บทที่ 3

สมมุติฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากเอกสารวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบสระชุดโดยตรงมีไม่มากนัก ในการศึกษานี้จึงได้กำหนดหลักสมมติฐาน และทฤษฎีที่มีหลักการใกล้เคียงมาใช้วิเคราะห์ระบบของสระชุด ดังนี้

3.1 รูปแบบจำลองของระบบสระชุดที่ใช้ในการศึกษา

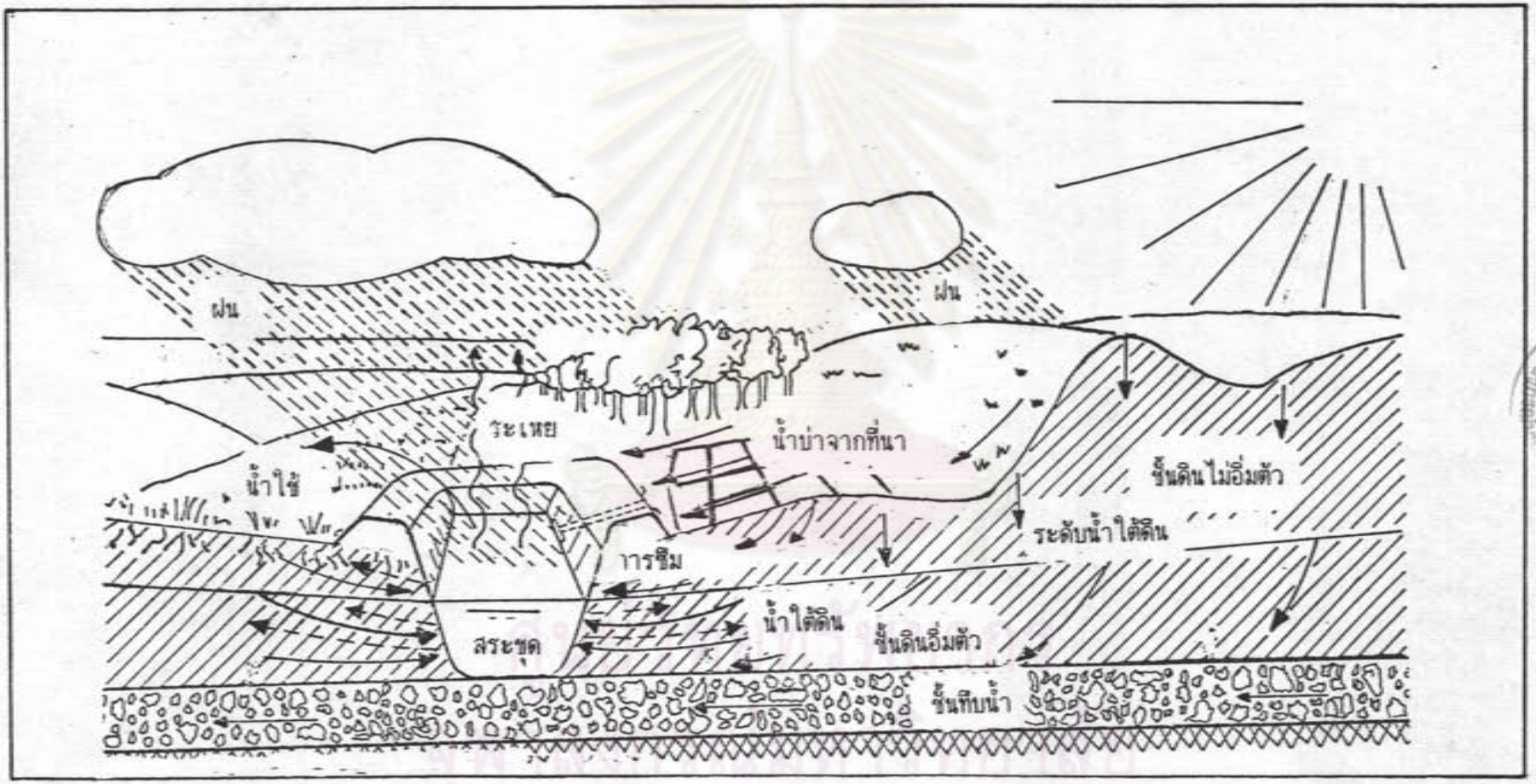
การสร้างรูปแบบจำลองนี้ขึ้นมาก็เพื่อที่จะใช้เป็นตัวแทนของระบบทางธรรมชาติ และเพื่อเปรียบเทียบอธิบายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งพิจารณาวัฏจักรขององค์ประกอบทางอุทกวิทยาของสระชุด โดยจะพิจารณาทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ การจำลองสภาพทางอุทกวิทยา จึงจะแยกพิจารณาเชิงปริมาณก่อน เมื่อได้ความสัมพันธ์ที่ดีแล้วจึงนำผลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพต่อไป รายละเอียดของรูปแบบจำลองทั้งสองจะแยกกล่าวดังนี้

3.1.1 รูปแบบจำลองทางด้านปริมาณน้ำของระบบสระชุด

ขบวนการของวัฏจักรทางอุทกวิทยา (hydrologic cycle) ที่เกี่ยวข้องกับสระชุดในเชิงปริมาณน้ำเป็นไปดังรูปที่ 3.1 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

น้ำฝนที่ตกลงมาจะตกลงสู่สระโดยตรง (direct rainfall) และตกลงสู่พื้นผิวดินรอบบริเวณซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำ น้ำฝนบางส่วนจะตกลงมาค้างอยู่ตามใบไม้กิ่งไม้ และระเหยกลับสู่บรรยากาศ น้ำฝนส่วนหนึ่งจะเริ่มซึมลงดินด้วยแรงดึงดูดของเม็ดดิน ในลักษณะเป็นการซึมสู่ผิวดินหรือการซึมผ่านผิวดิน (infiltration) มีผลทำให้ความชื้นของดินสูงขึ้นและถ้ามีปริมาณน้ำฝนมากพอน้ำส่วนหนึ่งจะกลายเป็นน้ำที่ไหลในดินซึ่งจะไหลซึมสู่สระ (subsurface inflow) ในกรณีที่เม็ดดินมีความชื้นเดิมน้อยมาก เช่น แห้ง อัตราการซึมลงดินในลักษณะนี้จะสูงมาก แต่เมื่อดินอิ่มตัวก็จะลดลงทันทีทันใดเช่นกัน น้ำส่วนที่ซึมลงไปอิ่มตัวอยู่ในดินจะถูกแรงดึงดูดของโลกดูดให้ซึมลึกลงไปอีก (percolation) ซึ่งจะซึมต่อลงไปถึงระดับน้ำใต้ดินที่มีน้ำอิ่มตัวขังอยู่เป็นน้ำใต้ดิน (ground water) น้ำใต้ดินนี้มีหลายระดับชั้นจะค่อย ๆ ไหลตามลาดของชั้นดินไปสู่ที่ต่ำ ซึ่งอาจจะไหลออกสู่สระเมื่อระดับน้ำใต้ดินอยู่สูงกว่าระดับน้ำในสระ หรือออกสู่แหล่งขังน้ำใต้ดินที่อยู่ระดับต่ำกว่า

น้ำฝนที่ไหลจากการซึมลงดิน เมื่ออัตราฝนตกมีค่าสูงกว่าอัตราการซึมลงดินก็จะเกิดขังนองอยู่ตามพื้นดิน ในพื้นที่นา แล้วรวมตัวกันไหลลงสู่ที่ต่ำเป็นน้ำบ่า (paddy



รูปที่ 3.1 วัฏจักรอุทกวิทยาของสระขุด

overland flow) น้ำบางส่วนจะไหลรวมตัวกันอยู่ในแหล่งเก็บกักน้ำ (surface storage) คือสระในที่สุด

น้ำฝนในส่วนที่ตกลงสู่สระโดยตรงจะรวมตัวกับน้ำที่อยู่เดิม และน้ำจากใต้ดิน ซึ่งน้ำที่อยู่ในสระนี้จะเกิดการระเหย (evaporation) คือน้ำเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำขึ้นไปสู่บรรยากาศตลอดเวลา และเมื่อมีสภาพที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำในสระ น้ำที่เก็บกักอยู่ในสระก็สามารถจะไหลซึมออกจากสระ (groundwater outflow) สู่ชั้นใต้ดินได้ และในลักษณะคล้ายกันเมื่อชั้นดินรอบ ๆ สระที่อยู่เหนือระดับน้ำใต้ดิน มีความชื้นน้อยมาก หรือแห้ง เนื่องจากไม่มีการซึมของน้ำจากผิวดินลงมา น้ำในสระก็จะไหลซึมออก (subsurface outflow) สู่ชั้นดินดังกล่าวได้เช่นกัน

จากขบวนการของน้ำในระบบสระชุดที่เกิดขึ้น สามารถแบ่งออกเป็นระบบย่อยได้ 4 ระบบ คือ ระบบน้ำในสระ ระบบน้ำผิวดิน ระบบน้ำใต้ดินในสภาพดินไม่อิ่มตัว และระบบน้ำใต้ดินในสภาพดินอิ่มตัว แต่ละระบบมีความเกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์โดยตลอด ซึ่งแสดงเป็นแผนภูมิ (flow chart) ดังรูปที่ 3.2

1) <u>ระบบน้ำผิวดิน (ground surface subsystem)</u>

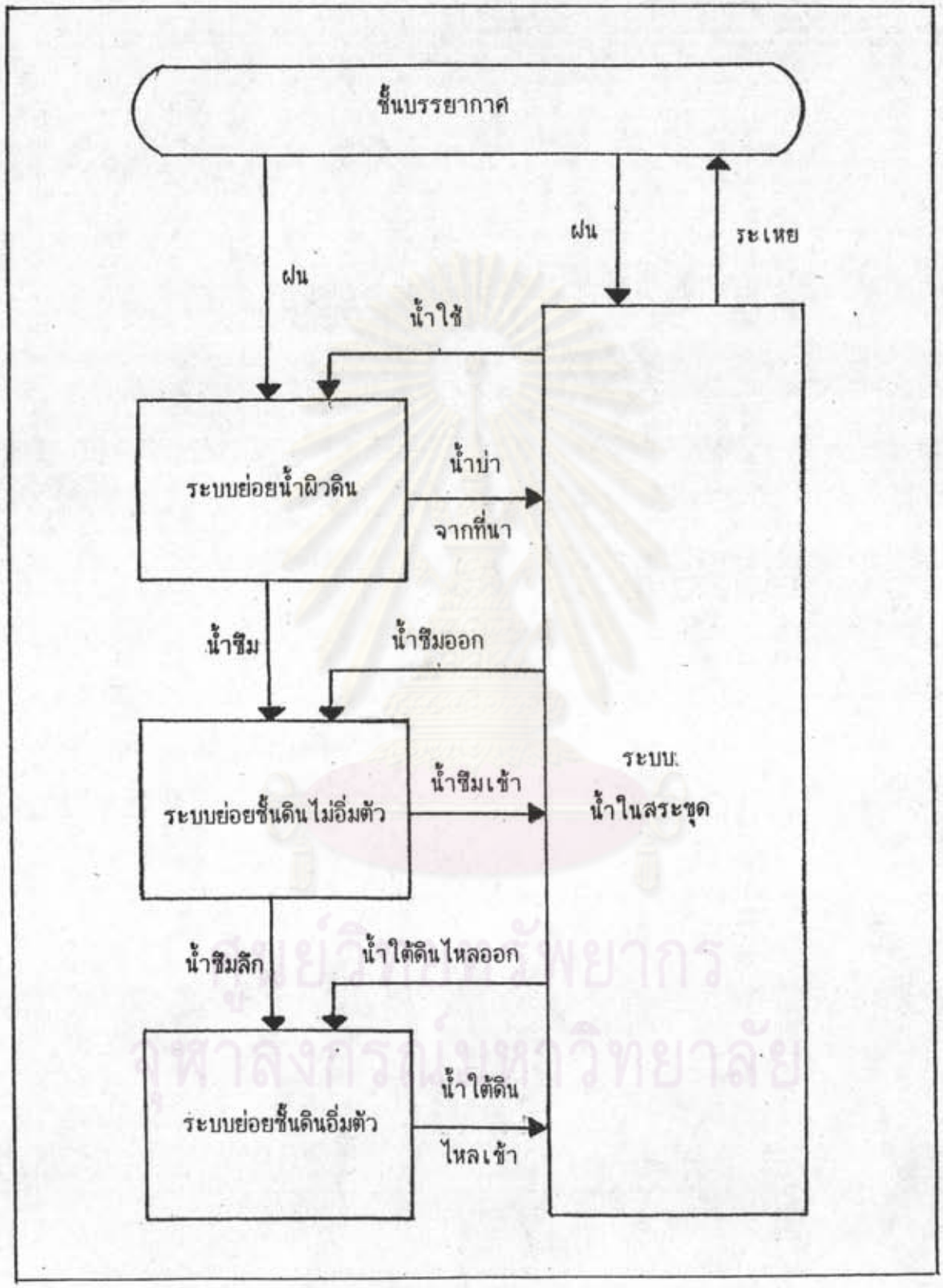
ระบบน้ำผิวดินมีขอบเขตของระบบ (boundary) อยู่เฉพาะบนผิวดินในพื้นที่รับน้ำ (watershed area) และจะพิจารณาการไหลของน้ำในทิศทางแนวระนาบเดียวกับผิวดินและในทิศทางแนวดิ่งน้ำไหลเข้า (inflow) สู่ระบบ (input) ได้แก่ ปริมาณของน้ำฝน น้ำที่สูบมาใช้งานเกษตรในพื้นที่ (water use) และน้ำไหลออกจากระบบ (output) ได้แก่ ปริมาณน้ำบ่า และปริมาณน้ำที่ซึมลงสู่ชั้นใต้ดิน

สมมติฐานของระบบย่อยนี้ กำหนดให้พื้นที่รับน้ำมีจำนวนเนื้อที่ที่วัดได้แน่นอน เป็นพื้นที่นาทั้งหมด ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่มีจำนวนเท่ากันและครอบคลุมตลอดทั่วทั้งพื้นที่ และปริมาณน้ำบ่าจากพื้นที่ข้างเคียงมีค่าน้อยมาก

2) <u>ระบบน้ำในชั้นดินไม่อิ่มตัว (unsaturated zone subsystem)</u>

มีขอบเขตของระบบจากผิวดินลงไปจนถึงระดับน้ำใต้ดินชั้นต้น พิจารณาการไหลของน้ำทั้งในแนวราบและในแนวดิ่ง น้ำไหลเข้าของระบบ ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ซึมลงจากระบบน้ำผิวดิน ปริมาณน้ำที่ซึมออกมาจากสระเข้ามาในระบบ ในกรณีที่ไม่มีน้ำซึมลงจากระบบน้ำผิวดิน และดินมีความชื้นน้อยมากหรือแห้ง ปริมาณน้ำไหลออกจากระบบ ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ซึมลึกลงในแนวดิ่งสู่ชั้นน้ำใต้ดิน และปริมาณน้ำที่ซึมออกไปในแนวนอนเข้าสู่สระ (subsurface inflow) ซึ่งการไหลซึมของทั้งสองกรณีเกิดจากชั้นดินในระบบย่อยนี้มีความชื้นเพียงพอแล้ว

สมมติฐานของระบบย่อยนี้กำหนดให้คุณสมบัติต่าง ๆ ของดินคงที่ ได้แก่ ค่าความสามารถในการเก็บน้ำของดิน (ผลต่างของค่า field capacity และ wilting point) การแพร่กระจายของความชื้นในดิน การเพิ่มหรือการคายความชื้นของดินมีค่าสม่ำเสมอเท่ากันตลอดพื้นที่ที่พิจารณา โดยไม่คำนึงถึงความดันไอน้ำในดินและการไหลของอากาศในดิน



รูปที่ 3.2 แผนภูมิทางวัฏจักรอุทกวิทยาของระบบสระชุด

3) ระบบน้ำใต้ดินในชั้นดินอิ่มตัว (saturated zone subsystem)

มีขอบเขตของระบบจากผิวของน้ำใต้ดินจนถึงชั้นทึบน้ำ พิจารณาการไหลของน้ำทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง น้ำไหลเข้าระบบ ได้แก่ ปริมาณน้ำซึมลึกจากระบบใต้ดินในชั้นดินไม่อิ่มตัว และปริมาณน้ำซึมออกจากสระในแนวราบ และมีน้ำไหลออกระบบได้แก่ ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากชั้นดิน (ground water) เป็นน้ำซึมไหลสู่ผิวดินในพื้นที่ข้างเคียง ซึ่งปริมาณน้ำนี้จะไหลเข้าสู่ระบบน้ำในสระ (ระบบย่อยที่ 4)

สมมติฐานของระบบนี้เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของชั้นน้ำใต้ดิน เช่น ค่าความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน (permeability, k) ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน มีค่าคงที่ตลอดทั้งชั้นดิน ความหนาของชั้นดินมีค่าเท่ากันตลอด และพื้นชั้นทึบน้ำข้างล่างอยู่ในแนวราบตลอดความกว้างยาวของพื้นก้นสระ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกันกับสมการคำนวณปริมาณการไหลของน้ำจากชั้นดินอิ่มตัว ซึ่งหาได้จากสมมติฐานของ ดูปุย (Dupute's assumtion) กับชั้นน้ำที่คุณสมบัติเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความหนาเท่ากัน และไม่ได้พิจารณาผลของการไหลเข้า-ออกของน้ำใต้ดิน จากพื้นที่นอกเขตศึกษา

4) ระบบน้ำในสระ (water pond subsystem)

ระบบย่อยนี้มีขอบเขตของระบบ จากระดับของผิวน้ำลงมาจนถึงก้นสระและพื้นที่ด้านข้างพิจารณาการไหลของน้ำทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง น้ำไหลเข้าระบบ ได้แก่ ปริมาณฝนที่ตกลงสู่สระโดยตรง ปริมาณน้ำบ่าจากระบบน้ำผิวดิน และปริมาณน้ำไหลซึมเข้ามาในแนวนอนจากระบบใต้ดินในชั้นดินไม่อิ่มตัว และระบบใต้ดินในชั้นดินอิ่มตัว น้ำไหลออกระบบได้แก่ ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำซึมออกในแนวราบเข้าสู่ระบบใต้ดินในชั้นดินไม่อิ่มตัว และระบบใต้ดินในชั้นดินอิ่มตัว และปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปโดยวิธีการใช้เครื่องสูบน้ำ

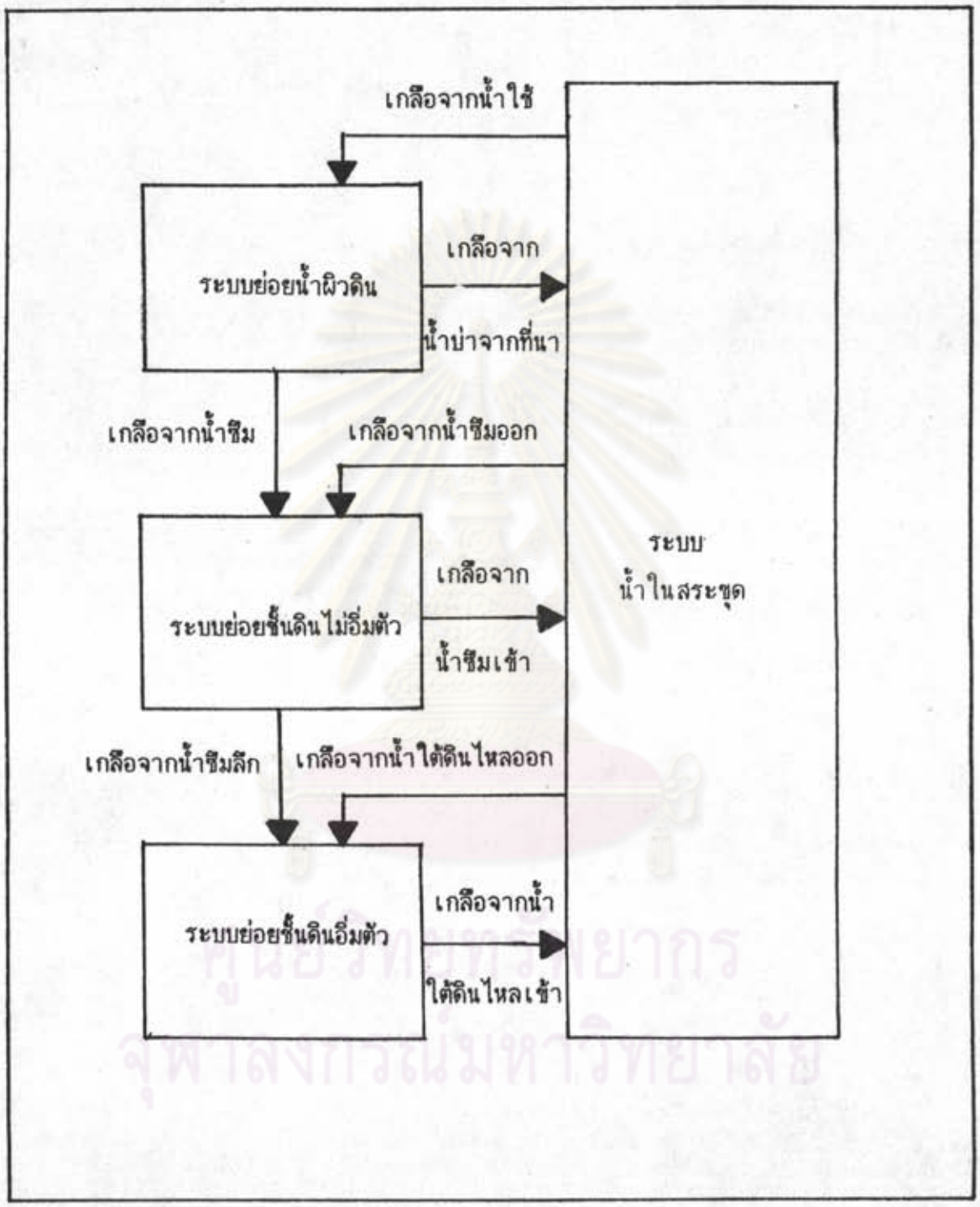
สมมติฐานของระบบนี้ได้แก่ ปริมาณฝนที่ตกจะครอบคลุมพื้นที่ผิวน้ำทั้งหมด อัตราการระเหยของพื้นที่พิจารณามีค่าเท่ากับอัตราการระเหยที่วัดโดย Class A-pan ของอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยมีสัมประสิทธิ์การระเหยของแต่ละเดือนเท่ากับที่ Molagool (1962) ได้เสนอไว้ของจังหวัดขอนแก่น และปริมาณการใช้น้ำจะคิดเฉพาะปริมาณที่ใช้โดยการใช้เครื่องสูบน้ำ

3.1.2 รูปแบบจำลองของด้านความเค็มของน้ำในระบบสระขุด

จากระบบย่อยต่าง ๆ ของสระขุด ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.1.1 น้ำที่ไหลเข้า-ออก จากระบบของสระขุดจะนำเกลือติดไปด้วย ซึ่งแสดงเป็นแผนภูมิการเข้า-ออกของเกลือในระบบสระขุดได้ดังรูปที่ 3.3 โดยอธิบายได้ว่า

เกลือที่มีอยู่ในสระจะถูกนำออกมาจากสระไปได้ 3 ทาง คือ

1) จากการสูบน้ำไปใช้
2) จากการติดไปกับน้ำที่ซึมออกสู่ชั้นดินไม่อิ่มตัว
3) จากการที่ติดไปกับน้ำที่ซึมออกสู่ชั้นดินอิ่มตัว หรือน้ำใต้ดิน



รูปที่ 3.3 แผนภูมิการเข้า-ออกของเกลือของน้ำในระบบสระชุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และเกลือจะถูกนำพาเข้ามาในสระขุดได้ 3 ทางเช่นกัน คือ

1) จากการไหลของน้ำเนื่องจากฝนตกในพื้นที่รับน้ำ นำเอาเกลือเข้ามาสู่สระ

2) จากการนำมาของน้ำที่ซึมเข้ามาจากชั้นดินไม่อิ่มตัว

3) จากการนำมาของน้ำที่ซึมเข้าจากชั้นดินอิ่มตัว หรือน้ำใต้ดิน

3.2 การสมดุลย์ของปริมาณน้ำในสระ

จากหลักการที่ว่าปริมาณน้ำสะสมจะเท่ากับผลต่างของปริมาณน้ำที่ไหลเข้ากับปริมาณน้ำที่ไหลออกไป โดยที่ปริมาณที่ไหลเข้ามาในสระจากฝน และพื้นที่รับน้ำ เมื่อไหลเข้ามาจะรวมกับน้ำที่เก็บกักอยู่เดิม ปริมาณน้ำที่รวมอยู่ในสระจะถูกใช้ไปในการเพาะปลูก และสูญเสียไปเนื่องจากการระเหย ซึ่งในขณะเดียวกันอาจมีการซึมเข้าหรือออกอยู่ด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับน้ำใต้ดินและระดับน้ำในสระ จากหลักการดังกล่าวแสดงในรูปของสมการสมดุลย์ปริมาณน้ำ (water balance equation) ในช่วงระยะที่พิจารณาได้ดังนี้

ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนไป = ปริมาณน้ำไหลเข้า - ปริมาณน้ำไหลออก

$$\triangle V = (R_d + Q_p + S_i + GW_i) - (U + E + S_o + GW_o) \quad ...(3.1)$$

เมื่อ $\triangle V$ คือ ความแตกต่างของปริมาณน้ำระหว่างช่วงเวลาที่พิจารณา

R_d คือ ปริมาณน้ำจากฝนที่ตกลงสระโดยตรง

Q_p คือ ปริมาณน้ำจากฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำรอบสระแล้วไหลเข้ามายังสระ

E คือ ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยไปในอากาศ

U คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ไปเพื่อการเพาะปลูกโดยการสูบน้ำ

S_i, S_o คือ ปริมาณน้ำที่ซึมเข้า-ออกจากสระของชั้นดินไม่อิ่มตัว

GW_i, GW_o คือ ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลเข้า-ออกจากสระของชั้นดินอิ่มตัว

3.3 การสมดุลย์ของปริมาณความเค็มของน้ำในสระ

ปริมาณของน้ำที่ไหลเข้ามาในสระจะพาเอาเกลือละลายเข้ามาด้วย และปริมาณน้ำที่นำออกไปจะนำเอาเกลือละลายออกไปด้วยส่วนหนึ่ง แสดงเป็นรูปสมการสมดุลย์ของเกลือ (salt balance equation) ในช่วงเวลาที่พิจารณาได้ดังนี้

ปริมาณเกลือที่เปลี่ยนไป = ปริมาณเกลือที่เข้ามา - ปริมาณเกลือที่ออก

$$\triangle CV = (CS_i + CGW_i + CQ_p) - (CU + CS_o + CGW_o) \quad .....(3.2)$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของเกลือในน้ำ (salt concentration)

$\triangle CV$ คือ ปริมาณเกลือในสระที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาที่พิจารณา

CS_i , CS_o คือ ปริมาณเกลือที่ถูกนำโดยน้ำซึมที่เข้า - ออกในช่วงชั้นดินไม่อิ่มตัว

CGW_i , CGW_o คือ ปริมาณเกลือที่ถูกนำโดยน้ำใต้ดินไหลเข้า - ออก

CQ_p คือ ปริมาณเกลือที่ถูกนำมาโดยน้ำไหลจากพื้นที่รับน้ำ

CU คือ ปริมาณเกลือที่ถูกนำไปโดยน้ำที่ถูกสูบไปใช้งาน

3.4 ปริมาณน้ำผิวดินไหลเข้าสระ

ปริมาณและการเกิดน้ำไหลผิวดินหรือ runoff ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่รับน้ำ สภาพและความลาดชันของพื้นที่รับน้ำ ความชื้นในดิน อัตราการซึมผ่านผิวดิน ปริมาณและช่วงเวลาการตกของฝน อัตราการใช้น้ำของพืชและชนิดของพืชที่ปลูก และปริมาณน้ำผิวดินไหลเข้าสระ ก็ยังขึ้นอยู่กับขนาดตำแหน่งของท่อรับน้ำ และจำนวนของท่อรับน้ำ

จากลักษณะการรับน้ำของระบบสระขุด ซึ่งได้วางท่อรับน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 เมตร ดังนั้นโอกาสที่น้ำไหลจากพื้นที่รับน้ำจะไหลเข้าสระได้ จึงเป็นไปไม่ได้ทั้งหมด ซึ่งเปอร์เซนต์ของปริมาณที่น้ำจะไหลเข้าสระได้นั้นกำหนดให้เป็นค่า K ดังนั้นจึงเขียนเป็นสมการการหาค่าปริมาณน้ำไหลเข้าสระ ได้ดังนี้

$$Q_p = K C R A_c \quad .....(3.3)$$

เมื่อ Q_p คือ ปริมาณน้ำผิวดินที่ไหลเข้าสระ

K คือ เปอร์เซนต์ของปริมาณหลากจากพื้นที่รับน้ำที่จะไหลเข้าสระ

C คือ เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณฝนตกในพื้นที่รับน้ำ ซึ่งในการวิเคราะห์ Water balance ในงานพัฒนาแหล่งน้ำจากเอกสารต่าง ๆ ใช้ค่าอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.4 ในกรณีศึกษานี้ได้เลือกใช้ค่าเฉลี่ย คือ 0.3

R คือ ปริมาณฝนตกในช่วงระยะเวลาที่พิจารณา

A_c คือ พื้นที่รับน้ำ

3.5 ปริมาณการระเหยของน้ำจากสระ

การคำนวณหาการระเหยของน้ำจากสระสามารถคำนวณได้ โดยการนำข้อมูลจาก

ถาดวัดการระเหย (class A-pan) ที่วัดในสถานีตรวจวัดไปใช้ประมาณหาค่าปริมาณการระเหยจากสระ โดยการคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของถาด (pan coefficient) จะได้ว่า

$$E = K_p E_p A_s \quad \text{.....(3.4)}$$

เมื่อ E คือ ปริมาณการระเหยจากสระ

K_p คือ สัมประสิทธิ์ของถาดวัดระเหย (class A-pan)

E_p คือ ค่าการระเหยวัดจากถาดวัดระเหย

A_s คือ พื้นที่ผิวน้ำในสระ

3.6 <u>การคำนวณหาปริมาณน้ำใต้ดินไหลเข้าและออกสระในชั้นดินอิ่มตัว</u>

สระเก็บกักน้ำถูกขุดขึ้นให้มีความลึกประมาณ 3.50-4.50 เมตร ซึ่งในระดับความลึกนี้จะพบว่า ชั้นดินเป็นหินแข็งอยู่โดยทั่วไป และระดับน้ำใต้ดินมีระดับสูงกว่าระดับก้นสระอยู่เสมอ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงกำหนดสระเก็บกักน้ำมีสภาพทึบน้ำ ไม่มีการไหลซึมเข้า-ออก ของน้ำใต้ดินในแนวดิ่ง แต่จะมีการไหลซึมในแนวราบผ่านผนังดินของสระ (Slope) ทั้งสี่ด้าน ดังนั้น ในการคำนวณหาปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลเข้า-ออกของสระเก็บกักน้ำ จะพิจารณาให้เป็นการไหลในชั้นอุ้มน้ำอิสระ (unconfined aquifer) มีลักษณะการไหลแบบคงที่หรือไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลา (steady flow) และมีการไหลเข้า-ออกในแนวราบเท่านั้น

1) สมการของดูปุย (Dupuit's equation)

การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลซึมเข้า-ออกของสระเก็บกักน้ำ จะนำเอาสมการของดูปุย (Dupuit) มาประยุกต์ใช้

สำหรับการไหลที่มีทิศทางเดียวจะมีปริมาณการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้างที่ vertical section ใด ๆ ดังสมการ

$$q = k (h^2 - h_o^2)/(2 x) \quad \text{.....(3.5)}$$

เมื่อ q คือ ปริมาณการไหลต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้

h คือ ความสูงของระดับน้ำใต้ดิน (water table) เหนือชั้นน้ำซึมผ่านไม่ได้

x คือ ระยะประสิทธิผลในทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของการไหล (effective hydraulic radious)

2) สมการคำนวณหาปริมาณน้ำไหลซึมเข้า-ออกของน้ำในสระในชั้นดินอิ่มตัว

สมการคำนวณหาปริมาณการไหลซึมเข้า-ออกของน้ำในสระเก็บกักน้ำ แสดงได้ดังนี้

$$GW = V\ A \quad \text{.....(3.6)}$$

เมื่อ GW คือ ปริมาณการไหลซึมเข้าหรือออกของน้ำทั้งหมด

V คือ ความเร็วของการไหลซึม จากสมการของดูบุ้ยจะได้ความเร็วการไหลผ่านผนังดินในแต่ละด้านต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง ดังนี้

$$V_{N,S,E,W} = q(\sin \Theta_{N,S,E,W})/h_p \quad \text{.....(3.7)}$$

เมื่อ k คือ สัมประสิทธิ์ความซึมผ่านของดินในพื้นที่

h_p คือ ระดับน้ำในสระเก็บกักน้ำวัดจากก้นสระถึงผิวน้ำ

h_g คือ ระดับน้ำใต้ดินรอบ ๆ สระเก็บกักน้ำ วัดจากระดับก้นสระถึงระดับน้ำใต้ดิน

X_g คือ ระยะทางที่วัดจากผิวน้ำด้านในสระเก็บกักน้ำ ถึงหลุมตรวจวัดระดับน้ำใต้ดิน

Θ คือ มุมเอียงของผนังดินกับแนวราบ

A คือ พื้นที่ของผนังดินที่น้ำไหลซึมผ่านทั้งสี่ด้าน ซึ่งในแต่ละด้านสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

$$A_{N,S,E,W} = (2\ L_{N,S,E,W} + h_p S_{N,E} + h_p S_{S,W}).h_p/(2.\sin_{N,S,E,W}) \quad \text{...(3.8)}$$

เมื่อ $L_{N,S,E,W}$ คือ ความยาวของก้นสระด้านทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

$S_{N,S,E,W}$ คือ ความลาดเทที่ผนังดินด้านในของสระเก็บกักน้ำ ด้านทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

ดังนั้น สมการการไหลซึมเข้า-ออกของน้ำในสระเก็บกักน้ำจะเป็นดังนี้

$$GW = k\ \{(L_N+L_S+L_E+L_W) + h_p(S_E+S_W+S_N+S_S)\}(h_g^2 - h_p^2)/(2\ X_g) \quad \text{....(3.9)}$$

หากผลการคำนวณมีค่าเป็นบวก หมายถึง เป็นการไหลของน้ำใต้ดินซึมเข้าไปภายในสระ และหากมีผลการคำนวณมีค่าเป็นลบ หมายถึง เป็นการไหลซึมออกของน้ำภายในสระ

I 10308817

3.7 <u>การคำนวณหาปริมาณน้ำใต้ดินซึมเข้า-ออกสระในชั้นดินไม่อิ่มตัว</u>

ปริมาณน้ำซึมไหลเข้า-ออกจากสระในชั้นดินไม่อิ่มตัวนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับความชื้นของดินในช่วงจากผิวพื้นดินถึงชั้นระดับน้ำใต้ดินตื้น จึงจะได้รับน้ำจากท้องนาที่ซึมลงหรือซึมขึ้นจากน้ำในสระ ถ้าความชื้นของดินมีปริมาณสูงกว่าจุด wilting ก็จะคายออกในส่วนที่มีน้ำไหลมาเพิ่มเติม ในที่นี้ได้กำหนดให้ปริมาณการซึมเข้า-ออกของน้ำในชั้นดินไม่อิ่มตัวในช่วงเวลาที่พิจารณาไว้ดังนี้

$$S_i, S_o = q_s A_p \quad \text{.....(3.10)}$$

เมื่อ q_s คือ อัตราน้ำซึมเข้า-ออกตัวหนึ่งหน่วยพื้นที่

A_p คือ พื้นที่ซึมน้ำได้ เท่ากับความหนาของชั้นดินไม่อิ่มตัวคูณกับเส้นรอบรูปของสระที่ขุดขึ้น

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะพยายามหาค่า q_s ออกมาจากการวิเคราะห์ โดยใช้วิธี Water balance

3.8 <u>ปริมาณน้ำที่เกิดจากฝนตกลงสู่สระโดยตรง</u>

น้ำที่เกิดฝนตกลงสู่สระโดยตรง ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนและพื้นที่ผิวน้ำของสระในขณะฝนตก ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$R_d = R A_s \quad \text{.....(3.11)}$$

เมื่อ R_d คือ ปริมาณน้ำที่เกิดจากฝนตกลงสู่สระโดยตรง

R คือ ปริมาณฝนที่ตก

A_s คือ พื้นที่ผิวน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย