สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์และแนวคิดในการแก้ปัญหาการออกแบบและพัฒนาระบบตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ทฤษฎีทางด้านคอมพิวเตอร์ และทฤษฎีด้านการชลประทาน

ทฤษฎีด้านคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย ทฤษฎีด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ ทฤษฎีด้านระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และทฤษฎีด้านการจัดการฐานข้อมูล นอกจากนี้ทฤษฎีด้านการชลประทานคือ ทฤษฎีเกี่ยวกับปริมาณน้ำเพื่อการชลประทาน

2.1 ทฤษฎีด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ คือวิธีการที่ใช้ในการสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่ในองค์กรใดองค์กรหนึ่งหรือระบบย่อยขององค์กร นอกจากการสร้างระบบสารสนเทศใหม่แล้ว การวิเคราะห์ระบบยังสามารถช่วยแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นด้วยก็ได้ [1]

วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) การพัฒนาระบบแบ่งเป็นระยะ (phase) ต่างๆ ได้ 5 ระยะ คือ [2]

1) ระยะการวางแผนโครงการ (Project planning phase) เพื่อบ่งชี้ปัญหา กำหนดขอบเขตของระบบใหม่ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ สร้างตารางการทำงานและจัดหาทรัพยากรที่ใช้ในการพัฒนาโครงการ

2) ระยะการวิเคราะห์ (Analysis phase) เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการของระบบใหม่และจัดทำเอกสารประกอบ ซึ่งมีกิจกรรมย่อยๆ คือ การรวบรวมข้อมูล นิยามความต้องการของระบบ ลำดับความสำคัญของความต้องการในระบบ สร้างและประเมินทางเลือกให้เหมาะสม

3) ระยะการออกแบบ (Design phase) โดยทั่วไปมีกิจกรรมย่อยๆ คือ ออกแบบและรวบรวมส่วนที่เกี่ยวข้องรวมสถาปัตยกรรมที่จะใช้ในการทำงานของระบบใหม่ ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบ ออกแบบส่วนที่ติดต่อกันของระบบย่อยๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกันเป็นระบบใหญ่ ออกแบบฐานข้อมูล และออกแบบรายละเอียดการทำงานของระบบและการควบคุมระบบ

4) ระยะการสร้างระบบ (Implementation phase) เป็นการนำข้อมูลที่ออกแบบเอาไว้มาสร้างระบบ ซึ่งรวมถึงการทดสอบและติดตั้งระบบ

5) ระยะสนับสนุนระบบ (Support phase) เป็นระยะที่เกิดขึ้นหลังจากติดตั้งระบบเพื่อให้ระบบยังคงดำเนินไปได้ด้วยดี มีเจ้าหน้าที่ทางด้านเทคนิคช่วยเหลือ รวมทั้งมีการแก้ส่วนที่ไม่สมบูรณ์ของระบบให้เป็นส่วนที่สมบูรณ์

2.2 ทฤษฎีด้านระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือ การโต้ตอบกันบนพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้ตัดสินใจนำข้อมูลและต้นแบบ (Model) ไปใช้แก้ปัญหาที่ไม่เป็นโครงสร้าง รวมถึงระบบซึ่งสนับสนุนเพียงบางส่วนเพื่อทำการตัดสินใจ [3]

ลักษณะของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือ แก้ปัญหาที่ไม่ค่อยเป็นโครงสร้าง พยายามนำต้นแบบหรือวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งการเข้าถึงข้อมูลและการทำงานมาประกอบกัน เน้นที่สามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและการตัดสินใจของผู้ใช้งาน

2.2.1 บทบาทของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

บทบาทของระบบสนับสนุนการตัดสินใจคือ นำสารสนเทศมาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรในระดับมันสมองโดยเน้นการจัดการสารสนเทศให้บรรลุจุดหมาย ไม่เน้นการจัดการองค์กร

2.2.2 เทคโนโลยี 3 ระดับของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

เทคโนโลยี 3 ระดับของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ มีดังนี้

1) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเฉพาะทาง (Specific DSS) คือฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ซึ่งยอมให้กลุ่มผู้ตัดสินใจจัดการกับปัญหาที่เกี่ยวข้องเฉพาะทาง

2) ตัวสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS Generator) คือฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ช่วยสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจเฉพาะทางได้ง่ายและรวดเร็ว

3) เครื่องมือสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS Tools) คือฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ซึ่งอำนวยความสะดวกในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเฉพาะทางหรืออำนวยความสะดวกในการพัฒนาตัวสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.2.3 ความแตกต่างของ ระบบเพื่อการบริหารงาน (Management Information Systems (MIS)) **กับระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ** (Decision Support Systems (DSS))

ความแตกต่างของระบบเพื่อการบริหารงานกับระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจมีดังนี้ [4]

1) ระบบเพื่อการบริหารงาน (Management Information Systems (MIS)) ระบบข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ที่รวมเอาข้อมูลจากทุกหน่วยงานมาใช้ประโยชน์ในการบริหารและจัดการองค์กร จึงช่วยให้ตัดสินใจ ติดตามความคืบหน้าและแก้ปัญหาได้ทันเวลา โดยเน้นที่สารสนเทศ มีโครงสร้างเป็นการไหลเวียนของสารสนเทศ รวมการประมวลผลข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์หลายๆ งานไว้ด้วยกันโดยผ่านการทำงานทางธุรกิจ (Business function) ตอบปัญหาและสร้างรายงานโดยใช้ฐานข้อมูล

2) ระบบช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems (DSS)) เป็นระบบที่ช่วยในการตัดสินใจในลักษณะของงานที่อาจไม่ใช่เป็นโครงสร้างขององค์กร นั่นคือใช้ในกรณีที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงบางอย่าง ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจได้เพียงบางส่วนเท่านั้น หรือเป็นแบบมีโครงสร้างคือใช้อยู่ตลอดสำหรับองค์กรนั้น และใช้ในการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS)

ระบบจัดการฐานข้อมูล [5] คือโปรแกรมที่ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยหน้าที่ต่างๆ ในการจัดการกับข้อมูล รวมทั้งภาษาที่ใช้ทำงานกับข้อมูล โดยมักจะใช้ภาษาเอสคิวแอล (SQL) ในการโต้ตอบกับผู้ใช้ เพื่อให้สามารถกำหนดการสร้าง การเรียกดู การบำรุงรักษาฐานข้อมูล รวมทั้งการจัดการควบคุมการเข้าถึงฐานข้อมูล ซึ่งถือเป็นการป้องกันความปลอดภัยในฐานข้อมูล เพื่อป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่มีสิทธิการใช้งานเข้ามาละเมิดข้อมูลในฐานข้อมูลที่เป็นศูนย์กลางได้ นอกจากนี้ระบบจัดการฐานข้อมูล ยังมีหน้าที่ในการรักษาความมั่นคงและความปลอดภัยของข้อมูล การสำรองข้อมูล และการเรียกคืนข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลเกิดความเสียหาย

ในวิทยานิพนธ์นี้ ได้เลือกใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Data Structure) ซึ่งคือการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแถวและคอลัมน์ในลักษณะตารางสองมิติ ที่ประกอบด้วยแอททริบิวต์ที่แสดงคุณสมบัติของความสัมพันธ์หนึ่งๆ ได้ผ่านกระบวนการทำความสัมพันธ์ให้เป็นบรรทัดฐานในระหว่างการออกแบบเพื่อลดความซ้ำซ้อน

โครงสร้างข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Data Structure) ประกอบด้วย 1) รีเลชัน (Relation) ซึ่งเป็นตารางสองมิติประกอบด้วยคอลัมน์ และแถว 2) แอตตริบิวต์ (Attribute) เป็นคุณสมบัติหรือรายละเอียดของตาราง 3) โดเมน (Domain) เป็นการกำหนดขอบเขตค่าข้อมูลและชนิดของข้อมูลของแต่ละแอตตริบิวต์ที่สามารถเป็นไปได้ 4) ทูเพิล (Tuple) คือแถวแต่ละแถวในรีเลชัน 5) ดีกรี (Degree) คือจำนวนแอตตริบิวต์ที่บรรจุอยู่ในรีเลชัน 6) คาร์ดินาลิตี (Cardinality) คือจำนวนทูเพิลที่บรรจุในรีเลชันหนึ่งที่ไปมีความสัมพันธ์ในทูเพิลของอีกรีเลชันหนึ่ง

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะจัดเก็บข้อมูลในลักษณะตาราง 2 มิติ ที่ประกอบด้วยจำนวนแถวและคอลัมน์ ซึ่งจำเป็นต้องมีการกำหนดคอลัมน์หรือกลุ่มของคอลัมน์เพื่อใช้ในการระบุแถวต่างๆ เพื่อทำให้แต่ละแถวมีความแตกต่างกันหรือมีความเป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness property) ซึ่งเรียกว่า คีย์ คีย์ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

1) คีย์หลัก (Primary Key) ใช้ในการอ้างอิงความเป็นเอกลักษณ์ของรีเลชันนั้นๆ
2) คีย์นอก (Foreign Key) ซึ่งประกอบด้วยแอตตริบิวต์หรือกลุ่มของแอตตริบิวต์ในรีเลชันหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นคีย์หลัก และไปปรากฏในอีกรีเลชันหนึ่ง เป็นตัวที่ใช้เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างรีเลชัน

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับปริมาณน้ำเพื่อการชลประทาน

ปริมาณน้ำที่เกี่ยวข้องกับการชลประทาน [6] ที่สำคัญสำหรับการทำวิทยานิพนธ์นี้มี 3 ประเภท คือ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ ปริมาณน้ำที่ต้องการใช้จากการชลประทาน และปริมาณน้ำที่ต้องส่งจากแม่น้ำหรือห้วงานไปทำการชลประทาน

2.4.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Consumptive use หรือ Evapotranspiration)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ปริมาณดังกล่าวนี้ประกอบขึ้นด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ

1) ปริมาณน้ำที่พืชดูดไปจากดิน นำไปใช้สร้างเซลล์และเนื้อเยื่อและการคายออกทางใบสู่บรรยากาศ ซึ่งเรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration)
2) ปริมาณน้ำที่ระเหยจากผิวดินบริเวณรอบๆ ต้นพืช จากผิวน้ำในขณะให้น้ำหรือขณะที่มีน้ำขังอยู่ และจากน้ำที่เกาะอยู่ตามใบเนื่องจากฝนหรือการให้น้ำ ซึ่งเรียกว่า การระเหย (Evaporation)

วิธีการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ อาจแบ่งตามชนิดของข้อมูลที่นำมาใช้ออกได้ 4 กลุ่มด้วยกันคือ

1) วิธีการหาโดยใช้อุณหภูมิ
2) วิธีการหาโดยใช้รังสีแสงอาทิตย์
3) วิธีการหาโดยวิธีผสม
4) วิธีการหาโดยถาดวัดการระเหย

สำหรับในประเทศไทย วิธีการหาโดยวิธีผสมและโดยถาดวัดการระเหยได้รับความนิยมใช้มากกว่า แม้ว่าวิธีการใช้อุณหภูมิและการใช้รังสีแลงอาทิตย์มีความซับซ้อนน้อยกว่าก็ตาม แต่การหาโดยวิธีผสมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันก็ได้รวมวิธีการทั้งสองเข้าไว้ด้วยกันแล้ว

การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชที่สนใจทำได้โดยนำสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่สนใจคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง(ซึ่งโดยปกติคือหญ้า) ดังสมการที่ 1

$$ET_{Crop} = K_{Crop} * ET_O \qquad \text{----------(1)}$$

เมื่อ ET_{Crop} *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่สนใจ (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

K_{Crop} *คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่สนใจ*

ET_o *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

2.4.2 ปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ทำการชลประทาน

การใช้น้ำของพืชชนิดหนึ่งจะเปลี่ยนไปได้ตามสภาพของดินฟ้าอากาศ [6] นอกจากนั้นการให้น้ำแก่พืชอาจมีน้ำสูญหายไปเพราะการรั่วซึมลึกลงไปใต้ดินโดยที่พืชไม่ได้รับประโยชน์จากน้ำนั้นเลย ดังสมการที่ 2

$$W_{Irr} = ET_{Crop} + W_{Loss} \qquad \text{----------(2)}$$

เมื่อ W_{Irr} *คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ทำชลประทาน (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

ET_{Crop} *คือ ปริมาณน้ำที่พืชใช้จริง (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

W_{Loss} *คือปริมาณน้ำที่สูญหายไปเพราะการระเหยและรั่วซึม (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

จะเห็นว่าปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ทำการชลประทานสำหรับการปลูกข้าว 10 มม./วัน จึงหมายถึงน้ำที่ใส่ลงไปในนาข้าวลึก 10 มม. จะถูกต้นข้าวนำไปใช้รวมทั้งการระเหยและการรั่วซึมในนาหมดพอดีใน 1วัน

สำหรับการชลประทานเสริม (Supplementary Irrigation) ซึ่งส่งน้ำในฤดูฝนนั้น น้ำฝนส่วนหนึ่งที่ตกบนแปลงปลูกพืชจะเป็นประโยชน์แก่พืชทดแทนน้ำชลประทาน ซึ่งเรียกว่าฝนใช้การ (Effective Rainfall) ดังสมการที่ 3

$$I_{Sup} = I_{Use} - R_{Eff} \qquad \text{----------(3)}$$

เมื่อ I_{Sup} *คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ทำชลประทานชนิดเสริม (มิลลิเมตร)*

I_{Use} *คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ทำชลประทาน (มิลลิเมตร)*

R_{EFF} *คือ ฝนใช้การ (มิลลิเมตร)*

2.4.3 ปริมาณน้ำที่ต้องส่งจากแม่น้ำหรือหัวงานไปทำการชลประทาน

ตามปกติการส่งน้ำจากแม่น้ำหรือจากหัวงานไปทำการชลประทานบนแปลงปลูกพืชนั้น ต้องมีการขุดคลองส่งน้ำรับเอาน้ำไป คลองส่งน้ำเหล่านี้จะขุดแพร่กระจายไปทั่วเขตส่งน้ำของโครงการชลประทาน และโดยทั่วไปเป็นคลองดินธรรมดา ซึ่งไม่มีการดาดคลองป้องกันน้ำรั่วซึมออกจากคลอง ดังนั้นกว่าน้ำจะไหลจากแม่น้ำหรือหัวงานไปถึงแปลงปลูกพืช น้ำจำนวนหนึ่งจะสูญหายไปตามคลองส่งน้ำด้วยสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ

1) การสูญเสียน้ำโดยการระเหย (Evaporation losses) เป็นจำนวนน้ำที่สูญหายไปเพราะการระเหยของน้ำจากพืชผิวน้ำและผิวน้ำในคลอง
2) การสูญเสียน้ำโดยการรั่วซึม (Seepage losses) เป็นจำนวนน้ำที่สูญหายไปเพราะน้ำรั่วซึมออกจากคลองซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 ประการคือ 1) การดูดซับน้ำของดิน (absorption) ซึ่งมักจะเกิดมากในตอนเริ่มฤดูกาลส่งน้ำเพราะดินตัวคลองแห้งผากจึงสามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก แต่หลังจากนั้นการดูดซับน้ำของดินจะลดน้อยลง 2) การรั่วไหลลงไปเบื้องล่าง (Percolation) ซึ่งเกิดจากน้ำรั่วออกจากคลองลงไปตามรอยแตกร้าวหรือช่องว่างในเนื้อดิน

การสูญเสียน้ำโดยการรั่วซึมเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียน้ำไปตามคลองในระหว่างการส่งน้ำ และมักจะเกิดขึ้นมากกว่าการสูญเสียน้ำโดยการระเหยถ้าเป็นดินทรายซึ่งมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกหรือมีชั้นดินซึ่งน้ำรั่วผ่านไม่ได้ที่มีลาดชั้นดินชันมากและอยู่ลึกจากระดับผิวดินมากแล้ว การสูญเสียน้ำโดยการรั่วซึมก็จะยิ่งมาก

การสูญเสียน้ำโดยการระเหยรวมกับการสูญเสียน้ำโดยการรั่วซึมที่เกิดขึ้นในคลองระหว่างการส่งน้ำนี้เรียกว่า Conveyance losses หรือ Transportation losses ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่วัดได้ยาก

ประสิทธิภาพการชลประทาน [6]

การส่งน้ำจากแม่น้ำที่หัวงานของโครงการชลประทานไปตามคลองส่งน้ำจนถึงแปลงเพาะปลูก และเข้าไปขังในเขตรากพืชตามปริมาณที่ต้องการนั้นจะมีการสูญเสียน้ำส่วนหนึ่งไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จำนวนน้ำที่สูญเสียไปนี้ปัจจุบันนิยมวัดในรูปแบบของ ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Irrigation efficiency) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องการ (Net water requirement) ต่อปริมาณน้ำที่ต้องส่งจากหัวงาน (Gross water application โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$E_{Irr} = W_{net} / w_{gross}$ ----------(4)

เมื่อ E_{Irr} *คือ ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Irrigation efficiency)*

W_{net} *คือ ปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องการ (Net water requirement)*

W_{gross} *คือ ปริมาณน้ำที่ต้องเข้าระบบส่งน้ำ (Gross water application)*

ชลภาระ (Water duty) [6]

ชลภาระหมายถึง น้ำ 1 หน่วยปริมาตรซึ่งส่งไปใน 1 หน่วยเวลาใช้ในการทำชลประทานในเนื้อที่แปลงหนึ่งได้ ดังนั้น ชลภาระจึงแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำ ระยะเวลาส่งน้ำ และพื้นที่รับน้ำ ซึ่งการแสดงค่าของชลภาระอาจทำได้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 เป็นการแสดงค่าของชลภาระในรูปแบบตามความหมายของศัพท์เดิม เช่น ชลภาระ 80 เอเคอร์/ลูกบาศก์ฟุต/วินาที หมายถึงน้ำ 1 ลูกบาศก์ฟุตซึ่งส่งไปใน 1 วินาทีใช้ทำการชลประทานในพื้นที่ได้ 80 เอเคอร์ โดยการแสดงค่าของชลภาระในรูปแบบนี้ ถ้ากล่าวว่าชลภาระมีค่าสูงจะหมายถึงน้ำ 1 หน่วยปริมาตรซึ่งส่งไปใน 1 หน่วยเวลา ใช้ทำการชลประทานในพื้นที่ได้มาก หรือใช้น้ำน้อย เช่น ชลภาระ 90 เอเคอร์/ลูกบาศก์ฟุต/วินาที และถ้ากล่าวว่าชลภาระมีค่าต่ำก็จะหมายถึง น้ำ 1 หน่วยปริมาตรซึ่งส่งไปใน 1 หน่วยเวลา ใช้ทำการชลประทานในพื้นที่ได้น้อย หรือใช้น้ำมาก เช่น ชลภาระ 70 เอเคอร์/ลูกบาศก์ฟุต/วินาที

วิธีที่ 2 เป็นการแสดงค่าของชลภาระในรูปแบบซึ่งมีความหมายต่างไปจากศัพท์เดิม คือ แสดงถึงน้ำจำนวนหนึ่งซึ่งส่งไปใน 1 หน่วยเวลา ใช้ทำการชลประทานได้ใน 1 หน่วยพื้นที่ เช่น ชลภาระ 0.00016 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ไร่ หมายถึงน้ำ 0.00016 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งส่งไปใน 1 วินาที ใช้ทำการชลประทานในพื้นที่ได้ 1 ไร่ โดยการแสดงค่าของชลภาระในรูปแบบของวิธีที่ 2 นี้ ถ้ากล่าวว่าชลภาระมีค่าสูงจะหมายถึงน้ำซึ่งส่งไปใน 1 หน่วยเวลา เพื่อใช้ทำการชลประทานใน 1 หน่วยพื้นที่มีจำนวนมากหรือใช้น้ำมากเช่น ชลภาระ 0.00018 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ไร่ และถ้ากล่าวว่าชลภาระมีค่าต่ำก็จะหมายถึงน้ำซึ่งส่งไปใน 1 หน่วยเวลา เพื่อใช้ทำการชลประทานใน 1 หน่วยพื้นที่ มีจำนวนน้อยหรือใช้น้ำน้อย เช่น ชลภาระ 0.00014 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ไร่

ดังนั้นการแสดงค่าของชลภาระโดย 2 วิธีนี้ คำว่าชลภาระมีค่าสูงและชลภาระมีค่าต่ำจึงมีความหมายกลับกัน ในงานชลประทานของประเทศไทย เราใช้วิธีที่ 2 แสดงค่าของชลภาระ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจมีอยู่จำนวนมาก ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ได้คัดงานวิจัยที่สามารถใช้เป็นแนวทางการทำงานคือ

2.5.1 **วิทยานิพนธ์เรื่อง** Elaboration of a decision support system for land evaluation and land use planning in the region of Makenes [7]

เป็นงานวิจัยระดับปริญญาเอกของ El Kasmi, Hajib งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายหลัก 3 ประการคือ

1) วางแผนรวบรวมโครงสร้างพารามิเตอร์กายภาพ-ชีวภาพ เศรษฐกิจ-สังคม ไปเป็นแบบจำลองการประเมินค่าภาคพื้นดิน
2) ติดตั้งระบบสารสนเทศภาคพื้นดิน
3) ใช้กลไกระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อประเมินค่าพื้นดินและวางแผนการใช้พื้นดิน (LUPDSS: Land Use Planning Decision Support System)

แบบจำลองประเมินค่าพื้นดินมี 4 ลำดับที่ลดหลั่นกันไปคือ รังสี น้ำซึ่งมีจำกัด ความสามารถที่เป็นไปได้ของผลผลิตจากธรรมชาติ และความสามารถที่เป็นไปได้ของผลผลิตจากพื้นดิน LUPDSS พัฒนาอยู่บนพื้นฐานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งสัมพันธ์กับทรัพยากรบนพื้นดิน และฐานข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ-สังคม มันแสดงให้ผู้ใช้เห็นความเป็นไปได้ 2 ประการในการประเมินผลผลิต นั่นคือบรรทัดฐานในหน่วยของดินและบรรทัดฐานในการประเมินแผนที่ LUPDSS มีลักษณะที่น่าสนใจคือ การจัดหาสารสนเทศทรัพยากรพื้นดิน การกำหนดขอบเขตของพื้นดินที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด การจำลองผลของการใช้เทคโนโลยีที่ต่างกัน วัน-เวลาในการหว่านเมล็ดพันธุ์ต่างกัน และการทำนายและเตือนเกี่ยวกับผลผลิตของพืชในอนาคต

2.5.2 **วิทยานิพนธ์เรื่อง** Collaborative resource management and a Web-based decision support system: A case study of irrigation management in northwestern China [8]

เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Zhang, Yuedong มุ่งเน้นการวิจัยกลไกสำหรับกลยุทธ์ร่วมกันตัดสินใจ เมื่อองค์กรต่างๆ ต้องการแลกเปลี่ยนสารสนเทศและความรู้เพื่อการตัดสินใจที่มีประสิทธิผลและปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากร และการประยุกต์ใช้กลยุทธ์เพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจบนเว็บ ซึ่งแนวคิดและวิธีการที่นำมาสนับสนุนคือ เค้าโครงแนวคิดใหม่สำหรับร่วมกันจัดการทรัพยากร เน้นที่การแลกเปลี่ยนสารสนเทศและความรู้สำหรับกลยุทธ์การตัดสินใจ การเติมเต็มช่องว่างของการวิจัยระหว่างการร่วมกันจัดการทรัพยากรและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ต การพัฒนาการร่วมกันตัดสินใจบนเว็บโดยผ่านทาง Soft System Methodology และการประยุกต์ของระบบร่วมกันตัดสินใจบนเว็บในการจัดการน้ำ

ในภาคตะวันตกเฉียงเหนือของจีนโดยมองภาพรวม ซึ่งภาพรวมนี้หมายถึง องค์กรท้องถิ่น การแลกเปลี่ยนสารสนเทศ และการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างองค์กรท้องถิ่นและรัฐบาล

ความซับซ้อนของผลกระทบซึ่งกันและกันและความขัดแย้งท่ามกลาง Stakeholder และความไม่แน่นอนของการจัดการทรัพยากรยังต้องการวิจัยต่อไปในอนาคตเพื่อหาแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาการจัดการทรัพยากรร่วมกัน

2.5.3 **วิทยานิพนธ์เรื่อง** Rational planning and budgeting of maintenance in water management [9]

เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Van De Looij, Marinus P.A.M. ใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจประเมินต้นทุนการบำรุงรักษาประจำปีระหว่างขั้นตอนของการออกแบบระบบน้ำใหม่โดยรวบรวมสารสนเทศจำนวนมากติดตั้งไว้ในฐานข้อมูลก่อนที่จะมีการคำนวณแผนและงบประมาณ มีการสร้างแอพพลิเคชันขึ้นมาเพื่อบันทึกสารสนเทศการจัดการน้ำ ข้อได้เปรียบคือนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้เพราะมีข้อมูลแผนที่มากมายและการบันทึกสารสนเทศก็เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์และตัดสินใจที่จะเกิดขึ้น

2.5.4 **วิทยานิพนธ์เรื่อง** A comprehensive, integrated computer model for basin-wide water resources management [10]

เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Ramireddygari, Sreepathi Reddy ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลอง SWATMOD ขึ้นมาจากแบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) และแบบจำลอง MODFLOW (MODular three-dimensional finite-difference ground-water FLOW) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการไหลของผิวน้ำ การไหลของน้ำบนดิน และแอ่งน้ำ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจยอมให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการจัดสรรน้ำ แก้ไขรูปแบบการปล่อยน้ำและมองดูการเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำและระดับน้ำ ผลของแบบจำลองใช้เพื่อจัดการสถานการณ์ซึ่งปรับปรุงการไหลของน้ำและระดับน้ำบนดินในอนาคต

2.5.5 **วิทยานิพนธ์เรื่อง** Integrated river basin operational planning considering water quantity and water quality (Water discharges, reservoir) [11]

เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Ko, Ick Hwan งานวิจัยนี้เน้นแก้ปัญหา 2 ประการ คือ 1) วิธีการและเวลาที่เหมาะสมในการปล่อยน้ำจากแหล่งน้ำ เพื่อให้ได้น้ำตามจุดประสงค์ 2) ระดับน้ำปล่อยทิ้งที่เหมาะสม และระดับน้ำระหว่างน้ำหัวงานและจุดควบคุมระดับน้ำที่ท้ายน้ำควรรักษาให้อยู่บนพื้นฐานของกลวิธี WLA (Waste load allocation)

สำหรับปัญหาแรกผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลอง QUAL2E (QUAL คือ component of the water quantity and quality module) ขึ้นบนพื้นฐานของระเบียบวิธี IDP (Incremental Dynamic Programming) ส่วนปัญหาที่สองผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลอง WLA ขึ้นโดยใช้ระเบียบวิธี Linear Programming ภายในขอบเขตของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผลของแอพพลิเคชันจะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการรวมแหล่งน้ำหลายๆ ระบบแล้วปล่อยลงสู่เบื้องล่างในปริมาณและระดับที่เหมาะสม

2.5.6 **งานวิจัยเรื่อง** The development of a systematized decision process for optimizing water allocation plans in Egypt [12]

เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของ Ahmed, Tarek Abdallah ผู้วิจัยได้แนะนำแบบจำลอง NBSM (Nile Basin Simulation Model) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ดีในการดูแลประยุกต์ใช้แม่น้ำในทางเลือกต่างๆ ส่วนประกอบของโปรแกรมจะใช้เทคนิคการตัดสินใจซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับขั้น และทดสอบโดยนำระบบมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการตัดสินใจง่ายๆ มีการทดสอบกับสถานการณ์ทั้งหมด 18 สถานการณ์ ซึ่งตัวแปรของแต่ละสถานการณ์มี 3 อย่างคือ 1) การแก้ไขพื้นที่โครงการ 2) รูปแบบการเพาะปลูกพืช 3) การกระจายประสิทธิภาพของระบบชลประทานเดิม ผลของระบบสนับสนุนการตัดสินใจนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพคลองและเปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริโภคน้ำ

2.5.7 **งานวิจัยเรื่อง** Sprinkler irrigation decisions support system [13]

เป็นงานวิจัยระดับปริญญาเอกของ Hassan, Azza A.M. ผู้วิจัยพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อเป็นเครื่องมือในการวางแผน เลือก ประเมินค่า และจัดการระบบโปรยน้ำ ซึ่งระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่คำนวณค่าความต้องการน้ำ และการออกแบบและเลือกระบบโปรยน้ำแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับพื้นที่และชนิดพืชที่ปลูก

2.5.8 **งานวิจัยเรื่อง** Spatial decision support system for land assessment [14]

เป็นงานวิจัยของ Claudio Chauke Nehme ร่วมกับ Margareth Simoes ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้จะใช้เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการวางผังเมือง มีสองมิติด้วยกันคือ 1) ทางนิเวศน์วิทยา (ecological) ซึ่งจะมีผลกับข้อจำกัดและความสามารถที่เป็นไปได้ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ 2) ทางเศรษฐศาสตร์ (economical) ซึ่งจะแสดงถึงการพัฒนาชุมชนและชีวิตในเขตที่ศึกษา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้เป็นเครื่องมือในระยะการวิเคราะห์ เป็นฐานความรู้สำหรับประเมินค่าภาคพื้นดิน ระบบสนับสนุนการตัดสินใจนี้จะช่วยตัดสินใจและใช้เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับวางผังเมืองและจัดการสิ่งแวดล้อม

2.6 **สรุป**

จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่จะจัดทำขึ้นนี้ เป็นงานที่นำเอางานวิจัยที่ผ่านมาเป็นพื้นฐาน และจะมีการเพิ่มเติมในส่วนที่งานวิจัยเดิมไม่มี แก้ไขในส่วนบกพร่อง และปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานภาพและเทคโนโลยีในปัจจุบันเพื่อให้ได้มาซึ่งงานวิจัยสำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการแหล่งน้ำที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น