

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาถึงทฤษฎีทางอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำ และจากขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษาทำให้เราทราบถึงสาเหตุและผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น จากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีผลกับการระบายน้ำ ที่สามารถนำมาหาข้อสรุปในเชิงทฤษฎีอย่างกว้างๆ ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ดังนี้

5.1 ข้อสรุป

1) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของภูมิทัศน์ (Landscape Element) อันได้แก่สิ่งปกคลุมพื้นดิน (Land Cover) การเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิว (Surface characteristic) การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของอาคาร (Building density) จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางอุทกวิทยาเมือง ทั้งในเรื่องการระบายน้ำผิวดิน รูปแบบของการระบายน้ำที่มีความหนาแน่นของการระบายน้ำที่เพิ่มขึ้นจากระบบท่อระบายน้ำที่มาทดแทนเส้นทางน้ำในอดีต

2) ปัจจัย (Factors) ที่มีผลต่อลักษณะอุทกวิทยาเมืองในกรณีของย่านบางลำพู มีดังนี้

-ความหนาแน่นของอาคาร (Building density) ตามลักษณะของการใช้ที่ดิน ทำให้ความหนาแน่นของอาคารเพิ่มขึ้นจากอดีตทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสิ่งปกคลุมพื้นดินและเพิ่มRunoff

-พื้นผิวดถนน (Roads surface) พื้นผิวเมืองในปัจจุบันถูกวัสดุพื้นผิวที่น้ำปกคลุมเพิ่มมากขึ้นจากอดีตซึ่งเป็นตัวกั้นการระบายน้ำผิวดินต้องทำท่อระบายน้ำตามถนนเพื่อรับน้ำจากพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง

-ลักษณะพื้นผิว (Surface characteristic) พื้นที่เมืองในอดีตมีพื้นที่ที่เป็นพื้นผิวใกล้เคียงกับธรรมชาติมากกว่าในปัจจุบัน พื้นผิวในปัจจุบันทำให้อัตราการไหลน้ำบนพื้นผิวไหลเร็วขึ้น

-รูปแบบของเส้นทางน้ำ (Streams pattern) รูปแบบเส้นทางในอดีตมีโครงข่ายการระบายน้ำผิวดิน แต่ทางน้ำในปัจจุบันเหลือเพียงคลองบางลำพู ซึ่งทำให้พื้นที่เก็บน้ำของบางลำพูหายไปเป็นปริมาณมาก

-ท่อระบายน้ำ (Storm sewers) รูปแบบการระบายน้ำในเมืองปัจจุบันได้เปลี่ยนรูปแบบไปจากอดีตอย่างสิ้นเชิงโดยมีท่อระบายน้ำกระจายเป็นโครงข่ายใยแมงมุมตามเส้นทางถนนซึ่งเป็นการเพิ่มความหนาแน่นของการระบายน้ำ

3) การคาดการณ์ในเชิงทฤษฎี

ถ้าพื้นที่เมืองมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ตามลักษณะที่กล่าวมาจะทำให้สามารถคาดการณ์ถึงผลที่จะเกิดขึ้นได้ดังนี้

- จะมีการเพิ่มปริมาณของ Runoff ความเร็วในการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้น ช่วงเวลาของการไหล Runoff เร็วขึ้น ทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมปริมาณน้ำ

- เกิดการเปลี่ยนแปลงการไหลของบนพื้นผิว เนื่องจากองค์ประกอบที่เป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลบนผิวดิน ซึ่งก็คือสิ่งที่ปกคลุมพื้นดิน(เช่นพืชพันธุ์และการใช้ที่ดิน) มีการเปลี่ยนแปลง

- การเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการรวบรวมและนำพา (Concentration Time) ความหนาแน่นของการระบายน้ำ (Drainage Density) ส่งผลในทางอุทกวิทยาคือทำให้ระยะเวลาในการรวบรวมและนำพาน้ำนั้นใช้เวลาสั้นลง เนื่องจากระยะทางของน้ำที่ต้องไหลผ่านผิวดินลดลงเพราะความหนาแน่นของการระบายน้ำมีมากทำให้สามารถรวบรวมน้ำได้เร็ว

- พื้นที่เก็บน้ำสูญเสียไปเป็นปริมาณมากจากการถมเส้นทางน้ำเดิมเพื่อสร้างถนนและท่อระบายน้ำ

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นดินกับรูปแบบการระบายน้ำ

สิ่งที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงคือ พื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นดินและโครงข่ายช่องทางน้ำที่ลดลง ผลดังกล่าวเกิดขึ้นจากการพัฒนาเมืองที่เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมพื้นดินให้ผิดไปจากรูปแบบเดิมการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมพื้นดินในพื้นที่เมืองมีผลกระทบต่อลักษณะทางอุทกวิทยาอย่างชัดเจนในการดูผลภาพ (ภาพที่ 2-13) จะเห็นว่าอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่เมืองเป็นอัตราการไหลของน้ำสูงสุด เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าในพื้นที่ก่อนการพัฒนาเป็นเมือง เหมือนกันกับในย่านบางลำพูเนื่องจากลักษณะความสัมพันธ์ที่เป็นตัวแปรดังกล่าวทั้งในสภาพอดีตและปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ (Land Use) ทำให้พื้นที่เมืองมีพื้นที่คอนกรีตเพิ่มมากขึ้น ทำให้น้ำไหลออกจากพื้นที่ได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้น้ำมารวมกันในพื้นที่รับน้ำที่มีระดับต่ำกว่าเพื่อรอการระบาย ก็คือบริเวณท่อระบายน้ำซึ่งจะอยู่ตามถนน มีปริมาณน้ำมีมากขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการรับน้ำของท่อระบายน้ำลดลงจากเส้นทางน้ำในอดีต ทำให้น้ำระบายออกจากพื้นที่โดยท่อไม่ทัน ทำให้เกิดการเอ่อ และท่วมพื้นที่ใช้งานซึ่งก็คือถนน และพื้นที่ในเมืองที่มีระดับต่ำ

รูปแบบการระบายน้ำในอดีตนั้น มีคลองดั้งเดิมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและโดยการขุดเพิ่มเติมจากมนุษย์ ซึ่งทางน้ำต่างๆเปรียบได้เหมือนกิ่งก้านของต้นไม้ที่แผ่กระจายออกจากลำต้น และมี

การเชื่อมโยงติดต่อกันเป็นโครงข่าย (Network) ซึ่งลักษณะดังกล่าวของพื้นที่ยังคงสภาพตามธรรมชาติอยู่เป็นส่วนมาก และยังคงสภาพของระบบธรรมชาติบางส่วนได้ สิ่งปกคลุมพื้นดินยังไม่ได้รับอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นที่จากการตั้งถิ่นฐานและจากกิจกรรมของมนุษย์มากนัก

การเปรียบเทียบแผนที่ในอดีตกับปัจจุบันทำให้เราทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน และมีรูปแบบที่ชัดเจน ช่องทางน้ำไหลในอดีตกลายเป็นถนน, พื้นที่สำหรับพักอาศัยและพื้นที่อื่นเพื่อสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในเมือง ความหนาแน่นของอาคาร วัสดุพื้นผิวที่บ้น้ำเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ปริมาณท่าระบายน้ำมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นครอบคลุมการระบายน้ำฝนและรับน้ำเสียจากอาคารต่างๆ โดยเข้ามาแทนที่ ช่องทางน้ำในอดีตโดยสิ้นเชิง งบประมาณเปลี่ยนแปลงรูปแบบไป สิ่งทั้งหมดที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลง สิ่งปกคลุมพื้นดินแทบทั้งสิ้น

5.3 แนวความคิดในการวางแผนจัดการด้านสิ่งปกคลุมผิวดินในพื้นที่เมือง

วิธีการเพื่อที่จะทำให้ผลจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวลดลงได้คือ

- 1) เพิ่มพื้นที่เก็บกักและหน่วงเหนี่ยวน้ำ (Storage and Detention) เพื่อลดปริมาณการไหลของน้ำผิวดิน
- 2) เพิ่มการดักและการกักขังบนผิวดิน (Interception and Depression storage)

การออกแบบกายภาพในงานภูมิทัศน์เมืองเป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้สามารถลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมพื้นดินในพื้นที่เมืองที่มีต่อลักษณะอุทกวิทยาเมือง และเป็นการรักษาระบบน้ำตามธรรมชาติให้คงอยู่ โดยสามารถแบ่งเป็นส่วนได้ดังนี้

1) ในระดับการวางแผนภูมิทัศน์ (Planning Level)

- (1) ให้หาทางใช้ประโยชน์จากทางน้ำเดิมให้มากที่สุดและพึงไม่ทำลายทางน้ำ ถึงแม้สภาพดั้งเดิมจะสูญหายไปเพียงใด
- (2) ในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องน้ำในเมืองควรมองเป็นลักษณะองค์รวม แต่ในทางกลับกันในแง่การทำให้เป็นจริงควรเริ่มจากจุดเล็กๆ เช่นเริ่มจากระดับบ้าน เป็นระดับหมู่บ้าน ระดับชุมชน เป็นต้น เพื่อให้ปัญหาสามารถเริ่มต้นแก้ไขได้ทันที

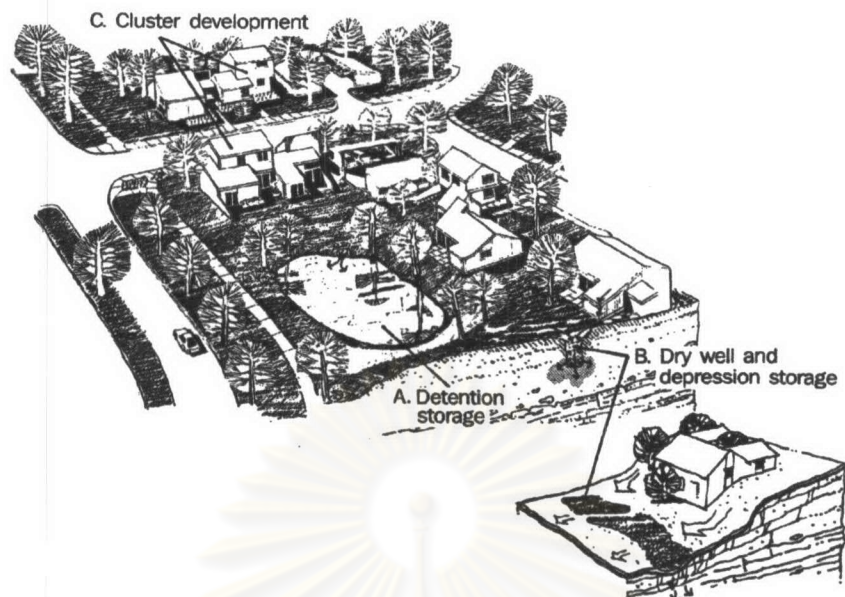
ในการมองปัญหาเรื่องน้ำในปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแนวความคิดในเชิงบูรณาการ คือมองปัญหาในลักษณะองค์รวมว่าขอบเขตปัญหาที่เกิดขึ้นมีผลต่อกลุ่มคนและพื้นที่มากเพียงใด เพื่อหาสาเหตุและนำมาเป็นแนวทางในการลดผลที่เกิดขึ้น ถ้าเรามองเมืองตามลักษณะทางอุทกวิทยา เมืองก็คือพื้นที่รับ

น้ำ (Watershed) ที่มีขนาดใหญ่พื้นที่หนึ่ง ดังนั้นทุกพื้นที่ในเมืองล้วนอยู่ในพื้นที่รับน้ำทั้งสิ้น ดังนั้นเมื่อพื้นที่ต่างๆในเมืองถูกปรับเปลี่ยนปัจจัยที่ส่งผลในทางอุทกวิทยาเมืองไป ก็จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อื่นๆตามไปด้วยไม่มากก็น้อย ดังนั้นในการที่จะหาแนวทางแก้ปัญหาต้องมองในมุมที่เล็กลงมาคือ มองว่าทุกพื้นที่ในเมืองที่ถูกแบ่งการใช้สอยตามกิจกรรมของคนในเมืองนั้น ก็คือพื้นที่รับน้ำทั้งสิ้น เป็นพื้นที่รับน้ำเล็กๆที่อยู่ในพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่ซึ่งก็คือเมือง ดังนั้นเราจะสามารถจำแนกสิ่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในแต่ละพื้นที่ของเมืองได้และทำการแก้ไขแยกไปในแต่ละพื้นที่ สิ่งเหล่านั้นก็คือการแก้ปัญหาในระดับเมืองนั่นเอง

- (3) ควรมีการวางแผนในเรื่องการปลูกต้นไม้ในเมือง การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง และการลดปริมาณ Runoff ในพื้นที่ที่มีการพัฒนาใหม่

2) ในระดับการออกแบบภูมิทัศน์ (Design Level)

- (1) ในการออกแบบอาคารให้พิจารณาในส่วใดส่วหนึ่งของอาคาร เช่น หลังคาอาคารพื้นที่สวน เป็นต้นเพื่อใช้เป็นพื้นที่หนองเหนียวน้ำ ในกรณีที่ฝนตก
- (2) ในกรณีที่ลักษณะของพื้นที่ทำการออกแบบมีคุณสมบัติของดินในการซึมน้ำที่เหมาะสม เราควรออกแบบในการเตรียมการกักเก็บน้ำไว้ในระบบการกักเก็บใต้ดินได้ตามแนวคิดของ Leopold (ดูรายละเอียดในภาพที่ 2-20 และ 2-21)
- (3) ในการออกแบบใดก็ตามให้คำนึงถึงเตรียมพื้นที่สำหรับหนองเหนียวน้ำไว้เสมอซึ่งในการออกแบบนั้นเราควรพิจารณาถึงองค์ประกอบในการออกแบบที่สามารถทำเป็นพื้นที่หนองเหนียวน้ำได้คือ
 - พื้นที่สวนที่ใช้ในการเป็นส่วนประกอบของอาคาร
 - กระบะต้นไม้ (Flower Bed) สามารถออกแบบให้เป็นพื้นที่เก็บกักน้ำได้
 - ที่จอดรถ ทางเท้า และลานอเนกประสงค์
 - ส่วนของอาคาร เช่น หลังคาส่วนที่เป็นคอนกรีต
 - ท่อระบายน้ำใต้ดินสามารถกำหนดให้มีขนาดใหญ่เพื่อที่จะสามารถรับน้ำจากพื้นที่ได้มากกว่าเดิม
 - บ่อน้ำที่ใช้ในการเป็นองค์ประกอบในการออกแบบภูมิทัศน์



ภาพที่ 5-1 แสดงตัวอย่างแนวคิดในการพัฒนาพื้นที่ของ Marsh (1991) โดยใช้
ลักษณะการกักน้ำใน แบบต่างๆ เช่น ใช้พื้นที่สวน บ่อหนองเหนียวน้ำ
และการกักขังบนผิวดินเพื่อเพิ่มอัตราการซึมลงดิน

5.4 ข้อจำกัดในการศึกษา

ข้อจำกัดในการศึกษา สิ่งหนึ่งคือการแปรผันที่จากอดีตอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความ
เป็นจริงเนื่องจากข้อมูลมีน้อยและไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องจากข้อมูลเดิมได้ ต้นไม้และ
พืชพันธุ์เป็นสิ่งที่ควรนำมาเปรียบเทียบเนื่องจาก การดัก (Interception) โดยต้นไม้เป็นตัวแปร
หนึ่งในวงจรอุทกวิทยา แต่เนื่องจากข้อมูลในอดีตที่ได้ ไม่สามารถทำการระบุสิ่งดังกล่าวลงในแผน
ที่ได้ ในแผนที่อดีตระบุไว้เป็นพื้นที่ สวน นา และไร่เท่านั้น จึงไม่ได้มีการพูดถึงการสูญเสียจากการ
ดัก (Interception Loss) ไว้ในการศึกษา อีกทั้งค่าระยะเยื่อบังคับ (Free Board) ของทางน้ำใน
อดีตที่ไม่สามารถทราบได้ ทำให้การเปรียบเทียบปริมาณการรับน้ำของทางน้ำในอดีตกับท่อระบาย
น้ำในปัจจุบันไม่สามารถคำนวณค่าเปรียบเทียบได้ และข้อจำกัดอีกสิ่งหนึ่งคือ ค่าตัวแปรที่ใช้ใน
การศึกษามักเป็นค่าสมมติเพื่อที่จะสามารถทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยใช้ค่าตัว
แปรเดียวกันในการเปรียบเทียบ เพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น

5.5 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในการศึกษานี้มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ที่ไม่สามารถจะนำมาทำการ
ทดลองในพื้นที่เนื่องจากไม่มีหน่วยงานเก็บข้อมูลทางสถิติไว้เลย จึงเป็นการยากที่จะวัดผลจริงขึ้น
ได้ แต่การคาดการณ์ทางทฤษฎีนั้นก็สามารที่จะนำมาเป็นแนวทางในการ เตรียมการเพื่อรองรับ

ผลที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงในอนาคตสำหรับพื้นที่ที่มีรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกันกับพื้นที่ศึกษาได้ ซึ่งการศึกษานี้ใช้แนวคิดในการเปรียบเทียบและคาดการณ์ในเชิงทฤษฎี เพื่อที่จะทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องระบบอุทกวิทยาของเมือง และเพื่อทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

สำหรับการศึกษาในส่วนเพิ่มเติมต่อไป น่าจะทำการศึกษาในเรื่อง การเปลี่ยนแปลงในเรื่องการดักและการกักขังบนผิวดิน (Interception and Depression storage) โดยต้นไม้ ว่ามีผลอย่างไรกับระบบอุทกวิทยาเมืองในปัจจุบัน หรืออาจเป็นการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยาเมืองโดยใช้การออกแบบในการแก้ปัญหา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย