

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองอุทกวิทยา

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 เป็นต้นมาได้มีการพัฒนาเครื่องคำนวณ(digital computer) ทำให้เกิดการพัฒนาระบบจำลองอุทกวิทยาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาในรูปแบบโปรแกรมการคำนวณอย่างมากมาย ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีชื่อเสียงได้รับการยอมรับใช้กันมากและเป็นแบบจำลองที่หาผลลัพธ์โดยวิธีที่แน่นอน (deterministic model)

แบบจำลองที่หาผลลัพธ์โดยวิธีที่แน่นอนแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (1) แบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์เอนกประสงค์ ซึ่งแสดงโครงสร้างของวัฏจักรอุทกวิทยาอย่างครบถ้วนและชัดเจนและ (2) แบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะ โดยพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง

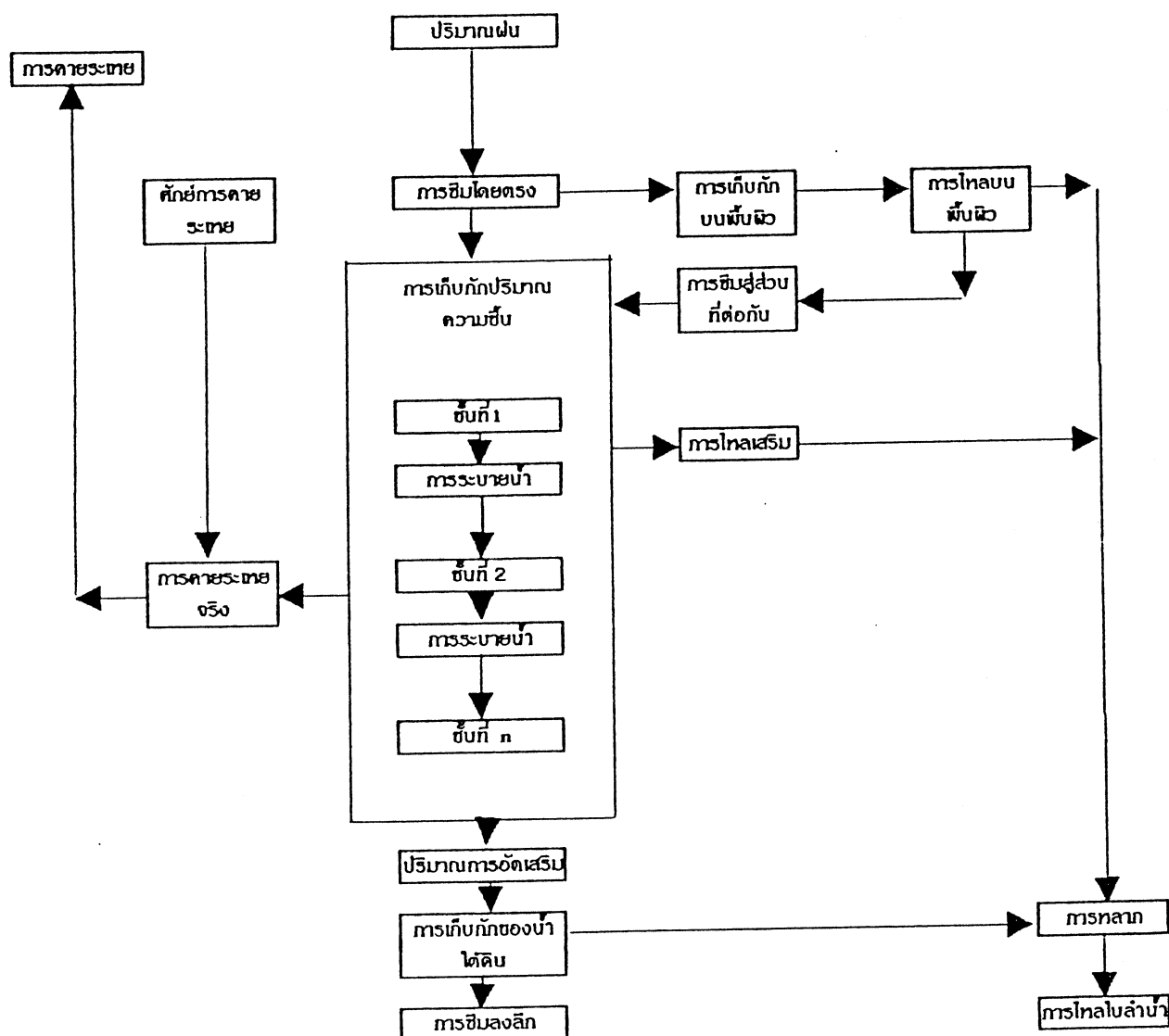
ในที่นี้จะกล่าวถึง รายละเอียดของแบบจำลองประเภทกึ่งเอมพิริกัลบางแบบจำลองพอสังเขปเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาค้นคว้า

2.1.1 The United States Department of Agriculture Hydrograph Laboratory(USDAHL) Model

แบบจำลอง USDAHL ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาถึงการมีผลกระทบระหว่างการเกษตรกรรมกับอุทกวิทยา การพัฒนาระบบจำลองเริ่มต้นในปี 1960 ภายใต้การนำของ Holtan แบบจำลองที่พัฒนาครั้งแรกเรียกว่าแบบจำลอง "USDAHL-70" ถูกตีพิมพ์ในปี 1970 โครงสร้างและขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 2.1 และ ตารางที่ 2.2 ตามลำดับ แบบจำลองได้แบ่งลุ่มน้ำออกเป็นหลายส่วน ในแต่ละส่วนคำนวณการสมดุลของปริมาณน้ำจากการระเหย การซึมและการไหลบนพื้นผิว แบบจำลองที่พัฒนาครั้งแรกไม่ได้รวมถึงการละลายของหิมะ ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองวัดจากลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ ข้อมูลที่มีผลต่อการคำนวณน้ำท่ามากที่สุดในแบบจำลองประกอบด้วย ความลึกของดิน ความลึกของราก อัตราการระเหย การกระจายของฝน ความชื้นของฝน และพารามิเตอร์ที่อ่อนไหว(sensitive) มากที่สุดในแบบจำลองคือสัมประสิทธิ์การไหลของส่วนเก็บกัก แบบจำลอง"USDAHL-70"ได้รับการปรับปรุงจนกระทั่งในปี 1975 ได้แบบจำลองชื่อ "USDAHL-74" ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่รวมขบวนการอุทกวิทยาทั้งหมด แบบจำลอง USDAHL เป็นแบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะใช้กับงานด้านวิศวกรรมเกษตร เช่น การ

ตารางที่ 2.1 รายชื่อแบบจำลองอุทกวิทยาที่ได้รับการพัฒนา
(โดยใช้เครื่องคำนวณ)

ปีที่พัฒนา	ชื่อแบบจำลองที่พัฒนา
1958	SSARR Model
1959-1966	Stanford Model Series
1962	British Road Research Laboratory Model
1965	Dawdy and O'Donnell Model
1966	Boughton Model
1966	Huggins and Monke Model
1967	Hydrocomp Simulation Program
1968	Kutchment Model
1968	Hyreun Model
1969	Lichty, Dawdy and Bergmann Model
1969	Kozak Model
1969	Mero Model
1970	USDAHL Model
1970	Institute of Hydrology Mode
1970	Vemuri and Dracup Model
1972	Water Resource Board "Disprin" Model
1972	UBC Watershed and Flow Model
1972	Shin, Hawkins and Chambers Model
1973	Leaf and Brink Model
1981	HEC-Model



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของแบบจำลอง USDAHL-70 (1970)

ตารางที่ 2.2 ขบวนการออกฤทธิ์ของแบบจำลอง USDAHL-70

ขบวนการบนพื้นผิว

การซึม	สมการการซึมของ Holtan, สมการที่ 4.20
การเก็บกักบนพื้นผิว	ใช้สมการการสมดุลย์ของปริมาณน้ำ
การไหลบนพื้นผิว	ใช้สมการต่อเนื่อง, สมการที่ 4.25 และ 4.26
การซึมซ้ำ	เศษส่วนของการไหลบนพื้นผิวต่อการซึมครั้งต่อไป
การคายระเหย	ขึ้นอยู่กับดัชนีการเติบโตของพืช, สมการที่ 4.26
รูปร่างของกลุ่มน้ำ	แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ขบวนการใต้พื้นผิว

ปริมาณความชื้น	แบ่งเป็นชั้นแต่ละชั้นขึ้นอยู่กับสมการสมดุลย์ของปริมาณน้ำ ในรูปแบบของสมการที่ 4.80 และ 4.81
การระบายน้ำ	เป็นฟังก์ชันของอัตราการไหลลงสู่ส่วนเก็บกักน้ำใต้ดินและอัตราการไหลในชั้นต่อไป

การไหลลงสู่ส่วนเก็บกักน้ำใต้ดิน

การไหลเสริม	ขึ้นอยู่กับสมการการสมดุลย์ของปริมาณน้ำ
-------------	--

การไหลใต้ดิน

การซึมลงลึก	อัตราการซึมลงลึกมีค่าคงที่
-------------	----------------------------

ขบวนการในลำน้ำ

รูปร่าง	ลุ่มน้ำถือเป็นหนึ่งหน่วย - ไม่ได้แบ่งช่วงลำน้ำ
---------	--

การหลากของการไหลบนพื้นผิว ขึ้นอยู่กับผลคูณการถดถอยของการไหล

และการไหลใต้พื้นผิว สมการที่ 4.85 และ 4.86

ช่วงเวลา ส่วนหนึ่งของ 24 ชม. แต่ไม่น้อยกว่า 1/5 ของสัมประสิทธิ์การหลากในลำน้ำ

การประยุกต์ใช้ ใช้ด้านวิศวกรรมเกษตร เช่น ปริมาณน้ำท่าทั้งหมด การจัดการพืช การศึกษาการใช้พื้นที่

ข้อมูล/ผลลัพธ์ การชลประทาน การตกตะกอนและการกัดเซาะ ปริมาณฝนในแต่ละช่วงเวลา, การระเหยจากผิวดิน/ผลรวมรายวันของความชื้น, การไหลบนพื้นผิว

การเทียบปรับ ไม่ได้กำหนด

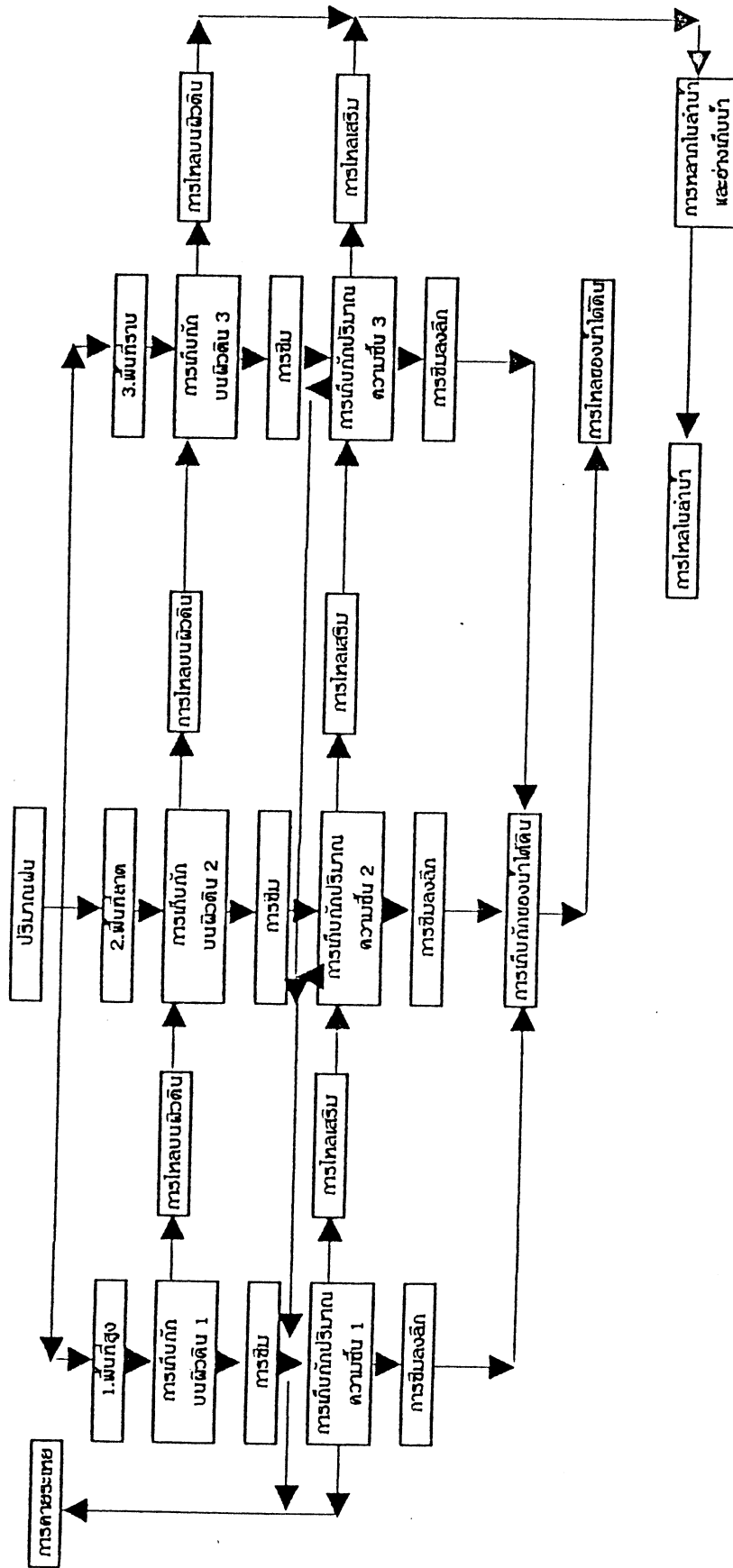
จัดการพืช การชลประทาน และสามารถที่จะศึกษาถึงผลกระทบของเกษตรกรรม ต่อขบวนการอุทกวิทยาได้

2.1.2 Water Resource Board "Disprin" Model

The Water Resource Board of England and Wales ได้ศึกษาอุทกวิทยาของแม่น้ำ Dee แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นถูกตีพิมพ์ในปี 1972 โดย Jamieson and Wilkinson และรู้จักกันดีในชื่อ "Disprin model" เป็นแบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์เอนกประสงค์ และแสดงขบวนการที่สำคัญของระบบอุทกวิทยา โครงสร้างและขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 2.2 และตารางที่ 2.3 ตามลำดับโครงสร้างของแบบจำลองแบ่งพื้นผิวดินออกเป็นพื้นที่สูง พื้นที่ลาดเชิงเขาและพื้นที่ราบเรียบ ขบวนการไหลบนผิวดินและการไหลเสริมถูกเชื่อมต่อระหว่าง 3 ส่วนนี้จะกระจายลงเป็นการเก็บกักใต้ดินส่วนเดียวกัน แต่ละพื้นที่ย่อยมีพารามิเตอร์ 14 ตัว เพื่ออธิบายความสามารถในการเก็บกัก อัตราการไหลซึมและสัมประสิทธิ์การหลาก และพารามิเตอร์ 7 ตัวเป็นค่าระดับเก็บกักเริ่มต้น ข้อดีของแบบจำลองนี้ คือสามารถคำนวณหาน้ำท่าแบบต่อเนื่องของกลุ่มน้ำหรือของพื้นที่ย่อย ข้อเสียของแบบจำลอง ถ้านำมาประยุกต์ใช้กับกลุ่มน้ำที่ขาดแคลนข้อมูล คือแบบจำลองต้องใช้พารามิเตอร์จำนวนมาก

2.1.3 แบบจำลองที่พัฒนาโดย อำมาตย์ จันทรเทียร

อำมาตย์ (พ.ศ. 2528) ได้พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาโดยใช้วิธี Curve number(CN) ซึ่งพัฒนาโดย SCS (Soil Conservation Service) แบบจำลองที่พัฒนาใช้ข้อมูลฝนรายวัน น้ำท่ารายวันและศักยภาพการระบายรายเดือน ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองแสดงในตารางที่ 2.4 และโครงสร้างของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 2.3 ในแบบจำลองมีพารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับ 5 ตัว คือ ตัวประกอบน้ำหนักฝนเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ, Curve Number (CN), เวลาการเก็บกักของการไหลโดยตรง, สัมประสิทธิ์ของการอัดเสริม และเวลาเก็บกักของการไหลใต้ดิน การเทียบปรับพารามิเตอร์ใช้ข้อมูลกลุ่มน้ำจุฬารัตน์ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 554 ตร.กม. และกลุ่มน้ำลำปาว ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 6,000 ตร.กม. ข้อดีของแบบจำลอง คือ ต้องการข้อมูลน้อยและเหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่สามารถใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อยู่อย่างแพร่หลาย แต่มีจุดอ่อนคือ พื้นที่เกษตรกรรมไม่ว่าจะเป็นพื้นที่สูงหรือพื้นที่นา พิจารณารวมเหมือนกันหมดซึ่งไม่ถูกต้อง เพราะว่าพื้นที่ไร่และพื้นที่นามีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ไม่สามารถคำนวณหาน้ำท่าของพื้นที่ย่อยและไม่คำนึงถึงสิ่งขวางกั้นลำน้ำ เช่น ฝายทดน้ำ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของแบบจำลอง WATER RESOURCE BOARD DISPRIN (1972)

ตารางที่ 2.3 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลอง Water Resource Board
Disprin Model

ขบวนการบนพื้นผิว

การเก็บกักบนพื้นผิว

การสมดุลของปริมาณน้ำระหว่าง ปริมาณฝน การซึม
การเก็บกักและการไหลบนพื้นผิว

การไหลบนพื้นผิว

คำนวณจากการสมดุลของปริมาณน้ำของการเก็บกัก
บนพื้นผิว

การซึม

สมการการซึมของ Holtan, สมการที่ 4.20

ขบวนการใต้พื้นผิว

การเก็บกักปริมาณความชื้น

การสมดุลของปริมาณน้ำระหว่างการซึม การระ
เหย การไหลซึมและการไหลเสริมสมการที่ 4.80*
และ 4.81*

การไหลเสริม

ขึ้นอยู่กับความสมดุลของปริมาณความชื้น

การระเหย

ขึ้นอยู่กับความสมดุลของปริมาณความชื้น

การไหลซึม

มีค่าคงที่ในพื้นที่แต่ละส่วน

การเก็บกักของน้ำใต้ดิน

การสมดุลของปริมาณน้ำคล้ายสมการที่ 4.94*

การไหลใต้ดิน

เป็นฟังก์ชันของปริมาณการเก็บกักใต้ดิน

การหลาก

ใช้เทคนิคการหลากเชิงเส้นตรงของการไหลบนผิว
ดินและการไหลใต้ดิน

ขบวนการในลำน้ำ

การหลากในลำน้ำ

ใช้เทคนิคการหลากเชิงเส้นตรงของการไหล
ในลำน้ำ

การหลากของอ่างเก็บน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับกับปริมาตร และสมการ
ต่อเนื่อง

ช่วงเวลา

แปรเปลี่ยน

การประยุกต์ใช้

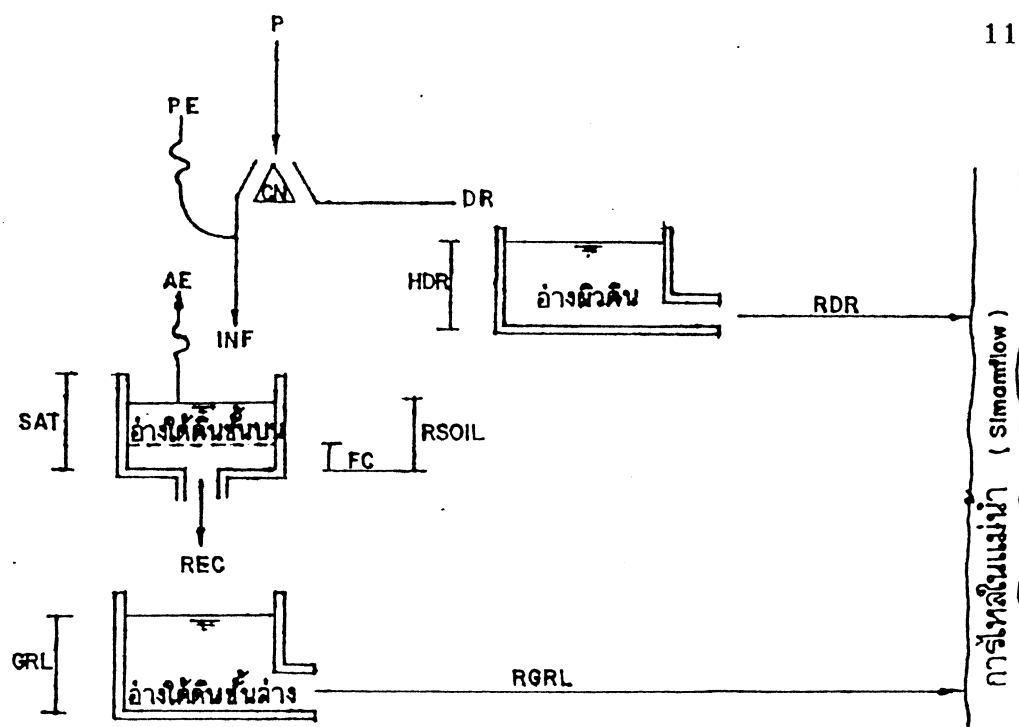
การทำนายน้ำท่า, กำหนดการผันน้ำ, ขยายข้อมูล

ข้อมูล/ผลลัพธ์

ปริมาณฝนต่อเนื่อง, การระเหย, ค่าพารามิเตอร์
/น้ำท่า, ระดับน้ำ

การเทียบปรับ

ไม่ได้กำหนด



ความหมายของสัญลักษณ์ในภาพ

- AE คือ การคายระเหยจริง, มม.
- CN คือ CURVE NUMBER พัฒนาโดย SCS
- DR คือ การไหลโดยตรง, มม.
- FC คือ ความสามารถในการกักน้ำของดิน, มม.
- GRL คือ ระดับน้ำในอ่างใต้ดินชั้นล่าง, มม.
- HDR คือ ระดับน้ำในอ่างผิวดิน, มม.
- INT คือ ปริมาณการซึม, มม.
- P คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยรายวัน, มม.
- PE คือ ศักย์การคายระเหยรายวัน, มม.
- RDR คือ อัตราการไหลออกจากอ่างผิวดิน, มม./วัน
- REC คือ ปริมาณการอัดเสริม, มม.
- RGR คือ อัตราการไหลออกจากอ่างใต้ดินชั้นล่าง, มม./วัน
- RSOIL คือ ความลึกเทียบเท่าของผิวดินชั้น, มม.
- SAT คือ ความลึกเทียบเท่าของผิวดินแห้ง, มม.

รูปที่ 2.3 โครงสร้างของแบบจำลองอุทกวิทยาของอำเภอยะ จันทรเทียร

ตารางที่ 2.4 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดยอามาดย์ จันทร์เทิบ (พ.ศ. 2528) ซึ่งเหมือนกับของ นภฤทธิ พดุงศรี (พ.ศ.2529)

ขบวนการบนผิวดิน

การเก็บกักบนผิวดิน	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การไหลออกโดยตรง	ใช้วิธีการของ SCS
การหลากของการไหลบนผิวดิน	ใช้สมการต่อเนื่องขึ้นอยู่กับเวลาในการเก็บกักของการไหลโดยตรง

ขบวนการใต้พื้นผิว

การเก็บกักปริมาณความชื้น	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การคายระเหย	ขึ้นอยู่กับความชื้นที่เกินความสามารถในการเก็บกักความชื้นของดิน
ปริมาณการอัดเสริม	ขึ้นอยู่กับความชื้นที่เกินความสามารถในการเก็บกักความชื้นของดิน
การไหลใต้ดิน	ใช้สมการต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับเวลาหน่วงเหนี่ยวของการไหลใต้ดิน

ช่วงเวลา

1 วัน

การประยุกต์ใช้

การทำนายน้ำท่า

ข้อมูล/ผลลัพธ์

ปริมาณฝนรายวัน, การใช้ที่ดิน, ชนิดของดิน, ศักยภาพระเหยรายเดือน, พารามิเตอร์ที่ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ/น้ำท่ารายวัน

การเทียบปรับ

ลองผิดลองถูก

2.1.4 แบบจำลองที่พัฒนาโดย นกฤทธิ์ ผดุงศรี

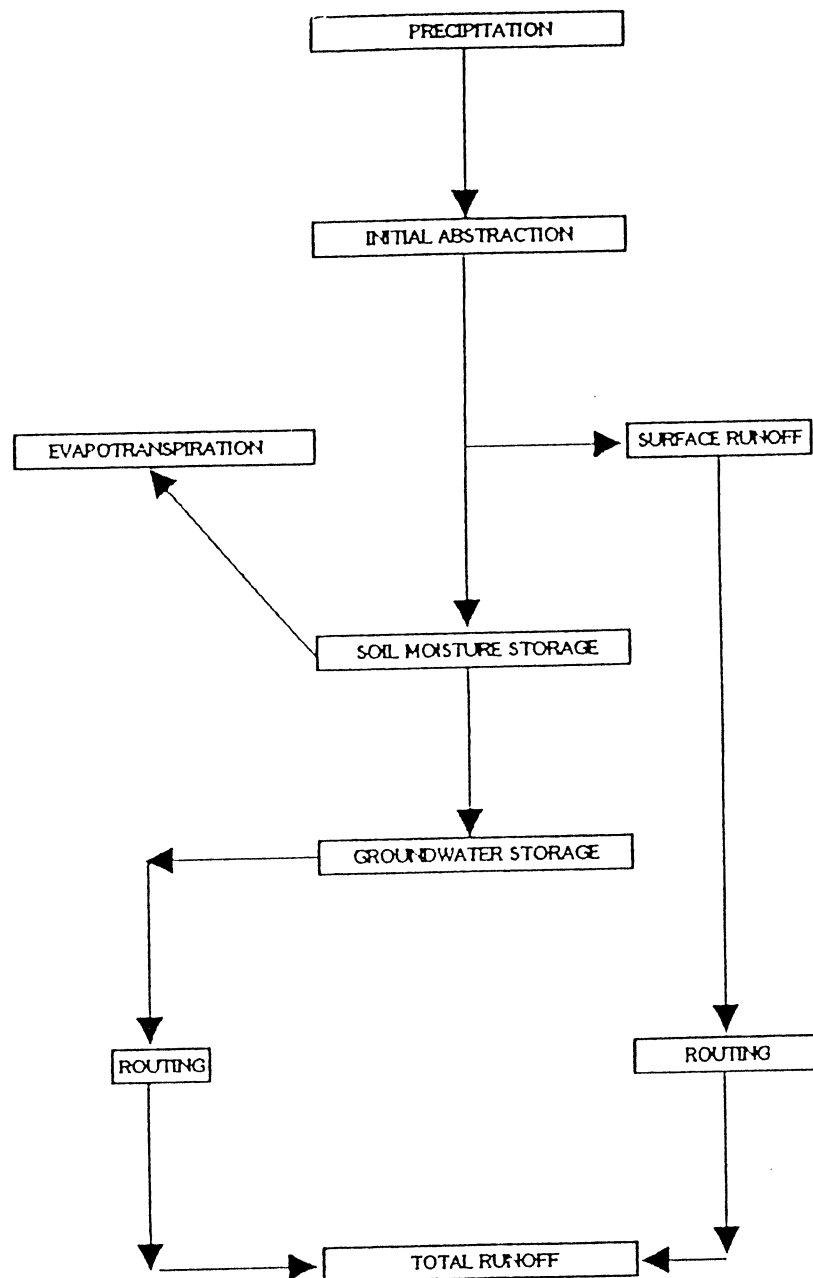
นกฤทธิ์(พ.ศ.2529) ได้พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาโดยใช้วิธี Curve Number(CN) และมีชนิดของดิน การใช้พื้นที่ มาเกี่ยวข้องด้วย แบบจำลองที่พัฒนา ใช้ข้อมูลฝนรายวัน และศักยภาพการระเหยรายวัน โครงสร้างของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 2.4 และขบวนการอุทกวิทยาแสดงในตารางที่ 2.4 ในแบบจำลองมีพารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับ 3 ตัว คือ สัมประสิทธิ์พื้นที่(contributive area coefficient) สัมประสิทธิ์การซึมจากส่วนเก็บกักในดินลงสู่ส่วนเก็บกักน้ำใต้ดิน สัมประสิทธิ์การหลากของส่วนเก็บกักน้ำใต้ดิน เทียบปรับพารามิเตอร์โดยใช้ข้อมูลลุ่มน้ำหมาน(พื้นที่รับน้ำ 401 ตร.กม.) และลุ่มน้ำสาบ(พื้นที่รับน้ำ 703 ตร.กม.) ข้อดีและข้อเสียของแบบจำลองเหมือนกับของอำมาตย์(พ.ศ.2528)

2.1.5 แบบจำลองที่พัฒนาโดย ชูโชค อายุพงศ์

ชูโชค(พ.ศ.2531) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อหาจำนวนฝายและตำแหน่งที่เหมาะสมในลุ่มน้ำ โดยใช้วิธี Curve Number(CN) ของ SCS ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนและใช้หลักการสมดุลของปริมาณน้ำ(Water balance Method)คำนวณปริมาณน้ำรายวันในแปลงนาที่ได้รับน้ำเสริมจากฝายตลอดฤดูกาลเพาะปลูกข้าว(นาปี) โดยการตรวจสอบความชื้นในดินของแปลงนาแต่ละวัน แบบจำลองที่พัฒนาใช้ข้อมูลฝนรายวัน ข้อมูลการระเหยรายวัน การใช้ที่ดินและชนิดของดินในลุ่มน้ำ ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ โครงสร้างของแบบจำลองและขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองแสดงในรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.5 ลุ่มน้ำที่ใช้ในการศึกษาคือ ลุ่มน้ำห้วยยาง ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 75 ตร.กม.และลุ่มน้ำห้วยแสนพัน ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 40 ตร.กม. ข้อดีของแบบจำลองคือ สามารถหาจำนวนฝายและตำแหน่งที่เหมาะสมในลุ่มน้ำได้ง่าย โดยการกำหนดขนาดของพื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝาย และการยอมให้ผลผลิตข้าวที่ได้ต่อไร่ในลุ่มน้ำลดลงได้เท่าใด แต่เนื่องจากแบบจำลองได้กำหนดให้น้ำท่ารายวันที่คำนวณได้ไหลลงสู่ลำน้ำก่อนที่จะผันเข้าสู่พื้นที่นา และได้กำหนดให้จำนวนพื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝายแต่ละตัวมีจำนวนเท่ากัน ซึ่งไม่เลียนแบบสภาพที่แท้จริงมากนัก

2.1.6 แบบจำลองที่พัฒนาโดย เฉลิมชัย พาวัฒนา

เฉลิมชัย(พ.ศ. 2532)ได้พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาแบบโครงข่าย โดยพัฒนาจากแบบจำลองแบบโครงข่ายของ Boyd, et.al(1979) โดยมีส่วนประกอบของขบวนการอุทกวิทยา คือ การดัก การหลากบนผิวดินหรือในพื้นที่นา การหลากในลำน้ำ การเก็บกักความชื้นในดินและการเก็บกักของน้ำใต้ดิน โครงสร้างและขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลอง แสดงในรูปที่ 2.6 และในตารางที่ 2.6 ตามลำดับ แบบจำลองที่พัฒนาใช้ข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลน้ำท่าจาก



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของแบบจำลองอุทกวิทยาของบึงฤๅษี ๒๕๖๓

ตารางที่ 2.4 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดยอามาตย์ จันทรเทิบ
(พ.ศ. 2528)ซึ่งเหมือนกับของ นภฤทธิ์ ผดุงศรี (พ.ศ.2529)

ขบวนการบนผิวดิน

การเก็บกักบนผิวดิน	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การไหลออกโดยตรง	ใช้วิธีการของ SCS
การหลากของการไหลบนผิวดิน	ใช้สมการต่อเนื่องขึ้นอยู่กับเวลาในการเก็บกักของการไหลโดยตรง

ขบวนการใต้พื้นผิว

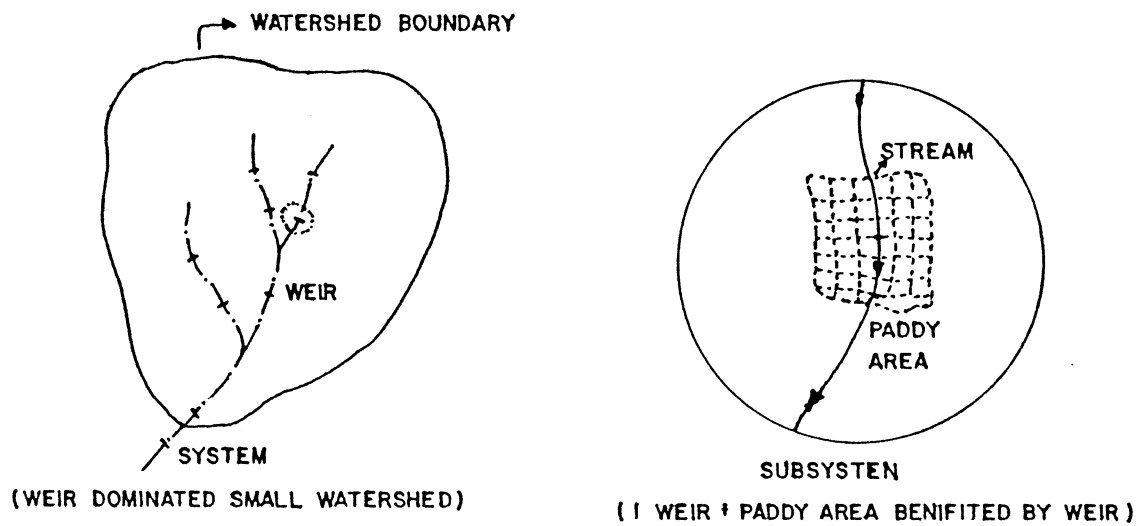
การเก็บกักปริมาณความชื้น	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การคายระเหย	ขึ้นอยู่กับความชื้นที่เกินความสามารถในการเก็บกักความชื้นของดิน
ปริมาณการอัดเสริม	ขึ้นอยู่กับความชื้นที่เกินความสามารถในการเก็บกักความชื้นของดิน
การไหลใต้ดิน	ใช้สมการต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับเวลาหน่วงเหนี่ยวของการไหลใต้ดิน

ช่วงเวลา 1 วัน

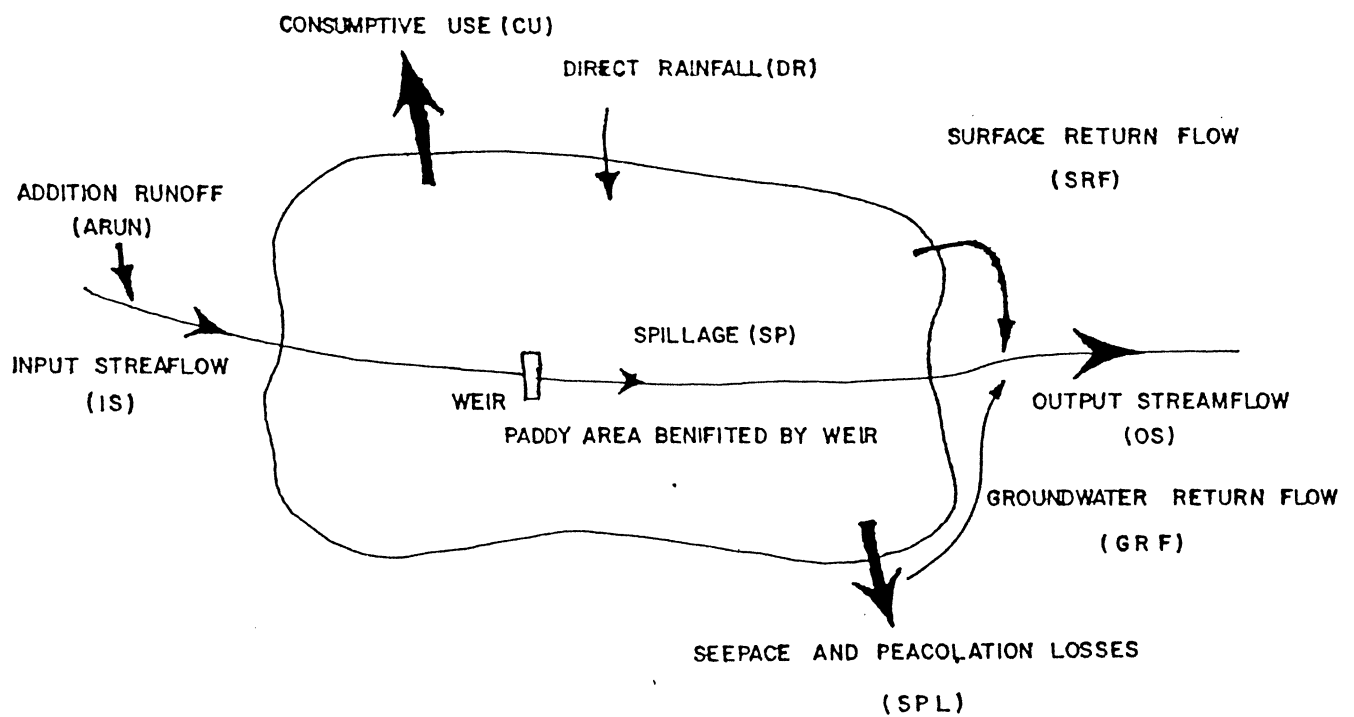
การประยุกต์ใช้ การทำนายน้ำท่า

ข้อมูล/ผลลัพธ์ ปริมาณฝนรายวัน, การใช้ที่ดิน, ชนิดของดิน, สัณยัการระเหยรายเดือน, พารามิเตอร์ที่ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ/น้ำท่ารายวัน

การเทียบปรับ ลองผิดลองถูก



แสดงระบบ(SYSTEM) และระบบย่อย(SUBSYSTEM)



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของแบบจำลองอุทกวิทยาของชุมชนอายุหนึ่ง

ตารางที่ 2.5 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดยรัฐโชค อายุพงศ์ (พ.ศ. 2531)

ขบวนการบนผิวดิน

การเก็บกักบนผิวดิน
การคายระเหย

การสมดุลของปริมาณน้ำ
คำนวณจากค่าการระเหยจากภาค

ขบวนการใต้ผิวดิน

การเก็บกักปริมาณความชื้น
การไหลซึมลงลึก
การไหลใต้ดิน

การสมดุลของปริมาณความชื้น
อัตราการไหลซึมลงลึกมีค่าคงที่
กำหนดให้เป็น 5% ของการไหลซึมลงลึก

ขบวนการในลำน้ำ

ปริมาณน้ำท่าไหลลงลำน้ำ
ปริมาณเก็บกักในลำน้ำหน้าฝาย

ใช้วิธีของ SCS
ขึ้นอยู่กับความสูงของการเก็บกักของฝาย
ความชันของท้องน้ำและความกว้างของลำน้ำ

ช่วงเวลา

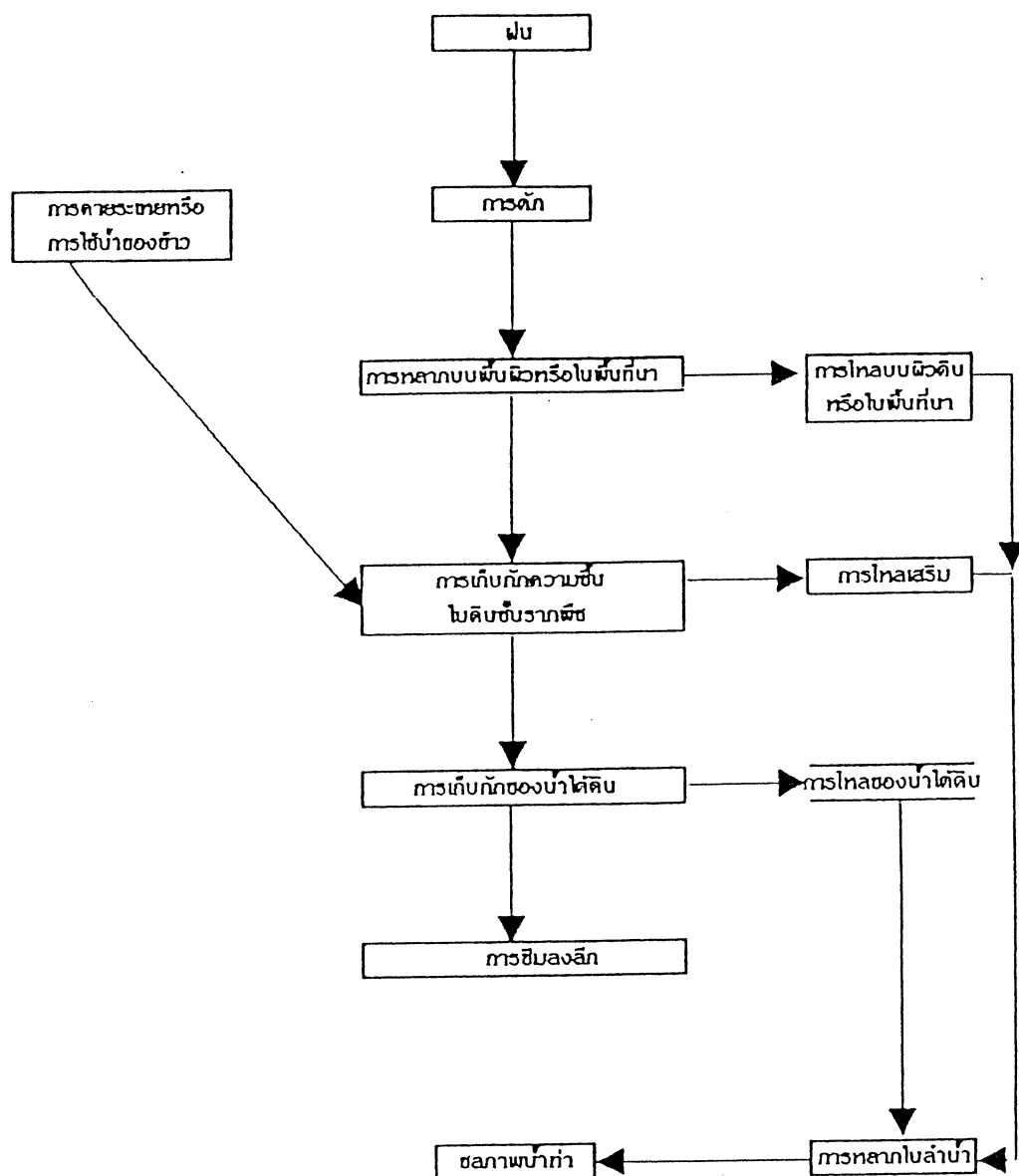
1 วัน

การประยุกต์ใช้

ปริมาณฝนรายวัน, ศักยภาพการระเหย, ระดับน้ำ
ในนาที่เหมาะสม, การใช้ที่ดินและชนิดของดิน
/ระดับน้ำในนา

การเทียบปรับ

ไม่ได้กำหนด



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของแบบจำลองอุทกวิทยาของทลมิชัย พาวัฒนา

ตารางที่ 2.6 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดยเฉลิมชัย พาวัดนา (พ.ศ. 2532)

ขบวนการบนผิวดิน

การตก	สมการคงมวล
การซึม	สมการการซึมของ Holton สำหรับพื้นที่สูงและพื้นที่นา
การเก็บกักบนผิวดิน	ใช้สมการการสมดุลของปริมาณน้ำสำหรับพื้นที่นาเกษตร น้ำฝน
การไหลบนผิวดิน	ใช้สมการต่อเนื่อง
การคายระเหย	ขึ้นอยู่กับดัชนีการเจริญเติบโตของพืช
รูปร่างของกลุ่มน้ำ	แบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย 2 ลักษณะคือ Ordered Basin และ Interbasin Area

ขบวนการใต้ผิวดิน

การเก็บกักปริมาณความชื้น	การสมดุลของปริมาณน้ำระหว่างการซึม การคายระเหย การไหลเสริม และการไหลลงส่วนเก็บ กักน้ำใต้ดิน
การไหลเสริม	ขึ้นอยู่กับสมดุลของปริมาณความชื้น
การไหลลงสู่ส่วน เก็บกักน้ำใต้ดิน	ขึ้นอยู่กับสมดุลของปริมาณความชื้น
การเก็บกักของ น้ำใต้ดิน	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การไหลซึมลงลึก	อัตราการไหลซึมลงลึกมีค่าคงที่
การไหลใต้ดิน	เป็นฟังก์ชันของปริมาณการเก็บกักใต้ดิน

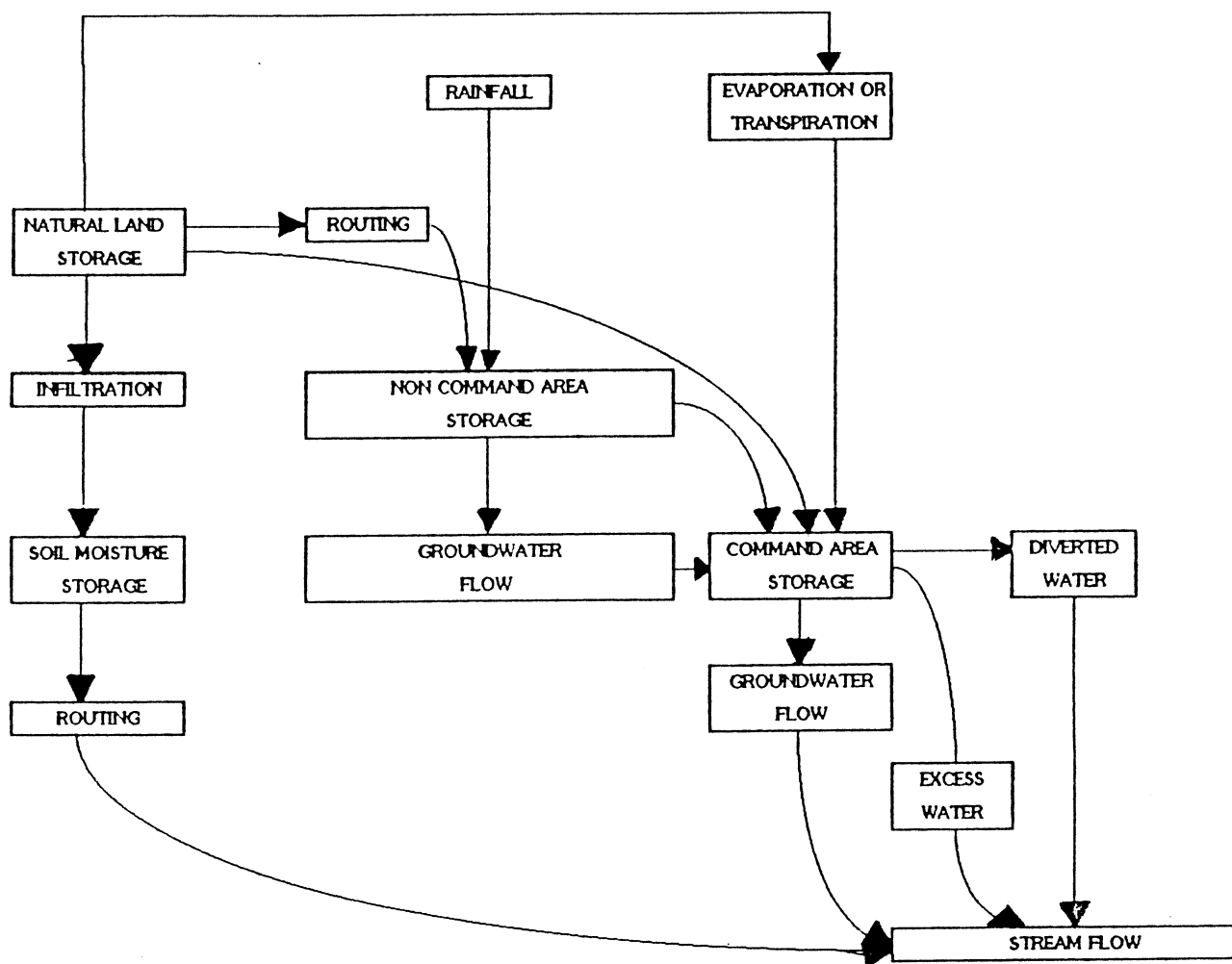
ขบวนการในลำน้ำ

การหลากในลำน้ำ	ใช้สมการต่อเนื่อง
ช่วงเวลา	แปรเปลี่ยน
การประยุกต์ใช้	การท้านายน้ำท่า
ข้อมูล/ผลลัพธ์	ปริมาณฝนต่อช่วงเวลา, การระเหยรายวัน, การใช้ที่ดิน และชนิดของดิน, ค่าพารามิเตอร์/ชลภาพน้ำท่า
การเทียบปรับ	ลองผิดลองถูก

เครื่องวัดชนิดอัตโนมัติ ข้อมูลการระเหยรายวัน ข้อมูลการใช้ที่ดินและชนิดของดิน ในแบบจำลองมีพารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับ 7 ตัว การเทียบปรับพารามิเตอร์ใช้ข้อมูลลุ่มน้ำโป่งขุนเพชร ซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 422 ตร.กม. และลุ่มน้ำห้วยยางซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 75 ตร.กม. ข้อดีของแบบจำลองคือ สามารถคำนวณหาชลภาพน้ำท่าของลุ่มน้ำหรือลุ่มน้ำย่อยได้ และสามารถที่จะอธิบายถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่อชลภาพการไหลออกได้ แต่อย่างไรก็ดีแบบจำลองก็ไม่ได้คำนึงถึงสิ่งขวางกั้นลำน้ำ เช่น ฝายทดน้ำ ซึ่งมีผลต่อชลภาพการไหลออกโดยตรง

2.1.7 แบบจำลองที่พัฒนาโดย อติเรก วัฒนาคูตมชัย

อติเรก (พ.ศ.2533) ได้พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้พื้นที่ในการทำนาข้าวและมีการสร้างฝายทดน้ำกั้นลำน้ำเป็นระยะๆ เพื่อผันน้ำเข้าสู่ที่นา รวมทั้งลักษณะของข้อมูลที่จะหาได้ในลุ่มน้ำขนาดเล็กทั่วไป ซึ่งมีปริมาณข้อมูลน้อยและจำกัด แบบจำลองเลือกใช้หลักการคำนวณปริมาณน้ำท่าและการซึมบนพื้นที่รับน้ำธรรมชาติตามวิธีของ SCS ในส่วนการหลากของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินเลือกใช้สมการที่พัฒนามาจากสมการความต่อเนื่องซึ่ง อาทิตย์ จันทร์เทิบ ใช้ในแบบจำลอง แบบจำลองนี้จะแยกพิจารณาพื้นที่นาออกจากพื้นที่รวมทั้งหมดแล้วประยุกต์ใช้สมการการสมดุลปริมาณน้ำ(Water balance)ในการคำนวณปริมาณน้ำส่วนต่างๆในพื้นที่นา และได้แบ่งพื้นที่นาออกเป็น 2 ส่วน ตามลักษณะการได้รับน้ำผันจากฝาย คือ พื้นที่นาที่ได้รับน้ำผันจากฝายและพื้นที่นาที่ไม่ได้รับน้ำผันจากฝาย ข้อดีของแบบจำลองคือ สามารถคำนวณหาชลภาพน้ำท่าที่ไหลผ่านฝายแต่ละตัวในลุ่มน้ำได้ หรือชลภาพน้ำท่าของแต่ละลุ่มน้ำย่อยได้ ข้อมูลที่ต้องใช้มีอยู่ทั่วไป พารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับมีอยู่ 5 ตัว คือ Soil Moisture Storage Routing(TS), Surface Water Routing (TQ), Percentage of Command area (PCA), Diversion Efficiency(DE) โครงสร้างและขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลอง แสดงในรูปที่ 2.7 และตารางที่ 2.7 ตามลำดับ



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของแบบจำลองอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ วัดนาอุดมชัย

**ตารางที่ 2.7 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดย
อดิเรก วัฒนาอุดมชัย (พ.ศ. 2533)**

ขบวนการบนผิวดิน

การเก็บกักบนผิวดิน	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การไหลบนผิวดิน	ใช้สมการความต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับเวลา หน่วยพื้นที่ของการไหลบนพื้นดิน (สำหรับพื้นที่รับ น้ำธรรมชาติ) และสมการสมดุลปริมาณน้ำ (สำหรับ พื้นที่นา)
การซึม	ใช้วิธีการของ SCS (สำหรับพื้นที่รับน้ำธรรมชาติ)
การคายระเหย	คำนวณค่าการระเหยจากภาค

ขบวนการใต้ผิวดิน

การเก็บกักปริมาณความชื้น	การสมดุลของปริมาณน้ำ
การไหลซึมในดิน	ขึ้นอยู่กับชนิดของดินใช้กฎของดาร์ซี (สำหรับพื้นที่ นา)
การไหลใต้ดิน	ใช้สมการต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับเวลาหน่วย พื้นที่ของการไหลใต้ดิน

ขบวนการในลำน้ำ

ปริมาณเก็บกักในลำน้ำ	ขึ้นอยู่กับความสูงของการเก็บกักของฝาย ความ ลาดชันของท้องน้ำและความกว้างของลำน้ำ
หน้าผาย	การสมดุลของปริมาณน้ำและประสิทธิภาพการผันน้ำ
ปริมาณน้ำที่ผันจากฝาย	1 วัน
ช่วงเวลา	ทำนายชลภาพน้ำท่า
การประยุกต์ใช้	ปริมาณฝนรายวัน, ศักยภาพการระบายรายวัน, การใช้ ที่ดิน, ชนิดของดิน, ความกว้างและความยาวของลำ น้ำ, ความลาดชันของท้องน้ำ, จำนวนฝายในลุ่มน้ำ,
ข้อมูล/ผลลัพธ์	พารามิเตอร์ต่างๆ/ชลภาพน้ำท่ารายวันผ่านฝาย แต่ละตัว
การเทียบปรับ	กึ่งอัตโนมัติ

2.2 แบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่าย

Boyd et al. (1979) ได้พัฒนาแบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่าย (Water-shed Bounded Network Model, WBNM) โครงสร้างแบบจำลองลุ่มน้ำได้แบ่งพื้นที่รับน้ำทั้งหมดออกเป็นพื้นที่ย่อย 2 ลักษณะ คือ

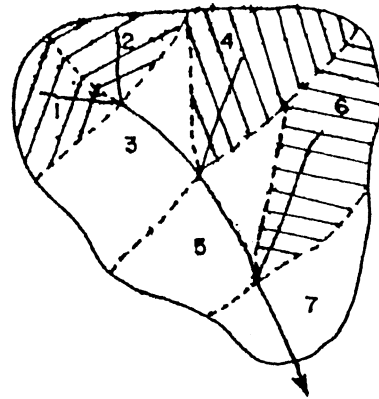
ก. พื้นที่รับน้ำ Ordered basin คือ พื้นที่ย่อย (เปรียบเสมือนพื้นที่ของลุ่มน้ำทั้งหมด) ที่ไม่มีน้ำไหลข้ามเส้นแบ่งขอบเขตเข้ามา ปริมาณฝนส่วนเกิน (Excess rainfall) จะเปลี่ยนไปเป็นปริมาณการไหลออกโดยตรงที่ทางออกของพื้นที่ย่อย

ข. พื้นที่รับน้ำ Interbasin area คือ พื้นที่ย่อยที่มีน้ำไหลตามลำน้ำ น้ำที่ไหลเข้าพื้นที่ย่อยชนิดนี้มาจากพื้นที่ย่อยที่อยู่เหนือขึ้นไป ปริมาณการไหลออกโดยตรงประกอบด้วย ปริมาณการไหลหลากผ่านลำน้ำสายหลักและปริมาณฝนส่วนเกินที่เปลี่ยนไปเป็นการไหลออกโดยตรง (เหมือนกับที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำ Ordered basin) ผลจากการเก็บกักระหว่างการเปลี่ยนปริมาณฝนส่วนเกินไปเป็นการไหลออกโดยตรง โดยผ่านการไหลบนผิวดินและการไหลในลำน้ำสายเล็กจะแตกต่างจากการไหลเข้าจากจุดเหนือน้ำผ่านลำน้ำสายหลัก (Boyd et al., 1979) รูปที่ 2.8A แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำและพื้นที่ย่อยภายในลุ่มน้ำและสามารถแทนด้วยโครงข่ายแบบโครงข่ายได้ในรูปที่ 2.8B รูปที่ 2.8C แสดงให้เห็นโครงข่ายที่ใช้จำลองลุ่มน้ำ (equivalent model structure) ซึ่งขยายให้เห็นการเก็บกักในแต่ละส่วนและเชื่อมต่อเป็นลูกโซ่แบบขนาน ปริมาณฝนส่วนเกินจะถูกเปลี่ยนเป็นชลภาพการไหลเข้า และชลภาพการไหลเข้าจะถูกหลากเป็นชลภาพการไหลออกที่จุดทางออกของพื้นที่ย่อย ต่อจากนั้นชลภาพการไหลออกจะถูกหลากผ่านลำน้ำในส่วนเก็บกักแต่ละส่วน จนกระทั่งถึงจุดทางออกของลุ่มน้ำทั้งหมดตัวอย่าง เช่น ปริมาณฝนส่วนเกินของพื้นที่ย่อยที่ 3 จะถูกเปลี่ยนเป็นชลภาพการไหลเข้าและจะถูกหลากผ่านส่วนเก็บกักที่ 3, 5 และ 7 พื้นที่รับน้ำชนิด Ordered basin จะมีเฉพาะการหลากบนผิวดิน ส่วนพื้นที่รับน้ำ Interbasin จะมีทั้งการหลากบนผิวดินและการหลากในลำน้ำ เช่น พื้นที่ย่อยที่ 7 ชลภาพการไหลเข้าของการหลากในลำน้ำมาจากชลภาพการไหลออกของพื้นที่ย่อยที่อยู่เหนือขึ้นไป (พื้นที่ย่อยที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6) และชลภาพการไหลเข้าของการหลากบนผิวดินมาจากปริมาณฝนส่วนเกิน ชลภาพการไหลออกทั้งหมดหาได้จากวิธีทับซ้อน (superposition) ของชลภาพการไหลออกในแต่ละลูกโซ่ทั้งหมด

Boyd et al. (1979) ได้พัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาโดยใช้แบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่าย เป็นแบบจำลองที่มีวัตถุประสงค์เฉพาะเพื่อหาชลภาพน้ำท่าและอัตราการไหลสูงสุด แบบจำลองที่พัฒนาไม่รวมขบวนการอุทกวิทยาทั้งหมดจะเน้นเฉพาะการหลากบนผิวดินและในลำน้ำข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองวัดจากลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองแสดงในตารางที่ 2.8 Boyd et al. (1979) สรุปว่าแบบจำลองอุทกวิทยาที่พัฒนาและใช้เวลาเก็บกัก

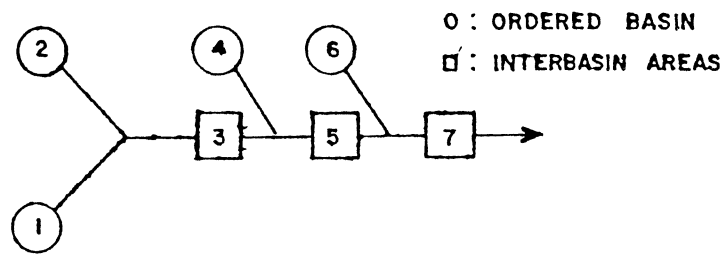
ตารางที่ 2.8 ขบวนการอุทกวิทยาของแบบจำลองที่พัฒนาโดย Boyd et al. (1979)

ขบวนการบนพื้นผิว	
การซึม	ดัชนีการซึม
การไหลบนพื้นผิว	ใช้สมการต่อเนื่องและความสัมพันธ์ของการเก็บกักอัตราการไหล, สมการที่ 1* และ 2*
เวลาเก็บกัก	เวลาเก็บกักเชิงเส้นตรง, สมการที่ 22*
รูปร่างของกลุ่มน้ำ	เวลาเก็บกักไม่เชิงเส้นตรง, สมการที่ 25*
	แบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย 2 ลักษณะคือ Ordered basin และ Interbasin area
ขบวนการในลำน้ำ	
การหลากในลำน้ำ	ใช้สมการต่อเนื่องและความสัมพันธ์ของการเก็บกักอัตราการไหล, สมการที่ 1* และ 2*
เวลาเก็บกัก	เวลาเก็บกักเชิงเส้นตรง, สมการที่ 24*
	เวลาเก็บกักไม่เชิงเส้นตรง, สมการที่ 26*
ช่วงเวลา	แปรเปลี่ยน
การประยุกต์ใช้	การทํานายนํ้าท่า
ข้อมูล/ผลลัพธ์	ปริมาณฝนต่อช่วงเวลา, ค่าพารามิเตอร์/นํ้าท่า
การเทียบปรับ	ลองผิดลองถูก

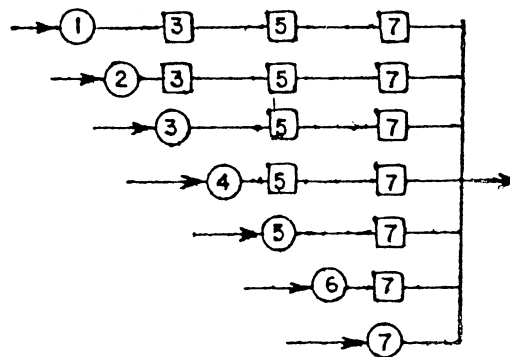


วพ
 TC
 ๑๕๖๕

A



B



C

รูปที่ 2.๘ ลุ่มน้ำและโครงสร้างแบบจำลองลุ่มน้ำ

A : ลุ่มน้ำและพื้นที่ย่อย B : แบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่าย C : โครงสร้างที่ใช้จำลองลุ่มน้ำ

ไม่เชิงเส้นเป็นแบบจำลองที่ใช้ได้ทั่วไป เพราะว่าผลตอบสนองของพื้นที่รับน้ำต่อชลภาพน้ำท่าคือเวลาเก็บกักจะมีค่าไม่คงที่ ดังเช่น Laurenson(1964) ได้สรุปไว้ ข้อดีของแบบจำลองอุทกวิทยาที่พัฒนาโดย Boyd et al.(1979) คือเป็นแบบจำลองที่ใช้ได้ง่าย มีพารามิเตอร์ที่ต้องเทียบปรับตัวเดียวคือสัมประสิทธิ์ของเวลาเก็บกักบนผิวดินและสามารถคำนวณหาน้ำท่าแบบต่อเนื่องของลุ่มน้ำหรือของพื้นที่ย่อย แต่มีข้อเสียคือไม่รวมขบวนการอุทกวิทยาที่สมบูรณ์ ขบวนการซึมโดยใช้ดัชนีการซึมมีค่าคงที่ ซึ่งในลุ่มน้ำความสามารถในการซึมแปรเปลี่ยน(Fleming, G., 1975) และไม่สามารถที่จะอธิบายถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

จากหลักการของแบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่ายที่พัฒนาโดย Boyd et al. ซึ่งมีข้อเสียคือ ขบวนการอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในแบบจำลองยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ โดยที่ขบวนการซึมใช้ค่าดัชนีการซึมมีค่าคงที่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในลุ่มน้ำความสามารถในการซึมแปรเปลี่ยนและแบบจำลองไม่สามารถอธิบายถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินดังนั้นเฉลิมชัย(2531) จึงได้พัฒนาแบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่ายขึ้น โดยเพิ่มขบวนการอุทกวิทยาเข้าไปในแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองมีขบวนการอุทกวิทยาที่สมบูรณ์ นั่นคือ เพิ่มขบวนการใต้ผิวดินและขบวนการดัก โดยที่ขบวนการใต้ผิวดินที่แบบจำลองลุ่มน้ำแบบโครงข่ายไม่มี แต่เฉลิมชัย(2531) เพิ่มเข้าไปในแบบจำลองที่พัฒนา คือ การเก็บกักปริมาณความชื้น การไหลเสริม การไหลลงสู่ส่วนเก็บกักน้ำใต้ดิน การเก็บกักของน้ำใต้ดิน การไหลซึมลงลึก และการไหลใต้ดิน ซึ่งทำให้แบบจำลองของเฉลิมชัย(2531) มีขบวนการอุทกวิทยาที่สมบูรณ์