บทที่ 3

การพิจารณาโปรแกรมด้านการจัดส่งน้ำ

3.1 บทนำ

โดยที่มีการนำรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยงานด้านการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานขนาดใหญ่หลายโครงการ แต่ละโปรแกรมได้มีการพัฒนามาจากเป้าหมายและพื้นฐานของความต้องการข้อมูลที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความหลากหลายต่อการใช้งาน จึงต้องมีการเปรียบเทียบโปรแกรมเหล่านี้ เพื่อใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการนำโปรแกรมด้านการจัดสรรน้ำไปประยุกต์ใช้กับโครงการชลประทานอื่น ๆ อย่างเหมาะสม เป็นระบบ และมีขอบเขตแนวทางการดำเนินงานที่แน่นอน

3.2 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พิจารณา

การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Software) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรน้ำ ได้มีการศึกษาเชิงเปรียบเทียบจากประสบการณ์ โดยกรมชลประทาน เมื่อปี พ.ศ. 2537 ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถขยายผลเพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อกำหนด หลักเกณฑ์ การประมวลผลและการแสดงผลในเชิงวิชาการ โดยพิจารณาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันและอยู่ในระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานของกรมชลประทานรวม 5 โปรแกรม ดังนี้

1) **WASAM** ย่อมาจาก Water Allocation Scheduling and Monitoring เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยบริษัทที่ปรึกษา Euroconsult จากประเทศเนเธอร์แลนด์ เพื่อการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี บนเนื้อที่ 80,000 ไร่ เมื่อปี พ.ศ. 2527 และได้มีการพัฒนาขึ้นตามลำดับ โดยเริ่มการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา GWbasic, Pascal และ Visual basic ทั้งในระบบ Dos และ Windows ค่าอัตราการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง ETp สามารถป้อนเข้าโปรแกรมได้โดยตรงโดยใช้ผลการคำนวณจาก

ภายนอก โปรแกรม ซึ่งปัจจุบันมีวิทยาลัยการชลประทาน กรมชลประทานเป็นหน่วยงานที่พัฒนาและปรับปรุง เพื่อให้มีศักยภาพสูงต่อการใช้งานต่อโครงการชลประทานต่อไป

2) **INCA** ย่อมาจาก Irrigation Network Control and Analysis เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดย HR Wallingford โดยใช้หลักการส่วนใหญ่มาจาก WASAM แต่มีการพัฒนาบน Windows ทำให้การป้อนและแสดงผลข้อมูลเด่นชัด และง่ายต่อการวิเคราะห์ ในปัจจุบันมีการใช้งานที่โครงส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว จังหวัดสุพรรณบุรี และที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ห้วยเสนง จังหวัดสุรินทร์ ข้อจำกัดของโปรแกรมนี้ คือการติดตั้งโปรแกรมจำเป็นต้องใช้ Hard Lock ซึ่งเป็นลิขสิทธ์ ของบริษัทผู้พัฒนาโปรแกรม ค่า ETp สามารถป้อนเข้าโดยตรง โดยการคำนวนมาจากภายนอกโปรแกรมซึ่งอาจจะคำนวนโดย ใช้วิธี Penman, Penman - Monteith, และ E - pan เป็นต้น

3) **WATERCAL** ย่อมาจาก Water Requirement Calculation เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา Basic ร่วมกับการใช้ Spread Sheet เช่น Lotus 123, Microsoft Excel เป็นต้น เพื่อช่วยในการคำนวนข้อมูลพื้นฐาน พัฒนาขึ้นจากบริษัท LOUIS BERGER เมื่อปี พ.ศ. 2529 ที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน จังหวัดสกลนคร เป็นโปรแกรมที่ค่อนข้างง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการจัดสรรน้ำของโครงการฯโดยเฉพาะ ดังนั้นหากมีการนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการฯ อื่น ๆ จำเป็นต้องมีการปรับแก้โปรแกรม (Source Code) เพื่อให้สอดคล้องกับระบบส่งน้ำนั้น ๆ สำหรับค่า ETp นั้น จะต้องคำนวณจากภายนอกโปรแกรมด้วยสูตรใด ๆ แล้วนำผลการคำนวณ ป้อนเข้าโปรแกรม

4) **SIMIS** ย่อมาจาก Scheme Irrigation Management Information System เป็นโปรแกรมที่เสนอโดย Land and Water Development Division, Agricultural Department ของ FAO และได้เริ่มแนะนำให้เข้าทดสอบกับโครงการชลประทานขนาดกลาง คือโครงการห้วยค้อ จังหวัดมหาสารคาม เมื่อปี พ.ศ.2537 โปรแกรมนี้ได้พัฒนาขึ้นมาจาก dBASE IV มีลักษณะเด่นพิเศษ ทางด้านจัดการฐานข้อมูล สามารถจัดเก็บข้อมูลทุกชนิดในโครงการชลประทานได้ ทั้งงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรน้ำและงานบำรุงรักษา ซึ่งมีแนวโน้มที่จะได้รับการปรับปรุงเพื่อสอดคล้องกับระบบการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานของประเทศไทยในโอกาสต่อไป ภายใต้การสนับสนุนของ FAO และความร่วมมือจากกรมชลประทาน ค่าของ ETp สามารถ

ป้อนเข้าโปรแกรมโดยตรงด้วยสูตรต่าง ๆ หรืออาจคำนวณโดยโปรแกรมเองด้วยวิธี Penman - Montieth

5) **CADSM** เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดย Prajamwong, S. Utah State University เมื่อปี พ.ศ.2537 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจาก Unit Command Area Model (UCA) และ Water Courses Command Area Model (WCA) ที่พัฒนาขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2533 ตามลำดับ มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีขั้นสูงเกือบทุกขั้นตอน จึงต้องการเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการใช้งาน ค่าของ ETp สามารถคำนวณได้จาก 4 สมการ ได้แก่ Penman - Monteith, Jensen - Haise, FAO-24 Pan Evaporation และ Hargreaves หรือ ป้อนค่า ETp ที่คำนวณด้วยสูตรต่าง ๆ นอกโปรแกรมเข้าโดยตรง

3.3 เกณฑ์การพิจารณาเปรียบเทียบ

จากความหลากหลายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดสรรน้ำที่ใช้อยู่ในกรมชลประทาน ดังได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาเปรียบเทียบออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1.) ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การประมวลผล เพื่อให้การพิจารณาโปรแกรมมีขอบเขตและแนวทางที่แน่นอน จึงได้รวบรวมประเด็นสำคัญในโปรแกรมด้านการจัดการน้ำที่สมควรนำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละโปรแกรม และได้ยึดประเด็นต่าง ๆ เหล่านี้เป็นข้อกำหนดและหลักเกณฑ์เพื่อการพิจารณาเปรียบเทียบโปรแกรมด้านการจัดการน้ำ

2.) การพิจารณารายละเอียดของแต่ละโปรแกรม หลังจากได้มีการกำหนดข้อกำหนดเพื่อการพิจารณาโปรแกรมด้านการจัดการน้ำแล้ว ก็ได้ให้รายละเอียดและข้อเสนอแนะโดยยึดแนวทางตามหัวข้อในข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ ทั้งนี้ได้พิจารณาการใช้โปรแกรมในสนามด้วย

3.) การเปรียบเทียบคุณสมบัติและความสามารถของโปรแกรม ได้มีการเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมในรายการต่าง ๆ ที่มีในข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การพิจารณา โดยเน้นที่การเปรียบเทียบคุณสมบัติและความสามารถของโปรแกรม โดยมิได้บ่งชี้ว่าคุณสมบัติดังกล่าวเป็น คุณสมบัติเด่นหรือด้อย

3.4 หลักการของรูปแบบจำลอง

ในการพิจารณาเปรียบเทียบ ได้ศึกษาหลักการพัฒนาและการใช้งานของแต่ละโปรแกรม ดังนี้

3.4.1 โปรแกรม WASAM

รายละเอียดโดยทั่วไป

1.) ข้อมูลที่ต้องการ (Required Data)

ข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลก่อนฤดูการเพาะปลูก และข้อมูลรายสัปดาห์ในระหว่างการเพาะปลูก

ข้อมูลก่อนฤดูกาลเพาะปลูก

ก. ข้อมูลระบบคลองชลประทาน (Canal System Data) เป็นการแบ่ง ระบบออกเป็นส่วน ๆ (Sector or Block)

ข. ข้อมูลอุทกวิทยา (Hydrological Data)

- การคายระเหยน้ำของพืช (Evapotranspiration, ETp)
- ฝนคาดการณ์ (Expected Rainfall)

ค. ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช การเตรียมแปลงและการซึมลงดิน ประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนา

ง. ข้อมูลพืช ประกอบด้วยชนิดของพืชที่ปลูก โดยแยกเป็นจำนวนพื้นที่และสัปดาห์ที่เริ่มปลูกของพืชแต่ละชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลรายสัปดาห์

เป็นข้อมูลที่ต้องป้อนทุกสัปดาห์เพื่อเป็นการตรวจสอบและข้อมูลใช้เป็นค่าปรับแก้ข้อมูล ดังนี้

ก. ข้อมูลปริมาณฝนตกจริง (Actual Rainfall)

ข. ข้อมูลสภาพน้ำในแปลงเพาะปลูก (Field Wetness)

2.) สมมติฐาน (Assumption)

เป็นโปรแกรมที่คำนวณวางแผนการส่งน้ำรายสัปดาห์ใช้ได้กับโครงการส่งน้ำขนาดเล็กจนถึงโครงการส่งน้ำขนาดใหญ่ หรือในระดับแปลงนา และสามารถใช้ได้กับลุ่มน้ำที่มีระบบชลประทานต่อเนื่องหลายโครงการฯ โดยโปรแกรมจะรายงานเป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าในแต่ละ Block และปริมาณน้ำที่ใช้ใน Block สามารถวางแผนการส่งน้ำได้ตั้งแต่คลองสายใหญ่จนถึงระดับคูน้ำ

3.) การคำนวณ (Calculation)

โปรแกรมจะคำนวณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดภายใน Block แล้วหักออกด้วยปริมาณฝนคาดการณ์ และค่าปรับแก้ (Correction) ก็จะได้ปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องส่งให้ Block นั้น

การคำนวณปริมาณน้ำชลประทานโดยการวางแผนล่วงหน้าเป็นรายสัปดาห์ จะมีการปรับแก้ปริมาณน้ำที่จะจัดส่งโดยใช้ข้อมูลปรับแก้ 2 ตัว คือ

ก. ความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนคาดการณ์กับปริมาณฝนตกจริงของสัปดาห์ปัจจุบัน เพื่อปรับแก้ปริมาณน้ำชลประทานที่วางแผนสำหรับสัปดาห์ต่อไป (Next Week)

ข. การรายงานสภาพน้ำในแปลงเพาะปลูกเป็นการวัดปริมาณน้ำในแปลงนา

หลังจากที่คำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องใช้ในแต่ละ Block แล้ว โปรแกรมจะทำการประมวลผลความสมดุลของน้ำ (Water Balance) เพื่อหาปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องจัดส่งเข้าระบบฯ ตั้งแต่ระบบสายใหญ่จนถึงระบบคูน้ำ ในขั้นตอนนี้จะมีการบวกเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองชลประทาน (Conveyance Losses) รวมถึงสภาพของระบบ

การใช้น้ำเพื่อกิจกรรมอื่น เช่นการส่งน้ำเพื่อการประปา การระบายน้ำไปช่วยพื้นที่อื่นนอกโครงการฯ สามารถกระทำได้โดยกำหนดให้เป็น Block หนึ่ง แล้วกำหนดปริมาณที่ต้องการใช้แน่นอนลงไป (กำหนดปริมาณน้ำ ลบ.ม/วินาที เป็นค่าติดลบในรายงานสภาพน้ำในแปลงนา) โปรแกรมจะใช้ค่านี้แทนการคำนวณ

4.) การเสนอผล (Simulation Result)

โปรแกรมจะให้ผลเป็นปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องจัดส่ง ทุก Block ในระบบฯ โดยพิมพ์เป็นรายงาน

3.4.2 <u>โปรแกรม INCA</u>

รายละเอียดโดยทั่วไป

1.) ความต้องการข้อมูล

- Network Layout เช่น อ่างเก็บน้ำ คลองน้ำส่ง อาคารบังคับน้ำ สถานีวัดน้ำฝนสถานีสูบน้ำ ฯลฯ
- ข้อมูลเฉพาะของอาคารแต่ละแห่ง ที่แสดงคุณลักษณะของอาคาร
- ข้อมูลฝนคาดการณ์, ETp คาดการณ์, Inflow คาดการณ์ ฯลฯ
- Cropping pattern (Nominal & Actual)
- ฝนจริง, สภาพน้ำในแปลงนา, ค่าประสิทธิภาพชลประทาน
- คุณลักษณะของดิน (Soil Characteristic) ของพื้นที่เพาะปลูกแต่ละ Block

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.) การป้อนข้อมูล

- ป้อนข้อมูลผ่านเมนูของ Window

3.) สมมติฐาน

- กำหนดค่า Probability of non-exceedance of rainfall, Inflow เพื่อการจัดสรรน้ำ
- กำหนดค่าประสิทธิภาพการชลประทาน

4.) การคำนวณหาค่า อัตราการคายระเหยน้ำของพืช (Evapotranspiration : ETp)

- เป็นข้อมูลนำเข้า ใช้ค่าเฉลี่ยระยะยาวของ ETp การคำนวณอาจใช้ วิธี Penman, Penman, Penman-Monteith, E-pan etc.

5.) ฝนคาดการณ์

- ใช้ Probability of non-exceedance 20,30,40.....80 %

6.) ฝนใช้การได้

- ค่าฝนใช้การไม่เกิน ค่าการใช้น้ำของพืช
- ส่วนที่เกินให้กำหนดอัตราการใช้เป็นเปอร์เซนต์ เช่น 70 % ของฝนตกจริง เป็นต้น

7.) ระดับการใช้งาน

- คำนวณวางแผนจัดสรรน้ำประจำสัปดาห์ ของพื้นที่ Block ส่งน้ำ
- พยากรณ์สภาพน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.) ความสามารถของโปรแกรม

- วางแผนการส่งน้ำก่อน และในระหว่างฤดูกาลเพาะปลูก
- ทำการศึกษาความสมดุลของน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir water balance)

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากโปรแกรม INCA มีข้อจำกัดด้านลิขสิทธิ์ (Copyright) ซึ่งต้องมี Hard Lock จึงไม่อาจนำมาศึกษาเปรียบเทียบการศึกษานี้ได้

3.4.3 โปรแกรม WATERCAL

รายละเอียดโดยทั่วไป

1.) ข้อมูลที่ต้องการ

1.1) ข้อมูลระบบคลองชลประทาน
1.2) ข้อมูลพืช
1.3) ข้อมูลอากาศ
1.4) ข้อมูลอุทกวิทยา

2.) สมมติฐาน

2.1) ทดลองหาค่าอัตราการรั่วซึมบนแปลงเพาะ (Percolation) ในสนาม
2.2) การใช้งานของโปรแกรมขณะนี้ใช้ระดับคลองส่งน้ำสายใหญ่ (Main System) ซึ่งได้แบ่งการจัดการดังนี้ *คลองส่งน้ำสายใหญ่* จัดการโดย *งานจัดสรรน้ำ* *คลองซอยและคลองแยกซอย* จัดการโดย *งานส่งน้ำและบำรุงรักษา* *แฉกส่งน้ำ* จัดการโดย *กลุ่มผู้ใช้น้ำ*
2.3) การจัดการน้ำเป็นรายสัปดาห์ ซึ่งคาดการณ์ฝนที่จะตกนั้น สมมติ ฝนที่จะตกในสัปดาห์ใช้เท่ากับ 70 % ของฝนตกจริงในสัปดาห์ปัจจุบันแล้วนำไปหาฝนใช้การ

3.) การคำนวณ

3.1) โปรแกรมใช้คำนวณความต้องการน้ำเพียงอย่างเดียว

3.2) การคาดการณ์ฝนที่จะตกใช้ตามข้อสมมติฐานข้อ 2.3

3.3) การใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยคำนวณมาจากสูตร Modified Penman ซึ่งจำเป็นต้องคำนวณมาจากโปรแกรมภายนอก

3.4) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะกำหนดอยู่ภายในตัวโปรแกร ผู้ใช้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้าไม่มีความรู้ในการเขียนหรือแก้ไข Source Codes.

3.4.4 <u>โปรแกรม SIMIS</u>

รายละเอียดโดยทั่วไป

1.) โครงสร้างของ SIMIS

SIMIS ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างการทำงานแบ่งออกเป็นโมดูล (Module) หลาย ๆ โมดูลที่ทำงานเฉพาะอย่าง แล้วจึงใช้ความสามารถของ dBASE IV มาเชื่อมโมดูลต่าง ๆ ด้วยชุดคำสั่ง เพื่องานบริหารข้อมูล เช่น การคำนวณความต้องการน้ำของพืชในแต่ละพื้นที่ ต้องอาศัยข้อมูลด้านคุณลักษณะของพืช ที่เก็บไว้ในโมดูลพืช

2.) การทำงานของ SIMIS

SIMIS จะทำงานในลักษณะการสั่งงานด้วยเมนู (Menu Driven)

3.) การป้อนข้อมูล

SIMIS มีระบบการป้อนข้อมูลเป็นแบบ windows การเคลื่อนย้ายไปตำแหน่งข้อมูลใด ๆ ภายใน ENTER เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.) ความต้องการข้อมูล

- ภูมิอากาศ : อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ความเร็วลม และ ปริมาณน้ำฝน
- พืช : ชื่อพืช

    - วงจรการเจริญเติบโตของพืช
    - ระยะเวลาในช่วงการเจริญเติบโตของพืช และค่า Crop Coeff. (Kc)
    - ของแต่ละช่วง
    - ระยะเวลาในช่วงวิกฤตของพืชและการเปลี่ยนแปลงของค่า Yield Factor
    - (Ky) ตลอดช่วงวิกฤต
    - การเปลี่ยนแปลงความลึกของรากพืชตลอดช่วงการเพาะปลูก
    - การเปลี่ยนแปลงค่า p-factor (Percolation) ตลอดช่วงการเพาะปลูก

- ดิน : ชื่อดิน

    - ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ทั้งหมดในดิน (Total Available Moisture : TAM)
    - อัตราการดูดซึมน้ำของดิน (Basic Infiltration Rate)
    - ความลึกของชั้นดินที่รากพืชไม่สามารถชำแรกผ่านลงไปได้

- โครงสร้างพื้นฐาน : ระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำ ถนน อาคารชลประทาน ชื่อโครงการ ขนาด ตำแหน่ง ชนิด สมรรถนะ และ คุณลักษณะต่าง ๆ ทางเทคนิค
- การถือครองที่ดิน : ชื่อเกษตรกรที่เป็นเจ้าของที่ดิน และขนาด พื้นที่ถือครอง
- รูปลักษณ์ของแปลงเพาะปลูก : ขนาดพื้นที่เพาะปลูก ทิศทางการไหลของการส่งน้ำ
- กิจกรรมด้านการเกษตร : ได้แก่ ชนิดพืชที่ปลูก พื้นที่ที่ปลูก วันที่เริ่มต้นปลูก วันที่เริ่มเก็บเกี่ยว ราคาผลผลิต ต้นทุนการผลิต

- เครื่องมือเครื่องจักร : ชนิด รุ่น อายุการใช้งาน ชนิดของกิจกรรม ประสิทธิภาพ คุณลักษณะ และค่าบำรุงรักษา
- อัตรากำลัง : ชื่อ อายุ ที่อยู่ ตำแหน่ง หน้าที่ อัตราเงินเดือน
- ระบบบัญชี : ประเภทของบัญชี การลงทุน รายรับ/รายจ่ายในการทำงาน
- ค่าน้ำ : ปริมาณพื้นที่ที่เกษตรกรทำการเพาะปลูก ปริมาณน้ำที่ใช้ และช่วงเวลาที่เรียกเก็บ

5.) สมมติฐาน

5.1 พิจารณาเฉพาะการใช้น้ำบนดินเท่านั้น

5.2 ไม่พิจารณาน้ำใต้ดิน

5.3 ไม่พิจารณาการลดลงของผลผลิตเนื่องจากน้ำไม่พอเหมาะ

5.4 สามารถใช้ในแปลงนาได้ดี

5.5 สามารถใช้ในคลองส่งน้ำได้ โดยการกำหนด plot ให้พื้นที่มากขึ้น

- การคายการระเหยน้ำของพืช (Evapotranspirtion, ETp) ใช้สูตร Penman Montieth
- Effective Rainfall : ค่าฝนใช้การ ให้ใช้เท่ากับ 80 % ของฝนจริง (Rainfall)
- การคำนวณ Crop Water Requirement : CWR จะใช้วิธี Decadal Basic ตลอดช่วงการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด ซึ่ง จะแบ่งช่วงเพาะปลูก 36 ช่วง เพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการวางแผนและการส่งน้ำ
- การคำนวณค่า ETp และ CWR จะเป็นไปตาม FAO publication I&D paper NO. 24
- Crop Coefficient ของพืชสามารถเลือกจาก Library File ชื่อ CROPREF ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลของพืชกว่า 60 ชนิด บรรจุอยู่ และเป็นไปตาม FAO publication I&D paper No.24 และ 33
- รูปตัดของดิน (Soil Profile) กำหนดให้เป็นแบบ homogeneous และให้มีความลึกที่รากพืชสามารถชำแรกได้ลึกมากที่สุดเท่ากับ 3 เมตร
- การแบ่งขนาดพื้นที่ส่งน้ำ แปลง (Plot) จะเป็นพื้นที่ส่งน้ำที่เล็กที่สุดที่รับน้ำจากคู หรือคลองซอย Section มีพื้นที่มากขึ้น จะเป็นกลุ่มแปลง (Plot) ที่ใช้

การจัดการน้ำและเกณฑ์การส่งน้ำเดียวกันและ ตอน (Sector) จะเป็นกลุ่ม Sections ที่รับน้ำจากคลองซอยเดียวกัน และมีพื้นที่ส่งน้ำมากที่สุด

6.) การคำนวณ

6.1 สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลได้ด้วย

6.2 การคาดการณ์ฝนและฝนใช้การโดยการใช้สถิติฝนของปีก่อน ซึ่งโปรแกรมจะบอกข้อมูลเดิม และผู้ให้ผู้ใช้เติมตัวเลข

6.3 ค่า Potentail Evapotranspiration จะคำนวณโดย program ใช้สูตรของ Penman-Monteith

6.4 Crop coefficient (Kc) ถูกกำหนดไว้ในโปรแกรม

6.5 ไม่คำนวณน้ำใต้ดิน

6.6 ไม่คำนวณปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

6.7 พิจารณาระยะเวลาการเดินทางของน้ำด้วย

7.) การเสนอผล

7.1 เสนอผลในรูปตารางตัวเลข

7.2 เสนอผลก่อนการส่งน้ำแต่ละรอบเวร

7.3 ผลแสดงระยะเวลาที่จะต้องส่งน้ำแต่ละ plot โดย

- กำหนด discharge ที่จะส่งให้ plot
- กำหนดรอบเวรการส่งน้ำของ plot

7.4 ไม่แสดงผลเกี่ยวกับขนาดการเปิดบานระบาย

7.5 ไม่มีการคำนวณความเปลี่ยนแปลงของผลผลิตเมื่อสภาพน้ำไม่พอเหมาะ

7.6 เพิ่มเติมข้อมูลการดำเนินการเพาะปลูกได้

3.4.5 <u>โปรแกรม CADSM</u>

รายละเอียดโดยทั่วไป

1.) ความต้องการข้อมูล

- ดิน : เลือกจาก Library file และสามารถแก้ไขได้
- พืช : เลือกจาก Library file และสามารถแก้ไขได้
- ฝน และ ETp : สร้างจากข้อมูล Statistical long - term data หรือจากข้อมูลจริง
- น้ำต้นทุนและน้ำใต้ดิน
- Field Characteristics เช่น ขนาดแปลง ความชื้น ความเป็นเกลือ ดิน พืช ประสิทธิภาพ
- Canal Layout
- Cropping Pattern
- Operation Criteria

2.) การป้อนข้อมูล

ใช้ระบบ Pull-down menu และการป้อนข้อมูลเป็นแบบ window ซึ่งมีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อมูลก่อนนำไปประมาลผล ข้อมูลบางชนิดเช่น พืช และดิน สามารถเลือกจาก default data

3.) สมมุติฐาน

- ดิน : สมมุติเป็นแบบ Homogeneous ตลอดความลึกของดิน
- ไม่คำนึงถึง Lag time ใน Command Area และในระบบ
- Crop coeff. และการประเมินผลผลิตเป็นไปตาม FAO-24 และ FAO-33

4.) การคำนวณหา ETp.

ETp สามารถ generate จาก Statistical long-term data หรือ ใช้ข้อมูลจริง คำนวณ ETp จาก 4 สูตร ได้แก่ Penman-Monteith, Hagreaves, Jensen-Haise และ FAO-24 Pan Evaporation

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.) ฝนคาดการณ์

สร้างมาจาก Statistical long-term data โดยใช้ค่า monthly mean and Standard deviation ของฝน

6.) ฝนใช้การ

Simulate จาก Model เอง โดยใช้ Soil properties เป็นตัวกำหนด

7.) ระดับการใช้งาน

เหมาะกับการใช้งานในระดับโครงการ กล่าวคือจะเน้นการหา Demand Hydrograph ที่ Turnout เป็นสำคัญ โดยพิจารณาจากวิธี การจัดสรรน้ำในระดับแปลงนา

3.5. ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การประมวลผล

ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การประมวลผลโปรแกรมด้านการจัดการน้ำ แบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ เทคนิคการทำงานของโปรแกรม (Technical Aspect) และความสะดวกในการใช้งาน (Facility Aspect) ซึ่งทั้งหมดอาจแจกแจงได้ดังนี้

1) <u>ข้อมูลที่ต้องการ (Required Input Data)</u>

ความต้องการข้อมูลในการคำนวณ อาจแตกต่างกันในรายละเอียดของแต่ละโปรแกรม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ เช่นบางโปรแกรมอาจไม่ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับดิน เนื่องจากไม่มีการคำนวณความชื้นหรือน้ำที่เป็นประโยชน์ในดิน หรือบางโปรแกรมต้องการลักษณะของอ่างเก็บน้ำเพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่างฯ และคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างฯ เป็นต้น ข้อมูลที่ต้องการส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย

1.1) ข้อมูลระบบชลประทาน (Irrigation system data)

1.2) ข้อมูลพืช (Crop data)

1.3) ข้อมูลอากาศ (Weather data)

1.4) ข้อมูลอุทกวิทยา (Hydrological data)

1.5) ข้อมูลดิน (Soil data)

1.6) ข้อมูลน้ำใต้ดิน (Ground water data)

1.7) ข้อมูลลักษณะของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir characteristic)

2) สมมติฐาน (Assumption)

เนื่องจากความซับซ้อนในระบบชลประทาน โปรแกรมการจัดการจำเป็นต้องมีสมมติฐานในการคำนวณ สมมติฐานบางอย่างอาจเหมาะสมเฉพาะกับบางพื้นที่เท่านั้น ดังนั้นการรู้และเข้าใจในสมมติฐานของโปรแกรมที่จะใช้งานจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง สมมติฐานบางอย่างที่จะพบได้ในโปรแกรม ด้านการจัดการน้ำ คือ

2.1) ปริมาณฝนตกล่วงหน้า ในการใช้โปรแกรมหรือรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายความต้องการของพืช จำเป็นต้องทำนายหรือวิเคราะห์หาปริมาณฝนตกล่วงหน้า ซึ่งรูปแบบการวิเคราะห์อาจใช้วิธีการของการกำหนดค่า โอกาสที่ฝนจะตกโดยพิจารณาจากสถิติเดิมในช่วงเวลาเดียวกันและบางโปรแกรมกำหนดจากสถิติฝนตกจากสัปดาห์ที่ผ่านมา เป็นต้น

2.2) ลักษณะของดิน เนื่องจากลักษณะชั้นดินในเขตรากพืชและลึกลงไปมีคุณสมบัติมีค่าแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการซึมของน้ำฝนย่อมแตกต่างกัน ซึ่งโปรแกรมส่วนใหญ่จะสมมุติให้คุณสมบัติเหล่านี้คงที่ตลอดหน้าตัดดินที่พิจารณา

2.3) เวลาในการเดินทางของน้ำ เวลาในการเดินทางของน้ำย่อมมีความสำคัญ ขึ้นอยู่กับขนาดของระบบที่พิจารณาในกรณีที่พิจารณาโครงการขนาดเล็กหรือในระดับแปลงนา เวลาในการเดินทางของน้ำอาจส่งผลกระทบไม่มากนัก แต่ถ้าเป็นโครงการที่มีระบบชลประทานค่อนข้างขนาดใหญ่แล้ว เวลาในการเดินทางของน้ำในระบบคลองนับว่ามีอิทธิพลต่อการจัดสรรน้ำที่จะละเลยไม่ได้

2.4) ระดับการใช้งานของโปรแกรม โปรแกรมหรือรูปแบบจำลองแต่ละชนิด ย่อมเหมาะสมต่อลักษณะและขนาดของโครงการที่พิจารณาต่างๆ กัน ซึ่งบางกรณีสามารถพิจารณาปรับแก้ใช้ในระดับแปลงนา ระดับโครงการ และระดับลุ่มน้ำก็ได้

3) การคำนวณ (Calculation)

3.1) โปรแกรมมีความสามารถพิเศษทางด้านอื่นนอกจากการคำนวณความต้องการน้ำหรือไม่เช่น โปรแกรม SIMIS สามารถใช้เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลได้ด้วย โปรแกรม INCA ใช้คำนวณปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ได้ด้วย

3.2) ฝน และฝนใช้การ (Rain and effective rainfall) วิธีการคาดการณ์ฝนที่จะตก การประมาณปริมาณฝนใช้การ จะมีผลต่อการคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน แต่ละโปรแกรมมีวิธีการที่แตกต่างกัน

3.3) การคายระเหยน้ำของพืช (Evapotranspiration) โปรแกรมอาจมีหลายสูตรให้เลือกใช้ในการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ซึ่งความต้องการข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวณจะแตกต่างกัน ข้อมูลบางอย่างอาจหาได้ยากในบางพื้นที่ บางโปรแกรมอาจจะไม่คำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง แต่จะให้ผู้ใช้ป้อนค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงให้โดยตรง เช่น โปรแกรม INCA

3.4) การใช้น้ำของพืช (Crop water requirement) โปรแกรมอาจจะใช้สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชคูณกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดจะเป็นข้อมูลที่สำคัญ และควรจะเป็นค่าที่ใช้ได้กับสูตรคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงด้วย

3.5) ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation and/or conveyance efficiency) โปรแกรมอาจใช้ประสิทธิภาพการชลประทานในการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานที่จุดต่าง ๆ ในระบบคลอง บางโปรแกรมเพียงแต่กำหนดประสิทธิภาพของโครงการทั้งหมดเท่านั้น

3.6) การใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค หรือการอุตสาหกรรม โปรแกรมอาจแยกการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และการอุตสาหกรรม ออกจากการใช้น้ำทางด้านเกษตรกรรม ซึ่งจะมีประโยชน์มากในกรณีที่มีการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และการอุตสาหกรรม ในปริมาณมาก แต่บางโปรแกรมอาจจะรวมการใช้น้ำส่วนนี้ไว้ในประสิทธิภาพการชลประทาน นั่นคือถ้ามีการใช้น้ำส่วนนี้มาก ประสิทธิภาพการชลประทานจะมีค่าต่ำลง (แต่มิได้หมายความว่ามีการจัดการไม่ดี)

3.7) การสูญเสียน้ำในระบบส่งน้ำ (Conveyance losses) โปรแกรมอาจจะรวมการสูญเสียของน้ำไว้ในรูปของประสิทธิภาพการชลประทาน นั่นคือถ้าการสูญเสียมาก ก็จะมีค่าประสิทธิภาพการชลประทานต่ำ แต่บางโปรแกรมต้องการค่าการสูญเสียต่อความยาวคลอง ผู้ใช้โปรแกรมต้องทราบถึงข้อมูลเหล่านี้

3.8) ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir storage) โปรแกรมอาจคำนวณปริมาณน้ำที่เหลือในอ่างฯ ได้ และยังสามารถคำนวณปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ ได้ จากการคำนวณความสมดุลของน้ำในอ่าง

3.9) ปริมาณน้ำใต้ดิน (Groundwater) บางโปรแกรม โดยเฉพาะโปรแกรมที่คำนวณความชื้นในดิน การใช้น้ำใต้ดินด้วย ซึ่งอาจจะมีประโยชน์สำหรับผู้ใช้โปรแกรมในงานบางประเภท เช่น งานวิจัย เป็นต้น แต่อาจจะเป็นความยุ่งยากเกินความจำเป็นสำหรับโครงการชลประทานขนาดเล็ก

3.10) ระยะเวลาเดินทางของน้ำ (Lag time) จากจุดหนึ่งไปอีกจุด บางโปรแกรมที่ใช้สำหรับระบบชลประทานขนาดใหญ่ อาจจะพิจารณาระยะเวลาการเดินทางของน้ำ แต่สำหรับระบบคลองที่ไม่ใหญ่มาก อาจจะไม่จำเป็นต้องพิจารณา

4) การเสนอผล (Simulation Result)

โปรแกรมอาจเสนอผล เฉพาะความต้องการน้ำเป็นบางแห่ง หรือทุกแห่งในระบบคลอง บางโปรแกรมอาจบอกขนาดการเปิดบานประตูบังคับน้ำด้วย และ/หรือ ผลการคำนวณเกี่ยวกับผลผลิต นอกจากนี้วิธีการเสนอผลการคำนวณอาจแตกต่างกัน เช่น เป็นรายงาน ตาราง หรือเป็น กราฟ ควรจะพิจารณาการเสนอผลเป็น 2 รูปแบบ คือ ผลการคำนวณที่จะเสนอมีอะไรบ้าง และมีวิธีการเสนอผลอย่างไร เช่น

4.1) รายงาน (Writing reports) บางโปรแกรมเสนอรายงานหลังฤดูการส่งน้ำด้วย

4.2) ตารางแสดงผล (Tabular result) บางโปรแกรมเสนอผลในรูปของตารางตัวเลข ซึ่งอาจจะใช้เป็นประโยชน์ในการประกอบรายงานบางอย่างได้

4.3) กราฟวงกลม (Pie graphs) กราฟเส้น (Curves) กราฟแท่ง (Bar graphs) การเสนอผลโดยกราฟ ทำให้มองเห็นภาพได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว

4.4) ความต้องการน้ำ บางโปรแกรมให้ผลการคำนวณเป็นค่าความต้องการน้ำโดยรวมค่าความสูญเสียต่าง ๆ แต่อาจจะเป็นผลดี เนื่องจากผู้ใช้โปรแกรมบางท่านเพียงแต่ต้องการค่าความต้องการน้ำ ไปเป็นแนวทางในการเปิดหรือปิดประตูบังคับน้ำ โดยมิได้มุ่งหวังที่จะให้ปริมาณน้ำผ่านอาคารถูกต้องตามที่คำนวณ

4.5) ระยะการเปิดบาน โปรแกรมที่คำนวณระยะการเปิดปิดบานให้ด้วย จะช่วยประหยัดเวลามากขึ้น ในกรณีที่จะต้องเปิดประตูบังคับน้ำให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการ

4.6) ผลผลิต โปรแกรมที่มีความละเอียดและซับซ้อน เช่นมีการคำนวณความชื้นในดิน และรู้ถึงสภาพการขาดน้ำของพืช และ/หรือรู้คุณภาพน้ำ โปรแกรมลักษณะนี้จะมีความสามารถประมาณผลผลิตของพืชได้

4.7) พื้นที่เพาะปลูกและพื้นที่เก็บเกี่ยว เนื่องจากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกและข้อมูลพืชเป็นข้อมูลที่จำเป็น เกือบทุกโปรแกรมต้องการข้อมูลนี้ เมื่อข้อมูลนี้ถูกป้อนเข้าไปในโปรแกรมแล้ว จะ

มีการจัดการโดยโปรแกรม และเสนอผลออกมาในรูปแบบที่เหมาะสม เช่น แยกประเภท ตามชนิดพืช หรือแยกเป็นขนาดพื้นที่เพาะปลูกในส่วนต่าง ๆ เป็นต้น

5) ระบบปฏิบัติงานบนคอมพิวเตอร์

5.1) ปฏิบัติงานบน DOS (Disk Operating System)

5.2) ระบบหน้าต่าง (Windows application)

5.3) โปรแกรมใช้กับระบบภาษาไทยได้หรือไม่ อย่างไร

5.4) คอมพิวเตอร์บุคคลความเร็วสูง (High speed computer) บางโปรแกรมที่มีการคำนวณซับซ้อน หรือเป็นโปรแกรมที่ทำงานบน Windows อาจมีความจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูงขึ้น เช่นใช้ 486 PC computer หรืออาจจะต้องการ Math coprocessor

5.5) คอมพิวเตอร์บุคคลที่ใช้ทั่วไป (Commonly-used computer) เป็นคอมพิวเตอร์บุคคล (Personal Computer) ที่มีใช้ทั่วไปในโครงการชลประทานต่างๆ

6) ความสะดวกในการป้อนข้อมูล

6.1) ป้อนข้อมูลด้วยระบบตาราง (Spreadsheet-style editing) เป็นวิธีการป้อนข้อมูลแบบใหม่ที่นิยมใช้ในโปรแกรมที่ทำงานบน DOS เช่น CADSM และ Windows บางโปรแกรม เช่น INCA ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกรวดเร็ว แก้ไขความผิดพลาดของข้อมูลได้ง่าย

6.2) ป้อนข้อมูลด้วยระบบหน้าต่าง (Menu dialog box) เป็นการป้อนข้อมูลด้วยวิธีการมาตรฐานของ Windows แต่ก็มีใช้ในบางโปรแกรมที่ทำงานบน DOS ด้วย เป็นวิธีการที่จำเป็นสำหรับโปรแกรมที่ต้องการข้อมูลมาก และมีระบบข้อมูลที่ซับซ้อน

6.3) ป้อนข้อมูลบรรทัดต่อบรรทัด (Line-by-line-editing) เป็นวิธีป้อนข้อมูลที่ใช้กันในโปรแกรมที่เขียนในคอมพิวเตอร์บุคคลรุ่นแรก ๆ โปรแกรมจะถามทีละคำถาม เมื่อผู้ใช้ตอบคำถามแล้ว โปรแกรมจึงจะถามคำถามใหม่ หรือแนะนำให้ทำงานต่อไป

6.4) ป้อนข้อมูลผ่านแฟ้มข้อมูล (Data-file editing) ผู้ใช้โปรแกรมต้องรู้รูปแบบ (format) การอ่านข้อมูลของโปรแกรม หรือดูตัวอย่างจากแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เพื่อจัดลำดับตัวเลขข้อมูล ให้ตรงกับวิธีการอ่านของโปรแกรม วิธีการป้อนข้อมูลแบบนี้เป็นวิธีที่ใช้ในโปรแกรมรุ่นเก่ามาก

นอกจากนี้ยังมีบางโปรแกรมสามารถเลือกข้อมูลหลัก เช่น ดิน พืช จากไฟล์ในโปรแกรมเอง และมีการตรวจสอบข้อมูลในขั้นตอนของการป้อนข้อมูล และกำหนดการคำนวณเป็นต้น

7) <u>ความยากง่ายในการใช้โปรแกรม</u>

7.1) มีโปรแกรมย่อยหลายโปรแกรม (Multiple sub-programs) บางโปรแกรม จะถูกแยกเป็นหลายโปรแกรมย่อย ซึ่งผู้ใช้จะต้องเลือกใช้โปรแกรมย่อยนั้นด้วยตนเอง

7.2) เลือกโปรแกรมย่อยผ่านรายการโปรแกรม (Program menu) บางโปรแกรม อาจมีโปรแกรมหลัก ที่จะช่วยจัดการบางอย่าง เช่น กำหนดค่าตัวแปรให้เหมาะสมกับคอมพิวเตอร์ที่กำลังใช้งานและช่วยชี้แนะการเลือกโปรแกรมย่อยที่เหมาะสม วิธีการนี้จะช่วยให้ผู้ที่ไม่ค่อยมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้ใช้โปรแกรมได้สะดวกขึ้น

7.3) เป็นโปรแกรมที่ยังคงใช้งานอยู่ ผู้ใช้รายใหม่จะสามารถหาความรู้เพิ่มเติมได้จากผู้ที่กำลังใช้โปรแกรม ดังนั้น การที่โปรแกรมนั้น ๆ ยังมีการใช้งานอยู่ จึงถือเป็นข้อดีประการหนึ่ง

7.4) มีการพัฒนาโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง ถ้าโปรแกรมนั้นสามารถใช้งานได้แล้วและยังมีการพัฒนาต่อไป นั่นหมายถึงว่ามีโอกาสที่จะพัฒนาได้เพิ่มเติมตามที่ต้องการลงไป ยิ่งถ้าการพัฒนานั้นมีผู้สนับสนุนในด้านต่าง ๆ ด้วยก็จะเป็นข้อดีที่สำคัญ สำหรับโปรแกรมนั้นด้วย

7.5) คู่มือ นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการใช้งาน ในกรณีที่โปรแกรมมีการพัฒนาจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่จะมีคู่มือฉบับภาษาอังกฤษ โดยที่บางโปรแกรมจะมีการแปลเป็นคู่มือภาษาไทยแล้ว

8) ข้อเสนอแนะอื่นๆ

ข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่ไม่อาจจะจัดรวมอยู่ในหัวข้อที่กล่าวแล้ว เช่น ความยากง่ายในการจัดหาโปรแกรมมาใช้งาน (Availability) ต้องซื้อลิขสิทธิ์หรือไม่ หรือมี Source code ให้ดู และปรับแก้หรือไม่ Source code เขียนเรียบร้อยพอที่จะศึกษาการทำงานได้หรือไม่ มีการเขียนคำอธิบายไว้ใน Source code ด้วยหรือไม่ ยกตัวอย่าง CADSM จะมีคำอธิบายมากมายใน Source code ซึ่งจะง่ายในการทำความเข้าใจการทำงานของโปรแกรม

3.6 การเปรียบเทียบโปรแกรมด้านการจัดการน้ำ

ผลการพิจารณาโดยสรุป ได้เสนอเป็นตารางเปรียบเทียบรายการต่าง ๆ ของแต่ละโปรแกรม (Side by side comparision) คือ ตาราง 3 - 1 เป็นการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ และในการศึกษาเปรียบเทียบการประยุกต์แบบจำลองคอมพิวเตอร์เพื่อการส่งน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครนายกครั้งนี้ ได้นำเอาแบบจำลอง WASAM, WATERCAL และ CADSM มาทำการศึกษาเปรียบเทียบ สำหรับแบบจำลอง INCA และ SIMIS ไม่นำมาทำการศึกษาเปรียบเทียบเพราะ Software มีราคาแพง และขณะนี้อยู่ในขั้นทดลองใช้กับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว จังหวัดสุพรรณบุรี โครงการห้วยค้อ จังหวัดมหาสารคาม ตามลำดับ

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
1. ข้อมูลที่ต้องการ					
1.1 ระบบชลประทาน					
1.1.1 ลักษณะของอ่างเก็บน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ค่าการรั่วซึม Seepage Rate (mm./day) - ความยาวสัน ทางระบายน้ำล้น (m.) - ระดับสันเขื่อน Crest Lvl. (m.) - ระดับน้ำสูงสุด Max Water Lvl. (m.) - ระดับทางระบายน้ำล้น Spillway Ele. (m.) - ระดับน้ำต่ำสุด Dead stor Ele. (m.) - ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและโอกาสที่จะเกิดขึ้นคิดเป็นร้อยละ - คุณสมบัติของทางระบายน้ำล้น	ไม่นำมาพิจารณา	ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ เช่น - ความจุของอ่างเก็บน้ำ - ขนาดของอ่างเก็บน้ำ - ความลึกของอ่างเก็บน้ำ - ตำแหน่งที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำ - สภาพของอ่างเก็บน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา
1.1.2 น้ำต้นทุน	ปริมาณน้ำสายหลัก	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ระดับน้ำ Elevation (m.) - อัตราการไหลที่คาดการณ์	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	- กำหนดหรือต้องการทราบล่วงหน้าเป็นรายวันหรือรายเดือนหรือคงที่ตลอดฤดูกาลก็ได้
1.1.3 ระบบคลองชลประทาน	สามารถกำหนดช่วงคลองออกเป็นช่วงๆ สูงสุด 250 ช่วงและน้อยที่สุด 1 ช่วง ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - กม. ที่เริ่มต้นและ กม. สิ้นสุดของแต่ละคลอง - ชื่อรหัสของช่วงคลอง - ปริมาณน้ำมากสุดและน้อยสุดของแต่ละคลอง - ค่าการสูญเสียน้ำในคลอง	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ตำแหน่งของอาคารควบคุมน้ำ - ความจุต่ำสุดและสูงสุด - ขนาดของอาคาร - ค่าประสิทธิภาพการชลประทานของแฉกส่งน้ำหรือบล็อกส่งน้ำ - พื้นที่ชลประทาน - พื้นที่หน้าตัดของช่วงคลอง - ส่วนประกอบต่าง ๆ ตามช่วงคลอง	ในโปรแกรมไม่ต้องใช้ระบบชลประทาน เนื่องจากในโปแกรมได้กำหนดระบบคลองชลประทานไว้แล้วโดยเขียนไว้ในตัวโปแกรม	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ความยาวของคลองทั้งหมด - ความชันตามความยาวของคลอง - ชนิดของหน้าตัดคลอง - ความกว้างของท้องคลอง - ความชันด้านข้างของคลอง (แนวราบ : แนวดิ่ง) - ความลึกของน้ำ - Free Board	แบ่งระบบคลองส่งน้ำเป็น 5 ช่วง - แหล่งน้ำต้นทุน (Source) - คลองส่งน้ำสายหลัก (Primary Canal) - คลองซอย (Secondary Canal) - คลองแยกซอย (Tertiary Canal) - คลองแยกซอย (Quaternary Canal) แสดงระบบคลองออกเป็นแผนผัง (Schematic Layout)

I17259393

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
	- พื้นที่ชลประทานของแต่ละคลอง - รหัสโซน รหัสตอน รหัสโครงการ - สถานีวัดค่าการระเหยของน้ำและวัดน้ำฝนที่ครอบคลุมแต่ละช่วงคลอง - หมายเลขช่วงคลองที่รับน้ำ พื้นที่ชลประทานแต่ละช่วงคลอง	เช่น สถานีสูบน้ำ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและออก เป็นต้น		- พื้นที่หน้าตัด - Bank Top Width Left - Bank Top Width Right - Conveyance Efficiency - สภาพของคลอง	
1.1.4 รายละเอียดของอาคารบังคับน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา	- มีคุณสมบัติอาคารบังคับน้ำแบบต่างๆ - ค่าสัมประสิทธิของปริมาณน้ำของอาคารควบคุมน้ำ - ระดับน้ำจริงด้านเหนือน้ำ / ท้ายน้ำ - ระยะยกบานประตูน้ำ	ข้อมูลของอาคารบังคับน้ำไม่ใส่ในโปรแกรมแต่จะถูกเขียนไว้ในโปรแกรมเรียบร้อยแล้วไม่ต้องป้อนข้อมูลเข้าไปอีก ยังไม่มีข้อมูลในการศึกษา	Structure Layout & Dimensions - ความยาวทั้งหมดของตัวอาคาร (ม.) - ชนิดของอาคาร - ขนาดและตำแหน่งของอาคาร - สภาพของอาคาร	ข้อมูลของอาคารบังคับน้ำ - ชื่อคลอง - ชื่ออาคารบังคับน้ำ - ความสามารถสูงสุดในการระบายน้ำ
1.1.5 Operation Criteria	- ปริมาณน้ำที่สามารถส่งได้ในแต่ละช่วงคลอง - การกำหนดรหัสในการรับน้ำของแต่ละช่วงคลอง โดยคลองแต่ละช่วงรับน้ำจากช่วงใด ให้ใส่รหัสคลองที่ส่งน้ำให้เป็นค่าติดลบ	- ข้อมูลขนาดพื้นที่ของบล็อกส่งน้ำแต่ละแห่ง	ข้อมูลได้กำหนดไว้ในตัวโปรแกรมเรียบร้อยแล้วไม่ต้องใส่ข้อมูลอีก	ข้อมูลทั่วไป เช่น - ปริมาณน้ำต้นทุน - ขนาดพื้นที่ - ประสิทธิภาพและเวลาการไหลของน้ำ	- ข้อมูลทั่วไปในช่วงเวลาของการวางแผน - ข้อมูลในการจัดลำดับการส่งน้ำ - ข้อมูลการส่งน้ำสูงสุดต่ำสุด
1.1.6 Field Criteria	- ค่าการปรับแก้สภาพน้ำในแปลงนา - พื้นที่ชลประทานในแต่ละช่วงคลอง	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	- ค่าการส่งน้ำน้อยที่สุด - ค่าการส่งน้ำมากที่สุด - เปอร์เซ็นต์พื้นที่ชลประทาน - เปอร์เซ็นต์การให้น้ำตามความต้องการ - เปอร์เซ็นต์น้ำที่ไหลออก - อัตราส่วนน้อยที่สุดของการส่งน้ำกับความต้องการน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
					- รูปแบบการจัดสรรน้ำในแปลงนา - ค่าผลกระทบในการจัดอันดับการส่งน้ำก่อนหลัง
1.1.7 ที่ตั้งสถานีสูบน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา	คุณสมบัติต่าง ๆ ของสถานีสูบน้ำ - กำลังของเครื่องสูบน้ำ - อัตราการสูบน้ำ - พิกัดสถานีสูบน้ำบนแผนที่ คุณสมบัติของเครื่องสูบน้ำจาก Curve - ความสูง (Head) - อัตราการสูบน้ำ - ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา	ข้อมูลที่ต้องการ - หมายเลขของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้ง - กำลังรวมของเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้ง - ชนิดของสถานีที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ - สภาพเครื่องสูบน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา
1.1.8 ที่ตั้งสถานีตรวจวัดอากาศ	สามารถกำหนดสถานีตรวจวัดอากาศได้โดยการแบ่งพื้นที่ที่สถานีตรวจวัดอากาศฯ ครอบคลุม	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ระดับความสูง - พิกัดที่ตั้ง - ค่าต่าง ๆ ทางอุทกวิทยา เช่น อุณหภูมิ, น้ำฝน ฯลฯ	ไม่นำมาพิจารณา	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ชื่อของสถานีตรวจวัดอากาศ - เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลของสถานี - ช่วงหวะเวลา (Time Step) ของข้อมูลมี 3 ลักษณะ คือ รายวัน, คาบสิบวัน และรายเดือน - คาบ (Period)	ข้อมูลที่ต้องการ เป็นค่าระดับความสูงเหนือระดับน้ำ ทะเลปานกลางและพิกัดซึ่งสมมติให้เท่ากับตำแหน่งของหัวงาน
1.1.9 การรั่วซึมในระบบคลอง	กำหนดเป็นค่าการสูญเสียน้ำในคลอง - ค่าต่ำสุด 0.0000 - ค่าสูงสุด 0.9999	กำหนดรูปแบบได้ 2 แบบ - เปอร์เซ็นต์อัตราการไหลต่อเมตร - เปอร์เซ็นต์การส่งน้ำเต็มที่ต่อเมตร	กำหนดในรูปประสิทธิภาพการส่งน้ำของแต่ละช่วงคลอง	กำหนดในรูปประสิทธิภาพการส่งน้ำของแต่ละช่วงคลอง	กำหนดในรูปประสิทธิภาพการส่งน้ำของแต่ละช่วงคลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
1.2 พืช					
1.2.1 การกำหนดชนิดของพืช	- สามารถกำหนดชนิดของพืชเองได้ - สามารถกำหนดชื่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ - กำหนดชนิดของพืชได้ไม่เกิน 10 ชนิด - ชื่อของพืชมีความยาวไม่เกิน 20 ชนิด	- กำหนดชนิดของพืชเอง	- การปลูกพืชจะเป็นข้าวและพืชไร่เท่านั้น - ขึ้นอยู่กับค่า K_c ที่ใส่เข้าไป	- สามารถกำหนดชนิดของพืชเองได้ - ชื่อของพืชจะกำหนดเป็นรหัสเพื่อความสะดวกในการใส่ชื่อข้อมูล - สามารถเลือกชนิดของพืชจาก Library file	- สามารถเลือกชนิดของพืชจาก Library file มีให้เลือก 33 ชนิด - สามารถกำหนดเองได้ตามสภาพของโครงการ (ชื่อเป็นภาษาอังกฤษ)
1.2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวกับพืช	- ค่าสัมประสิทธิของพืชแต่ละสัปดาห์ - ค่าการสูญเสียน้ำในการเตรียมแปลงและการซึมลึกของน้ำ	- ค่าสัมประสิทธิ์ของการใช้น้ำของพืชแต่ละช่วง - ค่าความลึกของรากพืชมากที่สุด - ช่วงเวลาในการเตรียมแปลง - ช่วงอายุของพืช - ความลึกของรากพืชในการเตรียมแปลง - ค่า P-FACTOR - ค่า Yield Responses - Leaching Fraction	- ค่าสัมประสิทธิ์ของพืชแต่ละสัปดาห์ซึ่งกำหนดตายตัวไว้ในโปรแกรม	- ชื่อพืช - รหัสพืช จะถูกกำหนดโดยอัตโนมัติโดยจะมีรหัสตั้งแต่ 1 ถึง 99 แต่ 90 ถึง 99 ถูกกำหนดไว้สำหรับข้าว - ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของพืชแต่ละช่วง - ค่าสัมประสิทธิ์ของพืชแต่ละช่วง (K_c) - ค่าความลึกของรากพืชแต่ละช่วง - ค่า P-FACTOR และค่า Ky	- การแบ่งช่วงอายุการเพาะปลูกของพืช - ค่าสัมประสิทธิของการใช้น้ำของพืชแต่ละช่วง - ค่าความลึกของรากในช่วงอายุต่าง ๆ ของพืช - ค่าสัมประสิทธิ์ ผลผลิตที่ทดลองของพืช เมื่อได้รับน้อยกว่าความต้องการต่ำสุด
1.2.3 แผนการปลูกพืช	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - สัปดาห์ที่เริ่มเพาะปลูก (เป็นลำดับที่ 1 ใน 52 สัปดาห์) - ระยะเวลาในการเพาะปลูกเป็นจำนวนของสัปดาห์	- เวลาที่เริ่มเตรียมแปลง - เวลาที่เริ่มเพาะปลูก - เวลาที่สิ้นสุดอายุของพืช	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ระยะเวลาในการเพาะปลูกเป็นจำนวนสัปดาห์ - กราฟโค้งกิจกรรมการเพาะปลูกในแต่ละสัปดาห์	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - รหัสของพืช - ช่วงเวลาการจริญเติบโตของพืชตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว - ปริมาณน้ำที่ใช้งานได้ทั้งหมดในดิน - ความลึกของชั้นดิน - พื้นที่ทั้งหมดที่ทำการเพาะปลูก - ช่วงที่ทำการปลูกพืช	แบ่งฤดูการเพาะปลูกสูงสุดได้ 3 ฤดูใน 1 ปี ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - วัน เดือน ที่เริ่มต้นเพาะปลูก - วัน เดือน ที่สิ้นสุดการเพาะปลูก - ลำดับความสำคัญของพืช (Crop-rank)

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
1.2.4 ความก้าวหน้าการปลูกพืชแต่ละสัปดาห์	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - พื้นที่เพาะปลูกจริงของสัปดาห์ที่ผ่านมา นำข้อมูลมาปรับแก้ใช้ในสัปดาห์ต่อไป	กราฟแสดงความก้าวหน้าของกิจกรรมเพาะปลูก	ข้อมูลที่ต้องการ ที่ได้จากการสำรวจเพื่อทำนายจากโค้งกิจกรรมต่าง ๆ คือ - พื้นที่เตรียมแปลง - พื้นที่ตกกล้า - พื้นที่ปักดำ	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา
1.3 อากาศ					
1.3.1 ปริมาณฝน	แก้ไขข้อมูลได้ 2 แบบ 1. แบบทุกสถานี/สัปดาห์ 2. แบบทุกสัปดาห์/สถานี **ข้อจำกัดของข้อมูล** - ข้อมูลตัวเลขกำหนดได้เพียง 3 หลัก ไม่คิดลบและไม่เป็นจุดทศนิยม - สามารถดูกราฟของข้อมูลได้ - ไม่สามารถคำนวณค่าปริมาณฝนได้ในโปรแกรม	- ข้อมูลฝนรายวัน	- ข้อมูลฝนรายวัน - ข้อมูลฝนประจำสัปดาห์	- ข้อมูลฝนรายวัน	- ข้อมูลฝนรายวัน
1.3.2 ปริมาณฝนคาดการณ์	สามารถป้อนข้อมูลเหมือนกับการป้อนข้อมูลฝนตกจริง - การเพิ่มสถานีให้ทำโดยระมัดระวัง เพราะขณะนี้ยังไม่สามารถลดหรือลบสถานีออกได้ - ต้องวิเคราะห์มาจากแหล่งอื่น	- เลือกค่าโอกาสที่จะเกิดฝนตกคิดเป็นร้อยละมี 2 แบบ ต่อช่วงเวลา - ป้อนข้อมูลฝนคาดการณ์ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว	สมมุติฝนที่จะตกในสัปดาห์ที่ทำนายเป็น 70% ของฝนที่ตกจริงในสัปดาห์ปัจจุบัน	ใช้สถิติข้อมูลน้ำฝนในอดีต	สามารถสร้างหรือใช้ข้อมูลฝนในอดีตได้
1.3.3 ปริมาณฝนใช้การ	สามารถป้อนข้อมูลฝนใช้การโดยใช้ข้อมูลของฝนที่ตกจริงของสัปดาห์ที่ผ่านมาหักด้วยปริมาณน้ำที่ระบายทิ้งแล้วใส่เป็นข้อมูลในสัปดาห์ต่อไป	- ค่าฝนใช้การไม่เกินค่าการใช้น้ำของข้าว - ส่วนที่เกินใช้กำหนดอัตราให้เป็นเปอร์เซ็น เช่น 70%	หาได้จากกราฟความสัมพันธ์ของฝนและฝนใช้การประจำสัปดาห์ของแต่ละเดือน	สามารถสร้างข้อมูลได้เองโดยค่าฝนใช้การใช้เท่ากับ 80% ของฝนจริง	สามารถคำนวณเองโดยใช้ข้อจำกัดหรือคุณสมบัติของดิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
1.4 อุทกวิทยา					
1.4.1 สภาพน้ำในแปลงนา	แก้ไขข้อมูลได้ 2 แบบ - ทุกช่วงคลอง/สัปดาห์ - ทุกช่วงสัปดาห์/คลอง - ข้อมูลสภาพน้ำกำหนดเป็นรหัสมีค่า 1-5 1 = แห้งมาก 2 = แห้ง 3 = ปกติ 4 = เปียก 5 = เปียกมาก ถ้าป้อนเป็นค่าปริมาณน้ำให้ป้อนเป็นค่าติดลบ มีค่าระหว่าง -0.000 ถึง -99.99 หน่วยเป็น ลบ.ม./วินาที	ระดับน้ำในแปลงนาได้กำหนดไว้ในตัวโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว	ระดับน้ำในแปลงนาได้กำหนดไว้ในตัวโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว	กำหนดระดับน้ำในแปลงนา	กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินที่วัดเริ่มต้น Simulation เท่านั้น
1.5 ดิน					
1.5.1 ลักษณะดิน	ไม่นำมาพิจารณา	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ชนิดดิน - Staurated moisture content (mm./m) - Field capacity (mm./m) - Permanent wilting poing (mm./m.) - Drainage coefficient (mm./day) - Percolation rate (mm./day)	ไม่นำมาพิจารณา แต่จะกำหนดเป็นค่าอัตราการรั่วซึมของน้ำในดินซึ่งค่านี้จะหาทั่วพื้นที่โครงการแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นตัวแทนคุณสมบัติของดินทั่วทั้งโครงการ	- สามารถกำหนดชนิดของดินได้ตามลักษณะของดินในโครงการนั้น - ในโปรแกรมข้อมูลที่ต้องการคือ 1. Soil Type Identification Code 2. Soil Texture Description 3. ปริมาณน้ำที่ใช้งานได้ในดินทั้งหมด 4. อัตราการดูดซึมน้ำของดิน 5. ความลึกของชั้นดินที่รากพืชจะไม่ชำแรกผ่านลงไป	- สามารถเลือกชนิดของดินได้จาก Library file และสามารถแก้ไขได้ ซึ่ง จะมีชนิดดินให้เลือก 6 ชนิด ได้แก่ 1. ดินทราย (Sand) 2. ดินร่วนปนทราย (Sand Loam) 3. ดินร่วน (Loam) 4. ดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) 5. ดินเหนียวปนตะกอน (Silty Clay) ดินเหนียว (Clay) - สามารถกำหนดชนิดดินเองได้ตามลักษณะของดินในโครงการนั้น ๆ - ในโปรแกรมกำหนดชนิดของดินทั้งหมดจากการเลือกและกำหนดเองไม่เกิน 10 ชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
1.6 น้ำใต้ดิน 1.6.1 ลักษณะของน้ำใต้ดิน	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	ข้อมูลที่ต้องการ แบ่งออกเป็นเดือน ๆ - ค่าความลึกเฉลี่ยจากผิวดินถึงระดับใต้ดิน - ค่าความเข้มข้นของเกลือในน้ำ
1.7 อื่น ๆ 1.7.1 ประสิทธิภาพการชลประทาน	- กำหนดประสิทธิภาพของพื้นที่รับน้ำ (Service Unit Efficiency SUE) - ค่าของข้อมูลเป็นทศนิยม ไม่ติดค่าลบหรือมากกว่าหนึ่ง	กำหนดประสิทธิภาพชลประทานของบล็อกส่งน้ำ	กำหนดประสิทธิภาพ การชลประทานในแต่ละบล็อกการส่งน้ำ	ข้อมูลที่ต้องการ เช่น - ประสิทธิภาพการชลประทานรวมที่พิจารณาค่าประสิทธิภาพการให้น้ำและประสิทธิภาพการกระจายน้ำ - จำนวนชั่วโมงการส่งน้ำในแต่ละวัน - จำนวนวันที่ส่งน้ำในแต่ละสัปดาห์	กำหนดในรูปของประสิทธิภาพการกระจายน้ำ ประสิทธิภาพการส่งน้ำ
2. สมมติฐาน	- กำหนดค่าโอกาสฝนที่จะตก - Homogeneous soil - เหมาะสมกับพื้นที่ใหญ่มีหลายโครงการ - เหมาะสมกับระดับโครงการและ/หรือ ระดับแปลงนา	- กำหนดค่าโอกาสฝนที่จะตก - Homogeneous soil - เหมาะสมกับระดับโครงการและ/หรือ ระดับแปลงนา - พิจารณา lag time ในระบบ - เลือกค่าประสิทธิภาพชลประทานของบล็อกส่งน้ำ - เลือกโอกาสที่จะมีปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ	- ดินมีคุณสมบัติเป็นแบบเนื้อเดียวกันตลอดความลึกของรากพืช	- ชั้นดิน (Soil Profile) กำหนดให้เป็นชนิดเดียวกันทั้งหมด (homogenouse) และให้มีความลึกที่รากพืชสามารถชำแรกได้ลึกมากที่สุดเท่ากับ 3 เมตร - ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient ของพืช สามารถเลือกจาก Library File ชื่อ Cropref ซึ่งมีข้อมูลรายละเอียดของพืชกว่า 60 ชนิดบรรจุอยู่และเป็นไปตาม FAO Publication I & D paper No. paper No. 24 และ 33 - มีความเหมาะสมกับระดับโครงการและระดับแปลงนา	- ดินมีคุณสมบัติเป็นแบบเนื้อเดียวกันตลอดความลึกของรากพืช - ไม่คำนึงถึง Lag time ใน Command Area และในระบบ - Crop coeff. และการประเมินผลเป็นต้นไปตาม FAO-33 และ FAO-24 - มีความเหมาะสมกับระดับโครงการและระดับแปลงนา

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
3. การคำนวณ					
3.1 ฝนและฝนใช้การ					
3.1.1 คำนวณฝนใช้การได้เอง	- ใช้โปรแกรมเสริมช่วยในการคำนวณ และนำข้อมูลมาใส่ในโปรแกรม เช่น ใช้ Commper Simulation Program ในโครงการแม่กลอง	สามารถคำนวณฝนใช้การได้เองจากข้อมูลฝนรายวัน	ไม่สามารถคำนวณฝนใช้การเองได้ต้องใช้โปรแกรมอื่นคำนวณค่าฝนใช้การก่อนแล้วจึงนำมาใส่ในโปรแกรม	ไม่สามารถคำนวณฝนใช้การเองได้ต้องใช้โปรแกรมอื่นคำนวณค่าฝนใช้การก่อนแล้วจึงนำมาใส่ในโปรแกรม	โปรแกรมจะคำนวณฝนใช้การโดย Simulation จาก model เองโดยใช้ soil properties เป็นตัวกำหนด - สำหรับปริมาณฝนตกนั้นโปรแกรมจะคำนวณจาก statistical long term data โดยใช้ค่า monthly mean and standard deviation ของฝนในอดีต
3.2 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง					
3.2.1 คำนวณเอง	- ใช้โปรแกรมเสริมช่วยในการคำนวณ เช่น CROPWAT program - ใช้ค่าข้อมูลที่สามารถหามาเองได้	- นำค่าจาก long term mean daily evapotranspiration - ป้อนข้อมูลเอง	- สามารถนำ ETp จากการคำนวณ จากรูปแบบอื่น ๆ มาใส่ได้ โดยจะเขียนในตัวโปแกรมโดย จะเป็นค่า ETp รายเดือน	- สามารถนำ ETp จากการคำนวณจากรูปแบบอื่น ๆ มาใส่ได้	- สามารถนำ ETp โดยตรงกับโปรแกรม หรือใส่ข้อมูลภูมิอากาศ เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่า ETp จากสูตรต่าง ๆ ที่เลือกได้ 4 สูตร
3.2.2 ใช้สมการการคำนวณในโปรแกรม	ยังไม่มีข้อมูลในการศึกษา	ใช้การคำนวณโดยสมการ Modified Penman	ไม่มีสมการการคำนวณหาค่า ETp แต่จะสามารถหาค่า ETp จากสมการใดก็ได้แล้วแต่ข้อมูลที่มีอยู่ว่าเหมาะสมกับสูตรใด	สามารถคำนวณค่า ETp ได้เองโดยใช้สูตรของ Penman Monteith	โปรแกรมสามารถคำนวณค่า ETp ได้เองโดยมีสมการอยู่ 4 สมการ - Penman montieth eq. - Hargreaves eq - Jensen-Hais eq. - FAO-24 Pan Evaporation
3.3. การใช้น้ำของพืช					
3.3.1 การใช้น้ำของพืช	โปรแกรมจะคำนวณโดยใช้ค่า weighted crop facter และค่า ETp ของแต่ละสถานีนิยมคิดเป็นสัปดาห์	สามารถคำนวณการใช้น้ำของพืชได้จาก ET = ETp. Kc	โปรแกรมจะคำนวณโดยใช้ข้อมูลค่า Kc และค่า ETp จากที่มีอยู่ ET = ETp. Kc	- โปรแกรมจะคำนวณโดยใช้ข้อมูลค่า Kc และค่า ETp จากที่มีอยู่ ET = ETp. Kc - ความต้องการน้ำของข้าว = Kc.ETp + น้ำซึมลึก (พืชไร่ไม่มีค่าน้ำซึมลึก)	โปรแกรมจะคำนวณโดยใช้ข้อมูลค่า Kc และค่า ETp จากที่มีอยู่ ET = ETp Kc

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
3.4 การคำนวณประสิทธิภาพ 3.4.1 ประสิทธิภาพการชลประทาน	ยังไม่มีข้อมูลในการศึกษา	สามารถคำนวณประสิทธิภาพการชล - ประทานได้จากค่าประสิทธิภาพต่าง ๆ ของการส่งน้ำ	- หาได้จากสูตรประสิทธิภาพการชลประทาน - ((ปริมาณน้ำที่ต้องการตามทฤษฎี + การรั่วซึม - ฝนใช้การ))/ปริมาณน้ำที่ส่ง - ข้อมูลที่ต้องการเพื่อการคำนวณย้อนกลับ 1. ค่าอัตราการรั่วซึมในแปลงนา 2. ปริมาณน้ำที่ประตูระบายปากคลอง 3. ปริมาณน้ำฝนใช้การ 4. ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก 5. ข้อมูลปริมาณน้ำใช้และระยะเวลาในการเตรียมแปลง 6. ข้อมูลฝนรายวัน	ไม่สามารถคำนวณได้	ไม่สามารถคำนวณได้
3.5 การคำนวณการสญเสีย 3.5.1 การสูญเสียน้ำในระบบส่งน้ำ	สามารถคำนวณค่าการสูญเสียของน้ำในแต่ละช่วงคลอง	สามารถคำนวณค่าการสูญเสียน้ำในระบบส่งน้ำ	ไม่นำมาพิจารณา ทั้งนี้อาจพิจารณามารวมในประสิทธิ์ภาพของกรมชลประทานของแต่ละบล็อกส่งน้ำ	ไม่นำมาพิจารณาโดยตรง แต่อาจรวมอยู่ในประสิทธิ์ภาพในแต่ละบล็อกส่งน้ำ	คำนวณมาในรูปของ - ปริมาณน้ำที่ไหลออกท้ายแปลง - ปริมาณน้ำที่ซึมลึกเลยเขตรากพืช
3.6 ความสามาถพิเศษอื่น ๆ		- คำนวณปริมารณน้ำในอ่างเก็บน้ำ - คำนวณระยะเดินทางของน้ำ - คำนวณการใช้น้ำอุปโภค-บริโภค อุตสหกรรม	คำนวณการเปิดบาน	คำนวณค่าน้ำ	- คำนวณผลผลิต - สร้างข้อมูล ภูมิอากาศแล้วนำมาบล็อกส่งน้ำ
3.7 คำนวณปริมาณการส่งน้ำ	- รายสัปดาห์ - ตลอดทั้งฤดูกาล - แยกเป็นแต่ละช่วงคลอง	- รายสัปดาห์ - ตลอดทั้งฤดูกาล - แยกเป็นแต่ละช่วงคลอง	- รายสัปดาห์	- รายสัปดาห์ - ตลอดทั้งฤดูกาล	- รายสัปดาห์ ตลอดทั้งฤดูกาล - แยกเป็นแต่ละช่วงคลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
4. การเสนอผล					
4.1 รายงาน	มีรายงาน 5 ระดับ - เสนอหัวหน้าโครงการ - เสนอหัวหน้าพนักงานส่งน้ำ - เสนอพนักงานส่งน้ำ - รายงานทั้งหมด (ข้างต้น) - รายงานคำนวณปริมาณน้ำ	สามารถรายงานได้ 2 แบบ - ทางจอภาพ - สามารถพิมพ์ออกมาได้ - แสดงข้อมูลแผนการจัดสรรน้ำ	สามารถรายงานได้ 2 แบบ - ทางจอภาพ - สามารถพิมพ์ออกมาได้	สามารถรายงานได้ 2 แบบ - ทางจอภาพ - สามารถพิมพ์ออกมาได้	- มีการรายงานผลการคำนวณแสดงผลข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในแต่ละช่วงคลอง และสามาถสั่งพิมพ์ออกมาได้ - สามารถรายงานได้ 2 แบบ - ทางจอภาพ - สามารถพิมพ์ออกมาได้
4.2 ตารางแสดงผล	ลักษณะรายการแสดงผลมี 2 แบบดังนี้ 1. แสดงปริมาณน้ำที่คำนวณ - บอกปริมาณน้ำที่ต้องการของแต่ละช่วงคลอง - ปริมาณน้ำที่ส่งในแต่ละช่วงคลอง - ค่าการสูญเสียในแต่ละช่วงคลอง 2. แสดงการติดตามและประเมินผลการส่งน้ำ - ปริมาณน้ำที่แนะนำ - ปริมาณน้ำที่ส่งจริง	ประจำคาบเวลาของอาคารควบคุมน้ำที่สำคัญ - แสดงแผนผังของระบบชลประทาน	มีการรายงานเป็นรูปของตารางโดยทำเป็นรายสัปดาห์	เสนอผลในรูปตารางตัวเลข	การรายงานเป็นรูปของตารางมี 3 แบบ - รายงานข้อมูลทั่วไป - รายงานผลการจำลองของโปรแกรม - รายงานผลิตผลของพืชในฤดูกาล
4.3 กราฟ	แสดงกราฟ 2 แบบ 1. กราฟแสดงปริมาณฝนและค่าการระเหย 2. กราฟการติดตามและประเมินผลแบ่งรูปแบบได้ 2 แบบ - กราฟแท่ง - กราฟเส้น สามารถกำหนดขนาดของกราฟได้ตามความเหมาะสมโดยมีข้อกำหนดดังนี้	- แสดงกราฟพยากรณ์แผนการจัดสรรน้ำ - แสดงกราฟพยากรณ์ปริมาณน้ำประจำคาบเวลาของอ่างเก็บน้ำ และเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำจริง - แสดงกราฟเปรียบเทียบแผนการจัดสรรน้ำกับปริมาณน้ำที่ส่ง - แสดงกราฟความก้าวหน้าของกิจกรรมเพาะปลูกเปรียบเทียบระหว่าง	ไม่สามารถแสดงในลักษณะของกราฟได้	ไม่สามารถแสดงในลักษณะของกราฟได้	สามารถแสดงผลในลักษณะกราฟ 1. กราฟเส้น จะแสดงค่า 3 ค่า - กราฟแสดงปริมาณน้ำที่ส่ง - กราฟแสดงการจัดสรรน้ำ - กราฟแสดงปริมาณความต้องการน้ำ 2. กราฟแท่งโดยแสดงแยกที่ละ Turnout - แนวตั้งแสดงปริมาณของน้ำที่ต้องการของแต่ละ Turnout

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
	- ค่าเสกลสูงสุดของฝนกำหนดได้ระหว่าง 1-1000 - ค่าเสกลสูงสุดของฝนกำหนดได้ระหว่าง 1-500 สามารถเลือกกราฟในช่วงสัปดาห์ใดก็ได้ระหว่างสัปดาห์ที่ 1-52	แผนกับข้อมูลการเพาะปลูกจริง - แสดงกราฟสภาพน้ำในแปลงเพาะปลูกประจำคาบ			- แนวนอนแสดง Turnout
4.4 ความต้องการน้ำ	เสนอค่าความต้องการน้ำออกมาเป็นแต่ละช่วงคลอง หน่วย ลบ.ม./วินาที	- เสนอค่าความต้องการน้ำออกมาเป็นแต่ละช่วงคลองหน่วย ลบ.ม./วินาที - เสนอค่าแนะนำในการส่งน้ำแต่ละช่วงคลอง หน่วย ลบ.ม./วินาที	เสนอค่าความต้องการน้ำออกมาเป็นแต่ละช่วงคลอง หน่วย ลบ.ม./วินาที	เสนอค่าความต้องการน้ำออกมาเป็นแต่ละช่วงคลอง หน่วย ลบ.ม./วินาที	เสนอค่าความต้องการน้ำออกมาเป็นทางลักษณะของกราฟเส้น และตารางเป็นแต่ละบล็อก หรือแต่ละคลอง
4.5 ผลผลิต	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่นำมาพิจารณา	สามารถแสดงในรูปของผลผลิตสัมพัทธ์
4.6 พื้นที่เก็บเกี่ยว	ไม่สามารถลดพื้นที่ปลูกพืชได้เมื่อมีน้ำต้นทุนจำกัด	ไม่นำมาพิจารณา	ไม่สามารถแก้ไขพื้นที่เพาะปลูกได้เนื่องจากได้กำหนดไว้ในโปรแกรมแล้ว	สามารถเพิ่มเติมข้อมูลการดำเนินการเพาะปลูกได้	แสดงออกมาทางตารางตามช่วงเวลาที่กำหนดคำนวณ
5. ระบบปฏิบัติการบนคอมพิวเตอร์	- ใช้ระบบ windows - ภาษาไทย - ภาษาอังกฤษ	- ใช้ระบบปฏิบัติการบน window 3.1 - ภาษาไทย - ภาษาอังกฤษ	- ใช้ระบบ DOS - ภาษาไทย	- ใช้ระบบ DOS - ภาษาไทย	- ใช้ระบบ DOS - ภาษาไทย
6. ความสะดวกในการป้อนข้อมูล	- การป้อนข้อมูลด้วยระบบตาราง - การป้อนข้อมูลด้วยระบบหน้าต่าง - ป้อนผ่านแฟ้มข้อมูล - สามารถแก้ไขข้อมูลได้ - ตรวจสอบข้อมูลระหว่างป้อนได้	- การป้อนข้อมูลด้วยระบบตาราง - การป้อนข้อมูลด้วยระบบหน้าต่าง - ป้อนผ่านแฟ้มข้อมูล - สามารถแก้ไขข้อมูลได้ - ตรวจสอบข้อมูลระหว่างป้อนได้ - ตรวจสอบข้อมูลก่อนการคำนวณ	ป้อนข้อมูลบรรทัดต่อบรรทัด	- การป้อนข้อมูลด้วยระบบตาราง - เลือกข้อมูลจาก Library file และแก้ไขได้	- การป้อนข้อมูลด้วยระบบตาราง - การป้อนข้อมูลด้วยระบบหน้าต่าง - เลือกข้อมูลจาก Library file และแก้ไขได้ - ตรวจสอบข้อมูลระหว่างป้อนได้ - ตรวจสอบข้อมูลก่อนการคำนวณ

ตาราง 3 - 1 การเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ด้านต่าง ๆ ของโปรแกรมจัดสรรน้ำ (ต่อ)

รายการ	WASAM (win)	INCA	WATERCAL	SIMIS	CADSM
7. ความยากง่ายในการใช้งาน	- มีโปรแกรมหลักช่วยจัดการ - ยังมีการใช้อยู่ - ยังมีการพัฒนาปรับปรุงต่อไป - มีคู่มือภาษาอังกฤษ - มีคู่มือภาษาไทย	- มีโปรแกรมหลักช่วยจัดการ - ยังมีการใช้อยู่ - ยังมีการพัฒนาปรับปรุงต่อไป - มีคู่มือภาษาอังกฤษ - มีคู่มือภาษาไทย	- ไม่สามารถสร้างข้อมูลได้เอง - ยังมีการใช้อยู่ - มีคู่มือภาษาอังกฤษ	- มีโปรแกรมหลักช่วยจัดการ - ยังมีการใช้อยู่ - ยังมีการพัฒนาปรับปรุงต่อไป - มีคู่มือภาษาอังกฤษ - มีคู่มือภาษาไทย	- มีโปรแกรมหลักช่วยจัดการ - ยังมีการใช้อยู่ - ยังมีการพัฒนาปรับปรุงต่อไป - มีคู่มือภาษาอังกฤษ
8. อื่น ๆ	- มี source code	- ไม่มี source code	- มี source code	- มี source code	- มี source code

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย