			•	รำไร	ปานกลาง	เร็ว	ปานกลาง	ทรงพุ่มหนา ตัดแต่งบ่อย ต้องการความชื้นสูง

หมายเหตุ S = Shrub (ไม้พุ่ม) G = Groundcover (ไม้คลุมดิน)

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการพัฒนากรอบแนวคิดฐานข้อมูลพรรณไม้สำหรับสวนหลังคาอย่างยั่งยืนในบริบทเมือง โดยเชื่อมโยงคุณลักษณะทางสรีรวิทยาของพืชเข้ากับผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงต้นทุนตลอดช่วงอายุโครงการหรือต้นทุนรวมทั้งหมด Life Cycle Costs (LCC) เพื่อเป็นเครื่องมือให้ผู้ออกแบบใช้ในการตัดสินใจ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว ควรมีการวางแผนเลือกพรรณไม้ที่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่และระบบโครงสร้าง กำหนดแนวทางการบำรุงรักษาและติดตามผลอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งควรสนับสนุนการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิอากาศกับการอยู่รอดของพืชสวนหลังคา เพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาที่เหมาะสมกับบริบทเมืองกรุงเทพมหานครมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาแนวทางการออกแบบสวนหลังคาให้มีความยั่งยืนและเหมาะสมต่อการใช้งานในระยะยาว ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพืชพรรณรวมถึงคุณลักษณะทางสรีรวิทยาที่เหมาะสมกับสวนหลังคาในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย เสนอให้ศึกษาเพิ่มเติมในอาคารประเภทอื่น เช่น อาคารสาธารณะ สุข โรงแรม หรือที่อยู่อาศัย แนวสูง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการใช้พืชพรรณและรูปแบบการบำรุงรักษา เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลพืชพรรณที่ใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจและการวางแผนออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพในบริบทของกรุงเทพมหานคร ควรพิจารณาการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของพื้นที่ กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ ประเมินความเสี่ยงของพืชพรรณแต่ละชนิด และการพิจารณาคุณลักษณะของพรรณไม้ที่เหมาะสม

สุดท้ายนี้การออกแบบที่ดีต้องสอดคล้องกับแผนการดูแลและการประมาณค่าใช้จ่าย ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวให้มีความสำคัญกับการทำงานร่วมกันระหว่างสถาปนิก ภูมิสถาปนิก นักออกแบบพืชพรรณ ผู้ดูแลพื้นที่ และผู้รับเหมา ควรมีบทบาทในการให้ความรู้ความเข้าใจ แก่เจ้าของโครงการ เพื่อให้เห็นถึงผลกระทบในระยะยาวของการใช้พรรณไม้ที่ขาดความยั่งยืน ควรส่งเสริมไม้ที่มาจากแหล่งผลิตที่สามารถควบคุมคุณภาพได้มากกว่าการนำเข้าจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งมีความแข็งแรง และสามารถปรับตัวได้ดีกว่า ทั้งนี้ยังส่งเสริมการสร้างแนวทางปฏิบัติสำหรับวิชาชีพ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริงทั้งในระดับโครงการและระดับนโยบาย

7. เอกสารอ้างอิง

ณธรัตน์พัชร เขียววิชัย และ ปิยะณัฐ ฝกามาศ. (2557). การคัดเลือกชนิดพืชและวัสดุปลูกสำหรับสวนบนหลังคา. *แก่นเกษตร*, 42 (ฉบับพิเศษ 3).

https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=O_001.pdf&id=1614&keeptrack=1

ทฤตมน ดันศิริ. (2561). *มาตรการส่งเสริมและจัดให้มีหลังคาเขียว (Green Roof) ในเขตกรุงเทพมหานคร*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์].

https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2018/TU_2018_5901034552_10558_10786.pdf

นภัตสร ลัทธิภาพศ์ และ อรวลี อมรสิทธิ์กุล. (2565). *การวิเคราะห์ระบบไม้ค้ำยันเพื่อเลือกใช้และเป็นแนวทางในการออกแบบไม้ค้ำยันที่เหมาะสมกับไม้ชุดล้อมขนาดต่าง ๆ*. การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 13 (สาขาวิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยมหาดไทย.

<https://www.hu.ac.th/Conference/conference2022/proceedings/doc/05%20วิทยาศาสตร์/15-Hel-212.pdf>

พชร เลิศปิวิวัฒนา. (2547). *การออกแบบสวนหลังคาในกรุงเทพมหานคร*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/CU.the.2004.455

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2568). *รายชื่อโครงการที่ผ่านการประเมิน TREES-NC*. Retrieved from <https://tgbi.or.th/directory/project/>

- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2568). รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม. Retrieved from <https://eia.onep.go.th/>
- Abuseif, M., Dupre, K., & Michael, R. N. (2022). Trees on buildings: A design framework. *Nature-Based Solutions*, 3, 100052. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2023.100052>
- Al-Kodmany, K. (2023). Greenery-Covered Tall Buildings: A Review. *Buildings*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/buildings13092362>
- Berardi, U., GhaffarianHoseini, A. H., & GhaffarianHoseini, A. (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*, 115, 411–428. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.047>
- Cadmapper. (2025). *Cadmapper*. Retrieved from <https://cadmapper.com/>
- Development Bureau, Hong Kong Special Administrative Region Government. (2007). *Study on green roof application in Hong Kong: Executive summary*. Retrieved from https://www.devb.gov.hk/filemanager/en/content_29/Green%20roof%20study_executive%20summary%20eng.pdf
- Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Timber Press.
- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL). (2018). *Green roof guidelines: Guidelines for the planning, construction and maintenance of green roofs*. Retrieved from https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2019/01/FLL_greenroofguidelines_2018.pdf
- Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41(5), 1276–1285. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.5.1276>
- Hirons, A. D., & Percival, G. C. (2011). Fundamentals of tree establishment: A review. *Trees, People and the Built Environment Conference Proceedings*. https://www.researchgate.net/publication/274953179_Fundamentals_of_tree_establishment_a_review
- Law, M. Y. C., Hui, L. C., Jim, C. Y., & Ma, T. L. (2021). Tree species composition, growing space and management in Hong Kong's commercial sky gardens. *Urban Forestry & Urban Greening*, 64, 127267. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127267>
- Luckett, K. (Ed.). (2009). *Green Roof Construction and Maintenance*. The McGraw-Hill Companies, Inc. (pp. 108–109). Retrieved from <https://casagreb.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/02/green-roof.pdf>
- Lundholm, J. T. (2015). Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 726–734. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12425>
- Marsh, A. (2025). *SunPath3D*. Retrieved from <https://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath3d.html>
- Nguyen-Tran, Y.-K., & Murata, R. (2020). Variations of spatial qualities experienced in rooftop garden of mixed-used building in Tokyo. *Journal of Architecture and Planning*, 85(771), 1045–1055. <https://doi.org/10.3130/aija.85.1045>
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., & Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57(10), 823–833. <https://doi.org/10.1641/B571005>

- Paton, C. P., & Manomaiphiboon, K. (2013). A Metropolitan Wind Resource Assessment for Bangkok, Thailand Part 1: Wind Resource Mapping. *Journal of Sustainable Energy and Environment*, 4, 69–76.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:128424001>
- Phoomirat, R., Disyatat, N. R., Park, T. Y., Lee, D. K., & Dumrongrojwatthana, P. (2020). Rapid assessment checklist for green roof ecosystem services in Bangkok, Thailand. *Ecological Processes*, 9, 58.
<https://doi.org/10.1186/s13717-020-00222-z>
- U.S. Green Building Council. (2025). *LEED credits*. U.S. Green Building Council. Retrieved from <https://www.usgbc.org/credits>
- Vijayaraghavan, K. (2014). *Green roofs*: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 740–752.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>