



คู่มือโปรแกรมคำนวณ ความต้องการน้ำของพืช (CWR-RID 8)

สวพ. 15/2569



สำนักวิจัยและพัฒนา
กรมชลประทาน

กันยายน 2569

คู่มือการใช้งาน

โปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำของพืช (CWR-RID 8)

โดย

ผู้ดำเนินการ	นายดิษฐพล	บุญชุม	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
ผู้ร่วมดำเนินการ	นางสาวจิรัชญา	เจ๊แหวสารี	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
	นายสแกนต์	ธรรมปราณีสุข	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
ที่ปรึกษา	นายณัฐพล	วุฒิจันทร์	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนา
	นายไพศาล	วรรณเกื้อ	ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนา ด้านวิศวกรรม
	นายณฤพล	สีตบุตร	หัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรม การพัฒนาแหล่งน้ำ

ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม
สำนักวิจัยและพัฒนา
กรมชลประทาน
สวพ. 15/2569

คำนำ

การคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการวางแผนการใช้น้ำชลประทาน เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการน้ำแตกต่างกัน และความต้องการน้ำของพืชในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตก็แตกต่างกันด้วย

โปรแกรม CWR-RID 8 จัดทำขึ้นเพื่อช่วยในการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ข้าว โดยสามารถคำนวณค่าความต้องการน้ำเป็นรายวัน และสรุปปริมาณน้ำตามรอบเวรการส่งน้ำที่กำหนด โปรแกรมนี้เหมาะสำหรับใช้ประกอบการศึกษาและฝึกอบรมผู้ที่เริ่มศึกษาวิธีการคำนวณค่าการใช้น้ำของพืช รวมทั้งสามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนการใช้น้ำชลประทานสำหรับพื้นที่เพาะปลูกขนาดเล็ก

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายการใช้งานโปรแกรม CWR-RID 8 ตั้งแต่การกำหนดข้อมูลสำหรับการคำนวณการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช ตลอดจนการอ่านและนำผลการคำนวณไปใช้ในการวางแผนการส่งน้ำ คณะผู้พัฒนาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมและคู่มือฉบับนี้จะประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาและปฏิบัติงานด้านการวางแผนการใช้น้ำชลประทาน

คณะผู้พัฒนา
กันยายน 2569

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูป	ข
บทนำ	1
ความต้องการของระบบ	2
ชุดโปรแกรมและเอกสารประกอบ	2
ฐานข้อมูล	2
การติดตั้งโปรแกรม	3
ขั้นตอนการเริ่มต้นระบบ	4
วิธีการใช้โปรแกรม	6
การแสดงผลการคำนวณ	9
เงื่อนไขการใช้งาน	10
ติดต่อสอบถาม	12
เอกสารอ้างอิง	13

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
รูปที่ 1	โครงสร้างของโปรแกรม CWR-RID 8 จากแผ่น CD หรือ DVD หรือ ดาวนโหลดผ่านเว็บไซต์	2
รูปที่ 2	ไฟล์ Setup โปรแกรม CWR-RID 8	3
รูปที่ 3	ขั้นตอนการคลิกปุ่ม Install โปรแกรม CWR-RID 8	3
รูปที่ 4	สถานะขั้นตอนระหว่างการติดตั้งโปรแกรม CWR-RID 8	3
รูปที่ 5	ไอคอนของโปรแกรม CWR-RID 8 (Shortcut Icon)	4
รูปที่ 6	แสดงหน้าจอ Data Loading ...	4
รูปที่ 7	ขั้นตอน Data Loading ... กรณีที่ไม่มีไฟล์เตอร์ ไม่มีไฟล์ฐานข้อมูล หรือกรณีที่มีไฟล์เตอร์ หรือมีไฟล์แต่มีไม่ครบ	5
รูปที่ 8	ขั้นตอน Data Loading กรณีที่มีไฟล์เตอร์ มีไฟล์ฐานข้อมูลครบ	5
รูปที่ 9	ส่วนประกอบของฐานข้อมูลของโปรแกรม CWR-RID 8	6
รูปที่ 10	การคลิกข้อมูลสำนักงานชลประทาน	6
รูปที่ 11	การคลิกเลือกข้อมูลโครงการชลประทาน	6
รูปที่ 12	การคลิกเลือกข้อมูลฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา	7
รูปที่ 13	การคลิกเลือกพื้นที่จังหวัดที่ปลูกพืช	7
รูปที่ 14	การคลิกเลือกข้อมูลชนิดพืชที่ปลูก	7
รูปที่ 15	การคลิกเลือกข้อมูล ระยะเวลาเตรียมแปลง และปริมาณน้ำเตรียมแปลง	7
รูปที่ 16	การคลิกเลือกข้อมูลวิธีการประมาณค่าฝนใช้การ	8
รูปที่ 17	การป้อนข้อมูลขนาดพื้นที่เพาะปลูกและหน่วยของพื้นที่	8
รูปที่ 18	การคลิกเลือก วันที่-เดือน-ปี ค.ศ. ที่เริ่มปลูกพืช	8
รูปที่ 19	การป้อนข้อมูลรอบเวรการส่งน้ำ	8
รูปที่ 20	การสั่งประมวลผลโปรแกรม	8
รูปที่ 21	ผลการคำนวณรายวัน	9
รูปที่ 22	ผลการคำนวณตามรอบเวรที่กำหนด	9
รูปที่ 23	กระบวนการจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์	10

โปรแกรมคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช (CWR-RID 8)

บทนำ

การที่จะวางแผนการให้น้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกได้อย่างเหมาะสม จำเป็นต้องทราบก่อนว่าพืชที่ปลูกในพื้นที่นั้นมีความต้องการน้ำเป็นจำนวนเท่าใด และต้องการน้ำในช่วงเวลาใด เนื่องจากความต้องการน้ำของพืชไม่คงที่ตลอดอายุการเพาะปลูก แต่จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต และสภาพภูมิอากาศในช่วงเวลานั้น

การคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชจึงต้องนำข้อมูลหลายด้านมาใช้ประกอบกัน โปรแกรม CWR-RID 8 ได้พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้การคำนวณดังกล่าวทำได้สะดวกขึ้น โดยผู้ใช้งานกำหนดข้อมูลที่จำเป็น แล้วโปรแกรมจะดำเนินการคำนวณและแสดงผลเป็นลำดับรายวันตามช่วงเวลาการเพาะปลูกที่กำหนด

ก่อนเริ่มการคำนวณ ผู้ใช้งานจะต้องกำหนดข้อมูลของพื้นที่และข้อมูลของพืชที่จะนำมาคำนวณ ได้แก่ สถานที่คำนวณ ซึ่งประกอบด้วยสำนักงานชลประทาน โครงการชลประทาน และฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา จังหวัดที่ตั้งของพื้นที่ปลูกพืช ชนิดพืชที่ปลูก ขนาดพื้นที่เพาะปลูก วัน เดือน ปี ที่เริ่มปลูก รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมแปลงและวิธีการประมาณค่าฝนใช้การ นอกจากนี้ ยังต้องกำหนดรอบเวลาการส่งน้ำ เพื่อให้โปรแกรมสามารถนำผลการคำนวณรายวันมาสรุปเป็นปริมาณน้ำที่ต้องการในแต่ละรอบเวลาได้

เมื่อกำหนดข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชในแต่ละวัน โดยผลการคำนวณจะแสดงค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่า K_c ค่า ET_o ค่า ET ปริมาณฝนใช้การ และปริมาณน้ำชลประทานที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงเวลา ทั้งในรูปของปริมาณน้ำต่อพื้นที่ และปริมาณน้ำที่ต้องใช้จริงตามขนาดพื้นที่เพาะปลูก

ผลการคำนวณรายวันนี้มีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจวิธีการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบได้ว่าค่าที่คำนวณได้ในแต่ละวันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรตามช่วงเวลาการเพาะปลูก และสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพิจารณาปริมาณน้ำที่ต้องจัดส่งให้แก่พื้นที่เพาะปลูก

นอกจากการแสดงผลเป็นรายวันแล้ว CWR-RID 8 ยังสามารถนำปริมาณน้ำชลประทานที่คำนวณได้มาสรุปตามรอบเวลาการส่งน้ำที่ผู้ใช้งานกำหนด ตัวอย่างเช่น หากกำหนดรอบเวลาการส่งน้ำเป็น 7 วัน โปรแกรมจะรวมปริมาณน้ำของแต่ละวันในช่วง 7 วันนั้น และแสดงวันเริ่มต้น วันสิ้นสุด จำนวนวัน ปริมาณน้ำชลประทานของรอบเวลา และปริมาณน้ำชลประทานสะสม ทำให้สามารถมองเห็นปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในแต่ละรอบเวลาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ลักษณะการคำนวณตามรอบเวลาดังกล่าว เหมาะกับการนำไปใช้วางแผนการให้น้ำสำหรับพื้นที่เพาะปลูกขนาดเล็กที่ระบบส่งน้ำสามารถส่งน้ำให้แก่พื้นที่ได้เต็มพื้นที่ภายในครั้งเดียว โดยไม่จำเป็นต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยหรือหมุนเวียนการส่งน้ำระหว่างพื้นที่เหมือนการวางแผนการส่งน้ำในพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่

CWR-RID 8 จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สองลักษณะ คือ ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาและฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เริ่มศึกษาสามารถทำความเข้าใจขั้นตอนการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช และใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการให้น้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะเหมาะสมกับการคำนวณตามรอบเวลาการส่งน้ำ

อย่างไรก็ตาม การคำนวณของโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผู้ใช้งานกำหนด ดังนั้น ก่อนดำเนินการคำนวณควรตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ให้ถูกต้อง โดยเฉพาะชนิดพืช ขนาดพื้นที่ และวันเริ่มปลูก รวมทั้งควรพิจารณาผลการคำนวณร่วมกับสภาพพื้นที่และเงื่อนไขของระบบส่งน้ำจริงก่อนนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน

ความต้องการของระบบ

1. ความต้องการของฮาร์ดแวร์
 - 1.1 CPU Processor 1 GHz ขึ้นไป
 - 1.2 RAM 512 MB ขึ้นไป
 - 1.3 Disk Space (Minimum) 1 GB ขึ้นไป
2. ระบบปฏิบัติการที่สนับสนุน
 - 2.1 Windows XP Home Edition ขึ้นไป
 - 2.2 Microsoft Office Excel 2003 ขึ้นไป
3. ความต้องการซอฟต์แวร์เพิ่มเติม
 - 3.1 Microsoft Office Excel 2003 ขึ้นไป
 - 3.2 Microsoft Internet Explorer 6.0
 - 3.3 .NET Framework 4.8 (หรือแล้วแต่รุ่นที่เลือกไปใช้งาน)

ชุดโปรแกรมและเอกสารประกอบ

ชุดโปรแกรม CWR-RID 8 และเอกสารประกอบ จากแผ่น CD หรือ DVD หรือ ดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ จะประกอบด้วยไฟล์ 2 ไฟล์ ไฟล์แรกคือไฟล์ซิป (Zip File) สำหรับติดตั้งโปรแกรม (Setup) และไฟล์ที่สองคือไฟล์ PDF คู่มือการใช้งานโปรแกรม CWR-RID 8 (User's Guide) ดังรูปที่ 1



CWR-RID 8.zip



User's Guide

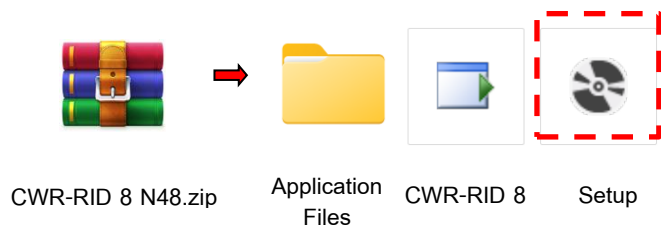
รูปที่ 1 โครงสร้างของโปรแกรม CWR-RID 8
จากแผ่น CD หรือ DVD หรือ ดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์

ฐานข้อมูล

1. ไฟล์ฐานข้อมูล ใช้รูปแบบโปรแกรม Microsoft Excel 2003 (CoreData.xls) และ 2007 ขึ้นไป (CoreData.xlsx) ภายในไฟล์ฐานข้อมูลประกอบไปด้วยแผ่นงาน (Worksheet) จำนวน 21 แผ่นงาน ดังนี้
 - 1.1 แผ่นงาน DB คือ แผ่นงานแสดงหน้าจอรูปร่างข้อมูล
 - 1.2 แผ่นงาน R คือ แผ่นงานที่ใช้เก็บข้อมูลค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละจังหวัดที่อยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานของ สำนักงานชลประทานที่ 1 - 17
 - 1.3 แผ่นงาน LP คือ แผ่นงานที่ใช้เก็บข้อมูลค่าระยะเวลาในการเตรียมแปลง หน่วย วัน และปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง หน่วย มิลลิเมตร
 - 1.4 แผ่นงาน Kc คือ แผ่นงานที่ใช้เก็บข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของแต่ละชนิดพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในเขตชลประทาน ได้แก่ค่า Kc ของพืชไร่ พืชผัก พืชสวน (ไม้ผล) พืชอาหารสัตว์ และพืชอื่น ๆ เป็นข้อมูลค่า Kc รายสัปดาห์ และรายเดือน ตลอดอายุพืชตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว
 - 1.5 แผ่นงาน ET_o1 - ET_o17 คือ แผ่นงานที่ใช้เก็บข้อมูลค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ของแต่ละจังหวัด ที่มีพื้นที่อยู่ในความรับผิดชอบของ สำนักงานชลประทานที่ 1 - 17
2. ไฟล์ CoreData.txt คือ Text file ที่ใช้เก็บค่าตัวเลขรุ่นของฐานข้อมูลล่าสุดที่ได้รับการปรับปรุง

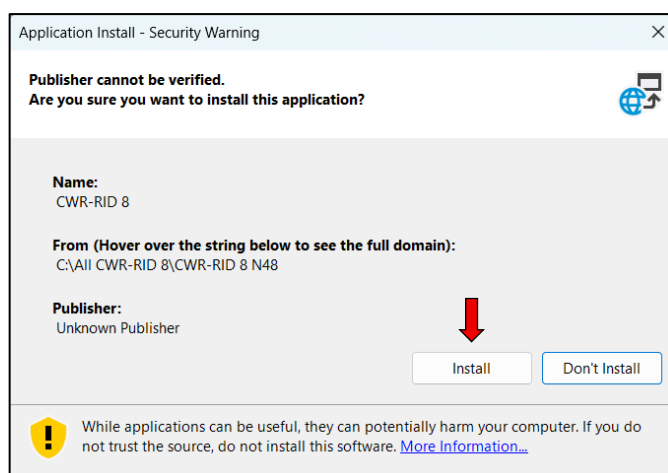
การติดตั้งโปรแกรม

1. เริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม CWR-RID 8 ซึ่งไฟล์ติดตั้งอยู่ในรูปแบบไฟล์ Zip ชื่อไฟล์ CWR-RID 8.zip จากแผ่น CD หรือ DVD หรือ ดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ ให้ผู้ใช้งานดำเนินการแตกไฟล์ Zip (Extract) จากนั้นเข้าไปยังโฟลเดอร์ดังกล่าว และดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Setup ดังรูปที่ 2

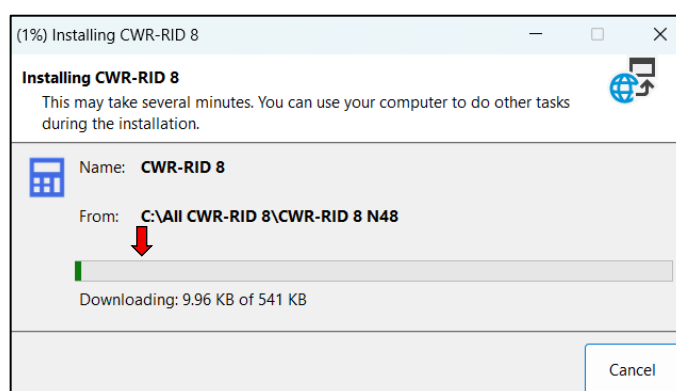


รูปที่ 2 ไฟล์ Setup โปรแกรม CWR-RID 8

2. หลังจากที่ได้ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Setup จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปที่ 3 จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Install โปรแกรมจะเริ่มดำเนินการในขั้นตอนติดตั้ง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 ขั้นตอนการคลิกปุ่ม Install โปรแกรม CWR-RID 8



รูปที่ 4 สถานะขั้นตอนระหว่างการติดตั้งโปรแกรม CWR-RID 8

ขั้นตอนการเริ่มต้นระบบ

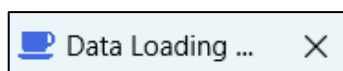
ขั้นตอนที่ 1 ดับเบิลคลิกที่ไอคอนของโปรแกรม CWR-RID 8 (Shortcut Icon) เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 5



CWR-RID 8

รูปที่ 5 ไอคอนของโปรแกรม CWR-RID 8 (Shortcut Icon)

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบฐานข้อมูลและดาวน์โหลดไฟล์ฐานข้อมูล โดยขณะทำงานโปรแกรมจะแสดงหน้าจอ Data Loading ... ดังรูปที่ 6



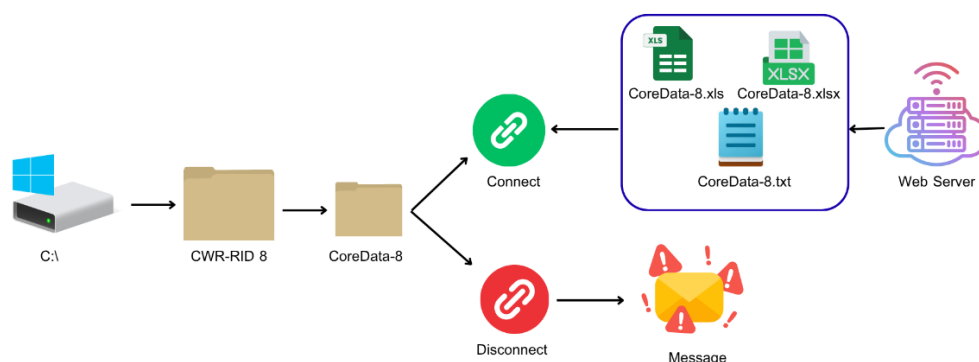
รูปที่ 6 แสดงหน้าจอ Data Loading ...

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบโฟลเดอร์ที่จะเก็บไฟล์ฐานข้อมูล 3 ไฟล์ ได้แก่ไฟล์ CoreData-8.txt ใช้เก็บตัวเลขรุ่นของฐานข้อมูล ไฟล์ CoreData-8.xls เป็นไฟล์ฐานข้อมูลในรูปแบบโปรแกรม Excel รุ่น 2003 (.xls) และ CoreData-8.xlsx เป็นไฟล์ฐานข้อมูลในรูปแบบโปรแกรม Excel รุ่น 2007 ขึ้นไป (.xlsx) ซึ่งทั้ง 3 ไฟล์ จะถูกเก็บไว้ที่โฟลเดอร์ C:\CWR-RID-8\CoreData-8 ถ้าไม่มีโฟลเดอร์นี้โปรแกรมจะสร้างขึ้นใหม่โดยอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 4 กรณีที่ไม่มีโฟลเดอร์ แสดงว่าไฟล์ที่ใช้คำนวณนั้นจะต้องไม่มีเช่นเดียวกัน ดังนั้นหลังจากที่โปรแกรมสร้างโฟลเดอร์ใหม่ให้แล้ว จะตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน ถ้าไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โปรแกรมจะแสดงข้อความแจ้งให้ทราบว่า “ไม่สามารถนำเข้าไฟล์ CoreData-8.xlsx, CoreData-8.xls และ CoreData-8.txt ได้ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ของท่านไม่ได้เชื่อมต่อระบบ Internet” จนกว่าท่านจะเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โปรแกรมจึงจะสามารถดาวน์โหลดไฟล์ฐานข้อมูลล่าสุดบน Web Server ได้ หรือจนกว่าท่านจะหาไฟล์ฐานข้อมูลมาใส่ไว้ในเครื่องที่ ไดรฟ์ C:\ ตามโฟลเดอร์ที่โปรแกรมกำหนดไว้เท่านั้นจึงจะสามารถคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชต่อไปได้ ดังรูปที่ 7

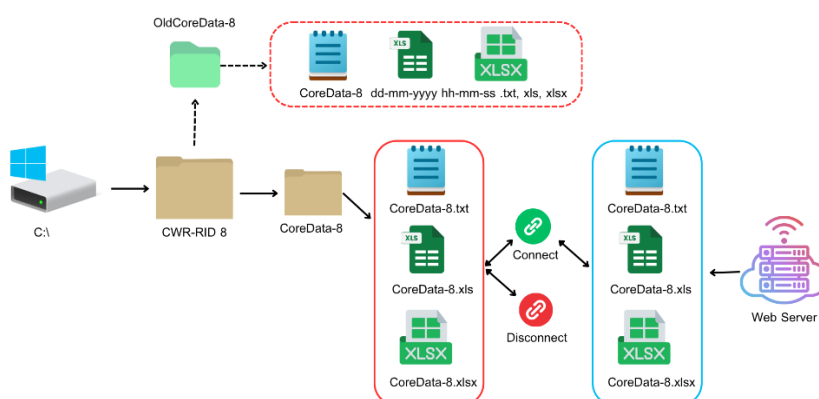
ขั้นตอนที่ 5 กรณีที่มีโฟลเดอร์ แต่มีไม่ครบทั้งสองโฟลเดอร์ โปรแกรมจะสร้างโฟลเดอร์ส่วนที่ขาดให้ จากนั้นจะดำเนินการตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนกับขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 6 กรณีที่มีโฟลเดอร์ครบทั้งสองโฟลเดอร์ แต่มีไฟล์ฐานข้อมูลไม่ครบทั้ง 3 ไฟล์ โปรแกรมจะถือว่าไฟล์ฐานข้อมูลที่เหลืออยู่นั้นเป็นไฟล์ที่ไม่สมบูรณ์ โดยจะลบทิ้งทั้งหมดทันที และจะดำเนินการตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และดำเนินการตามขั้นตอนเหมือนกับขั้นตอนที่ 4



รูปที่ 7 ขั้นตอน Data Loading ... กรณีที่ไม่มีโฟลเดอร์ ไม่มีไฟล์ฐานข้อมูล
หรือกรณีที่มีโฟลเดอร์ หรือมีไฟล์แต่ไม่ครบ

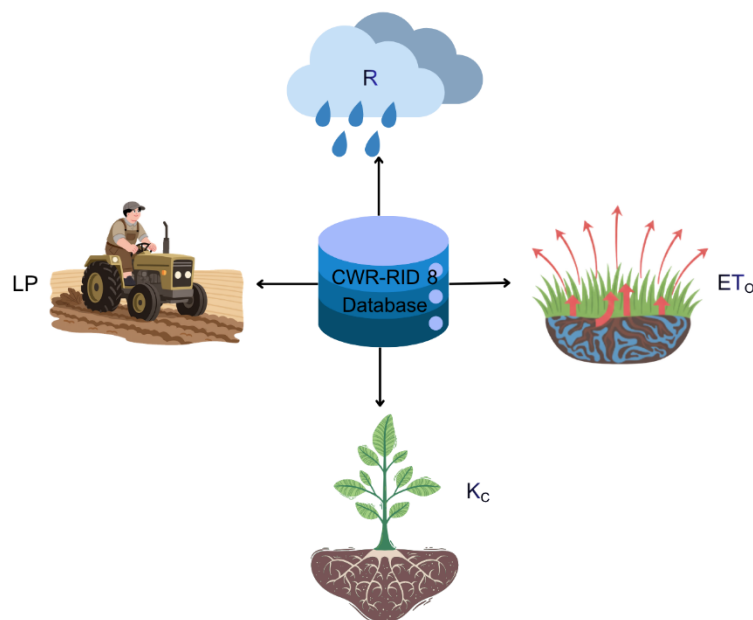
ขั้นตอนที่ 7 กรณีที่มีโฟลเดอร์ครบทั้งสองโฟลเดอร์และมีไฟล์ฐานข้อมูลครบทั้ง 3 ไฟล์ โปรแกรมจะยังคงดำเนินการตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ถ้าไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โปรแกรมจะใช้ไฟล์ฐานข้อมูลที่มีอยู่ทั้ง 3 ไฟล์ ในการรันโปรแกรมต่อ แต่ถ้ามีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โปรแกรมจะตรวจสอบดูก่อนว่าไฟล์ฐานข้อมูลที่มีอยู่ทั้ง 3 ไฟล์ กับไฟล์ฐานข้อมูลทั้ง 3 ไฟล์ที่อยู่บน Web Server ของส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำ และอุทกวิทยา ว่าฐานข้อมูลชุดไหนถูกปรับปรุงใหม่ล่าสุดกว่ากัน หรือเป็นรุ่นเดียวกัน โดยตรวจสอบจากไฟล์ CoreData-8.txt ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์กับไฟล์ CoreData-8.txt ที่อยู่บน Web Server ถ้าไฟล์ฐานข้อมูลบน Web Server กับที่อยู่ในเครื่องเป็นรุ่นเดียวกัน ก็จะใช้ไฟล์ฐานข้อมูลในเครื่อง แต่ถ้าไฟล์ฐานข้อมูลบน Web Server ใหม่กว่าโปรแกรมก็จะย้ายไฟล์ฐานข้อมูลเก่าที่อยู่ในเครื่องไปไว้ที่ C:\CWR-RID-8\OldCoreData-8 และเปลี่ยนชื่อไฟล์ฐานข้อมูลทั้งหมดทั้ง 3 ไฟล์ เป็นชื่อไฟล์เดิม+วันที่-เดือน-ปี ชั่วโมง-นาที่-วินาที.นามสกุลไฟล์ เช่น CoreData-8 dd-mm-yyyy hh-mm-ss.txt, CoreData-8 dd-mm-yyyy hh-mm-ss.xls และ CoreData-8 dd-mm-yyyy hh-mm-ss.xlsx และจากนั้นโปรแกรมก็จะดาวน์โหลดไฟล์ฐานข้อมูลอัปเดตล่าสุดบน Web Server ลงมาให้ เพื่อการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชต่อไป ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ขั้นตอน Data Loading กรณีที่มีโฟลเดอร์ มีไฟล์ฐานข้อมูลครบ

ขั้นตอนที่ 8 หลังจากที่ได้ตรวจสอบโฟลเดอร์ และตรวจสอบไฟล์ฐานข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณพร้อมแล้ว โปรแกรมจะเริ่มตรวจสอบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโปรแกรม CWR-RID 8 ใช้โปรแกรม Microsoft Excel รุ่นอะไร ถ้าใช้โปรแกรม Excel รุ่น 2003 จะดึงข้อมูลจากไฟล์ CoreData-8.xls ถ้าใช้โปรแกรม Excel 2007 ขึ้นไป จะดึงข้อมูลจากไฟล์ CoreData-8.xlsx จากนั้นจะเริ่มดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาเตรียมรอไว้ เพื่อการคำนวณ

ค่าความต้องการน้ำของพืช (ET) ต่อไป ส่วนประกอบของฐานข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลระยะเวลาและปริมาณน้ำเตรียมแปลง (LP) ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (R) รายจังหวัด ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) และข้อมูลค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) รายจังหวัด ดังรูปที่ 9

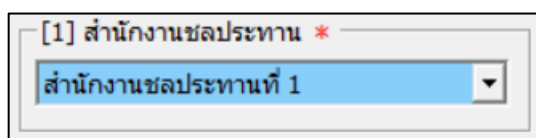


รูปที่ 9 ส่วนประกอบของฐานข้อมูลของโปรแกรม CWR-RID 8

วิธีใช้โปรแกรม

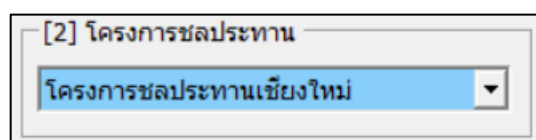
เริ่มต้นด้วยการ ดับเบิลคลิกที่ไอคอนของโปรแกรม CWR-RID 8 (Shortcut Icon) หลังจากนั้นผู้ใช้งานคลิกเลือก ที่ต้องการคำนวณตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คลิกเลือก สำนักงานชลประทาน (สำนักชลประทานที่ 1 – 17) ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 การคลิกเลือกข้อมูลสำนักงานชลประทาน

ขั้นตอนที่ 2 คลิกเลือก โครงการชลประทาน (โครงการชลประทานจังหวัด หรือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา) ซึ่งโปรแกรมจะแสดงเฉพาะโครงการฯ ที่ขึ้นอยู่กับ สำนักงานชลประทาน ที่เลือก ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การคลิกเลือกข้อมูลโครงการชลประทาน

ขั้นตอนที่ 3 คลิกเลือก ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา ที่ต้องการคำนวณ โดยโปรแกรมจะแสดงเฉพาะฝ่ายส่งน้ำฯ ที่ขึ้นอยู่กับโครงการชลประทาน ที่เลือก ดังรูปที่ 12

รูปที่ 12 การคลิกเลือกข้อมูลฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา

ขั้นตอนที่ 4 คลิกเลือก **จังหวัดที่ปลูกพืช** ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้เพาะปลูก หรือพื้นที่ที่ผู้ใช้งานต้องการคำนวณซึ่งจะแสดงเฉพาะจังหวัดที่สำนักงานชลประทานนั้น รับผิดชอบอยู่ในกรณีพื้นที่ปลูก หรือต้องการคำนวณ ไม่มีอยู่ในรายชื่อของจังหวัดที่มีมาให้ สามารถเลือกใช้จังหวัดใกล้เคียงแทนได้ ดังรูปที่ 13

รูปที่ 13 การคลิกเลือกพื้นที่จังหวัดที่ปลูกพืช

ขั้นตอนที่ 5 คลิกเลือก **ชนิดพืชที่ปลูก** ซึ่งประกอบด้วย พืชไร่ พืชผัก พืชสวน (ไม้ผล) พืชอาหารสัตว์ และพืชอื่น ๆ ซึ่งครอบคลุมพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในเขตพื้นที่ชลประทาน ในกรณีที่ไม่มีชื่อพืชที่ต้องการคำนวณในตัวเลือก ก็สามารถเลือกใช้พืชตัวแทนในกลุ่มเดียวกันได้ เช่น กลุ่มพืชไร่ กลุ่มพืชผัก ฯลฯ ดังรูปที่ 14

รูปที่ 14 การคลิกเลือกข้อมูลชนิดพืชที่ปลูก

ขั้นตอนที่ 6 คลิกเลือก **เวลาเตรียมแปลง** คือระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเตรียมดิน หน่วย วัน ค่ามาตรฐานของโปรแกรมกำหนดไว้อยู่ระหว่าง 1 – 15 วัน และ **น้ำเตรียมแปลง** คือปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ในการเตรียมดิน และอาจรวมถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการช่วยออกด้วย หน่วย มม. ค่ามาตรฐานของโปรแกรมกำหนดไว้อยู่ระหว่าง 50 – 100 มม. หากผู้ใช้งานไม่ต้องการที่จะคำนวณในส่วนนี้ ให้คลิกเลือก **ไม่คำนวณ** โปรแกรมจะละเว้นการคำนวณในส่วนนี้ไว้ ดังรูปที่ 15

หมายเหตุ: หากค่า **เวลาเตรียมแปลง** และ **น้ำเตรียมแปลง** ที่โปรแกรมกำหนดให้ดังกล่าว ไม่ครอบคลุมตามความต้องการของผู้ใช้งาน สามารถแก้ไขปรับปรุงฐานข้อมูลของโปรแกรมตามที่โปรแกรมกำหนดได้

รูปที่ 15 การคลิกเลือกข้อมูล ระยะเวลาเตรียมแปลง และปริมาณน้ำเตรียมแปลง

ขั้นตอนที่ 7 คลิกเลือก **วิธีการประมาณค่าฝนใช้การ** โดยโปรแกรมได้กำหนดวิธีการประมาณค่าฝนใช้การไว้ให้เลือกใช้งาน 3 วิธีการ คือ วิธีการของ Dependable Rainfall วิธีการของ USDA SCS และวิธีการของ Fixed Percentage 70% 80% และ 90% หากผู้ใช้งานไม่ประสงค์ที่จะคำนวณในส่วนนี้ให้คลิกเลือก **ไม่คำนวณ** โปรแกรมจะละเว้นการคำนวณในส่วนนี้ไว้ ดังรูปที่ 16

รูปที่ 16 การคลิกเลือกข้อมูลวิธีการประมาณค่าฝนใช้การ

ขั้นตอนที่ 8 พิมพ์ตัวเลข ขนาดพื้นที่เพาะปลูก (ไม่ต้องใส่เครื่องหมาย Comma (,)) ลงในกล่องข้อความที่กำหนดให้ (กล่องข้อความนี้รับเฉพาะค่าตัวเลขเท่านั้น) จากนั้นคลิกเลือก หน่วยของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งโปรแกรมกำหนดมาให้ใช้งานได้ 2 รูปแบบ คือ ไร่ และ ตารางเมตร ดังรูปที่ 17

รูปที่ 17 การป้อนข้อมูลขนาดพื้นที่เพาะปลูกและหน่วยของพื้นที่

ขั้นตอนที่ 9 คลิกเลือก วันที่-เดือน-ปี ค.ศ. ที่เริ่มปลูก ดังรูปที่ 18

รูปที่ 18 การคลิกเลือก วันที่-เดือน-ปี ค.ศ. ที่เริ่มปลูกพืช

ขั้นตอนที่ 10 พิมพ์ตัวเลข รอบเวรการส่งน้ำ หน่วย วัน ลงในกล่องข้อความที่กำหนดให้ (กล่องข้อความนี้รับเฉพาะค่าตัวเลขเท่านั้น) ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้ป้อนค่าดังกล่าว โปรแกรมจะกำหนดค่ารอบเวรการส่งน้ำเป็น 7 วัน โดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 19

รูปที่ 19 การป้อนข้อมูลรอบเวรการส่งน้ำ

ขั้นตอนที่ 11 หลังจากป้อนข้อมูลที่โปรแกรมต้องการจนครบถ้วน คลิกปุ่ม RUN และรอจนกว่าโปรแกรมจะคำนวณเสร็จ ดังรูปที่ 20

รูปที่ 20 การสั่งประมวลผลโปรแกรม

การแสดงผลการคำนวณ

1. ผลการคำนวณจะอยู่ในรูปแบบของแผ่นงานของโปรแกรม Excel โดยแผ่นงานที่ 1 (Sheet1) จะแสดงรายละเอียดผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณในแต่ละตัวแปรแบบรายวัน (แถบสีส้ม) ดังรูปที่ 21 และแสดงรายละเอียดผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณแบบสรุปตามรอบเวลาที่ผู้ใช้งานกำหนด (แถบสีฟ้า) ดังรูปที่ 22

1	[สำนัก : สำนักงานชลประทานที่ 1][โครงการ : โครงการชลประทานเชียงใหม่][ฝ่าย : ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3][สถานที่ปลูกพืช : เชียงใหม่]									
2	[ชนิดพืช : ข้าวโพดหวาน][ขนาดพื้นที่ : 100 ไร่][เวลาเตรียมแปลง : 5 วัน][น้ำเตรียมแปลง : 50 มม.][วิธีประมาณค่าฝนใช้การ : USDA SCS]									
3	ลำดับที่	วัน-เดือน-ปี	เตรียมแปลง	K _c - PenMon	ET _o - PenMon	ET (CWR)	ฝนใช้การ	น้ำชลประทาน	ขนาดพื้นที่	น้ำชลประทาน
4	-	-	มม.	-	มม.	มม.	มม.	มม.	ไร่	ลบ.ม.
5	1	01/11/2025	10					10	100	1600
6	2	02/11/2025	10					10	100	1600
7	3	03/11/2025	10					10	100	1600
8	4	04/11/2025	10					10	100	1600
9	5	05/11/2025	10					10	100	1600
10	6	06/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
11	7	07/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
12	8	08/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
13	9	09/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
14	10	10/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
15	11	11/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
16	12	12/11/2025		0.65	3.35	2.18	1.64	0.54	100	86.4
17	13	13/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
18	14	14/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
19	15	15/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
20	16	16/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
21	17	17/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
22	18	18/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
23	19	19/11/2025		0.68	3.35	2.28	1.64	0.64	100	102.4
24	20	20/11/2025		0.84	3.35	2.81	1.64	1.17	100	187.2
25	21	21/11/2025		0.84	3.35	2.81	1.64	1.17	100	187.2
26	22	22/11/2025		0.84	3.35	2.81	1.64	1.17	100	187.2

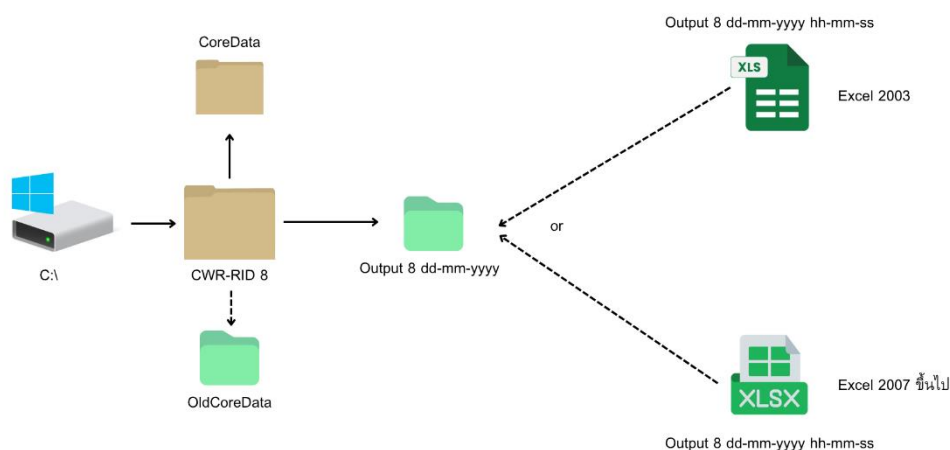
รูปที่ 21 ผลการคำนวณรายวัน

[สรุป ปริมาณน้ำที่รอบเวรการส่งน้ำ : 7 วัน]						
ลำดับที่	วัน-เดือน-ปี	เริ่มต้น	วัน-เดือน-ปี	สิ้นสุด	จำนวนวัน	ปริมาณน้ำชลประทาน
-	-	-	-	-	-	ลบ.ม.
1	01/11/2025	07/11/2025	7	8172.8	7	8172.8
2	08/11/2025	14/11/2025	7	636.8	14	8809.6
3	15/11/2025	21/11/2025	7	886.4	21	9696
4	22/11/2025	28/11/2025	7	1473.6	28	11169.6
5	29/11/2025	05/12/2025	7	2700.8	35	13870.4
6	06/12/2025	12/12/2025	7	3432	42	17302.4
7	13/12/2025	19/12/2025	7	3574.4	49	20876.8
8	20/12/2025	26/12/2025	7	3489.6	56	24366.4
9	27/12/2025	02/01/2026	7	3328	63	27694.4
10	03/01/2026	09/01/2026	7	3057.6	70	30752
11	10/01/2026	16/01/2026	7	2329.6	77	33081.6
12	17/01/2026	21/01/2026	5	1464	82	34545.6

รูปที่ 22 ผลการคำนวณตามรอบเวลาที่กำหนด

2. หลังจากทีโปรแกรมคำนวณเสร็จ จะทำการสร้างไฟล์เดอร์สำหรับเก็บไฟล์ผลลัพธ์จากการคำนวณ โดยกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูล วันละ 1 ไฟล์เดอร์ เมื่อเริ่มต้นรอบวันใหม่ (ตั้งแต่เวลา 00:00 น. ของทุกวัน) โปรแกรมจะสร้างไฟล์เดอร์ใหม่สำหรับจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์ของวันนั้น ทั้งนี้ หากระบบตรวจพบว่าไฟล์เดอร์ของวันดังกล่าวได้ถูกสร้างไว้แล้ว โปรแกรมจะดำเนินการจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์ลงในไฟล์เดอร์เดิม โดยไม่ทำการสร้างไฟล์เดอร์ใหม่ และรูปแบบการตั้งชื่อไฟล์เดอร์ คือ C:\CWR-RID 8\Output + วันที่ + เดือน + ปี ดังรูปที่ 23

3. ไฟล์ผลลัพธ์ที่คำนวณได้จะถูกบันทึกไว้ที่ไฟล์เดอร์ตามข้อ 2 โดยจะตั้งชื่อไฟล์ Output + วันที่ + เดือน + ปี + เวลา เป็น ชั่วโมง + นาที + วินาที นามสกุลไฟล์ .xls หรือ .xlsx ตามรุ่นของโปรแกรม Excel และตามเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้คำนวณอยู่ในขณะนั้น ดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 กระบวนการจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์

เงื่อนไขการใช้งาน

1. ใช้คำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช (ET) เฉพาะพืชที่มีการทำวิจัยฯ เพื่อหาค่า K_c จากฝ่ายวิจัยการใช้ น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยาเท่านั้น เว้นแต่ในกรณีที่พืชที่ ต้องการคำนวณไม่มีอยู่ในตัวเลือกของโปรแกรม ก็สามารถประมาณค่าความต้องการน้ำจากพืชที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือจากข้อมูลการใช้น้ำของพืชเพิ่มเติม และข้อมูลการใช้น้ำของพืชรายภาคเล่ม 1-5 ที่แนบมาพร้อมกับชุดติดตั้ง แทนได้

2. วิธีการประมาณค่าฝนใช้การ โปรแกรมจะมีให้เลือกใช้งาน 3 วิธีการ คือ

2.1 วิธีการของ **Dependable Rainfall** ดังสมการที่ 1 และ ดังสมการที่ 2 โดยสมการที่ 1 จะใช้ คำนวณค่าฝนใช้การเมื่อปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยมีค่ามากกว่า 16.667 มม. ถ้าน้อยกว่าถือว่าไม่มีค่าฝนใช้การ

$$Reff = 0.6 \times R_{month} - 10 \text{ ในกรณีที่ } R_{month} \leq 70 \text{ mm} \text{ ----- (1)}$$

$$Reff = 0.8 \times R_{month} - 24 \text{ ในกรณีที่ } R_{month} > 70 \text{ mm} \text{ ----- (2)}$$

เมื่อ

$Reff$ = ปริมาณฝนใช้การรายเดือน หน่วย มม.

R_{month} = ปริมาณฝนรายเดือน หน่วย มม.

ที่มา: Dastane, N.G. (1974). Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 25. Rome, ITALY.

2.2 วิธีการของ **USDA SCS** เป็นวิธีที่พัฒนาโดย The U.S. Department of Agriculture's Soil Conservation Service ซึ่งพิจารณาจากองค์ประกอบของดินในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นหลัก (ดังนั้นวิธีนี้จึง อาจจะไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในประเทศไทยมากนัก แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ใช้โปรแกรมด้วย) ดังสมการที่ 1 และสมการที่ 2

$$Reff = R_{tot} \times [(125 - 0.2 \times R_{tot}) / 125]$$

$$Reff = 125 + 0.1 \times R_{tot}$$

$$\text{ในกรณีที่ } R_{tot} < 250 \text{ มม. ---- (1)}$$

$$\text{ในกรณีที่ } R_{tot} \geq 250 \text{ มม. ---- (2)}$$

เมื่อ

R_{eff} = ปริมาณฝนใช้การรายเดือน หน่วย มม.

R_{tot} = ปริมาณฝนรายเดือน หน่วย มม.

ที่มา: Dastane, N.G. (1974). Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 25. Rome, ITALY.

2.3 วิธีการของ **Fixed Percentage of Rainfall** เป็นวิธีประมาณค่าฝนใช้การที่ค่อนข้างหยากกว่าวิธีอื่น โดยกำหนดค่าของเปอร์เซ็นต์ของฝนจริงที่ตรวจวัดได้ไว้ดังนี้ 70% 80% และ 90% ดังสมการที่ 3

$$R_{eff} = \text{Fixed Percentage} \times R_{tot} \text{ ---- (3)}$$

เมื่อ

R_{eff} = ปริมาณฝนใช้การรายเดือน หน่วย มม.

R_{tot} = ปริมาณฝนรายเดือน หน่วย มม.

Fixed Percentage = 0.70 0.80 และ 0.90 (70% 80% และ 90%)

ที่มา: Dastane, N.G. (1974). Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 25. Rome, ITALY.

3. ไม่สามารถคำนวณการวางแผนการส่งน้ำให้กับพืชได้ตลอดทั้งปี หรือการวางแผนครั้งเดียวหลายชนิดของพืชได้ แต่สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการส่งน้ำในภาพรวมของโครงการชลประทาน หรือพื้นที่เพาะปลูกเพียง 1 พื้นที่ หากต้องการวางแผนแบบละเอียดแนะนำให้ใช้งานโปรแกรม WAPF

4. ในกรณีที่ผู้ใช้งานโปรแกรม CWR-RID 8 ไม่มีไฟล์ฐานข้อมูลอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จะไม่สามารถใช้งานโปรแกรมได้ เพราะโปรแกรมจะไม่สามารถดาวน์โหลดฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชให้กับท่านได้

5. โปรแกรม CWR-RID 8 นี้ การคำนวณค่าความต้องการน้ำของข้าวจะถูกตัดออกไป ไม่สามารถคำนวณได้ หากต้องการคำนวณค่าความต้องการน้ำของข้าว แนะนำให้ใช้โปรแกรม CWR-RID Rice แทน

6. ไม่สามารถคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องใช้สำหรับกิจกรรมอื่น ๆ เช่น บ่อปลา บ่อกัก อุปโภค – บริโภค ท้องเที่ยว อุตสาหกรรม หรืออื่น ๆ ได้ แนะนำให้ใช้งานโปรแกรม WAPF

ติดต่อสอบถาม

ผู้ดำเนินการ ด้านการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม
 ชื่อ-นามสกุล นายดิษฐพล บุญชุม ตำแหน่ง วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
 สังกัด ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการพัฒนาแหล่งน้ำ
 ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
 Email: dittapon@hotmail.com

ผู้ร่วมดำเนินการ ด้านการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม
 ชื่อ-นามสกุล นายสกานต์ ธรรมประณัฐ ตำแหน่ง วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
 สังกัด ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการพัฒนาแหล่งน้ำ
 ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
 Email: sakantumpraneesuk2@gmail.com

ผู้ร่วมดำเนินการ ด้านการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรม
 ชื่อ-นามสกุล นางสาวจิรัชญา เจ๊ะแหวสวรี ตำแหน่ง วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
 สังกัด ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการพัฒนาแหล่งน้ำ
 ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
 Email: Jiratchy1997@gmail.com

ที่ปรึกษา

ชื่อ-นามสกุล นายณณพล สีตบุตร ตำแหน่ง วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ
 สังกัด ฝ่ายวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมการพัฒนาแหล่งน้ำ
 ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรม สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
 Email: tom.sitaputra@yahoo.com

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2556). เอกสารคู่มือการปฏิบัติงานด้านจัดสรรน้ำ เล่มที่ 7/16 คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- เจษฎา แก้วกัลยา. (2527). เอกสารประกอบการบรรยาย โครงการฝึกอบรมการจัดการน้ำชลประทาน เล่มที่ 1 ความต้องการน้ำชลประทาน, ณ ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม: (2527, 14 มีนาคม - 27 กันยายน). กรมชลประทาน.
- ฉันทวุฒิ พิษผล, พิชิต สันติกุลานนท์. (2543). คู่มือเรียน Visual Basic 6 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เอช เอ็น กรุ๊ป.
- บัญชา ปะสีละเตสัง. (2554). พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Visual Basic 2010. กรุงเทพฯ: วี. พรีน (1991).
- ปรเมศร์ อมาตยกุล. (2549). การประมาณค่าฝนใช้การรายเดือนที่มีความเชื่อมั่นว่าเป็นไปได้ร้อยละ 80 ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2526). หลักการชลประทาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศุภชัย สมพานิช. (2554). การเขียนโปรแกรมอย่างมีอาชีพด้วย .NET Framework (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: โอดีชีวา
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย. (2524). เอกสารประกอบการฝึกอบรมการชลประทานระดับปรีนา.
- สน. ก!. (2558). พจนานุกรมคำศัพท์คอมพิวเตอร์ (Sanook! Dictionary). [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: <http://dictionary.sanook.com/search/dict-computer/ooop>, (2558, 9 กรกฎาคม).
- ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน. (2551). คู่มือการใช้งานโปรแกรมคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน. (2554). คู่มือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง และค่าสัมประสิทธิ์พืช. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน. (2554). ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธีของ Penman Monteith. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน. (2551). ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- สัจจะ จรัสรุ่งรวิตร. (2554). คู่มือเรียนและใช้งาน Visual Basic 2010 (พิมพ์ครั้งที่ 1). นนทบุรี: โอดีชีวา
- อภันตรี ยุทธพันธ์. (2551). การพยากรณ์ศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข “Unified”. กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- อำนาจ นุตตะมาน. (2552). พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย VB.NET กับ Excel. กรุงเทพฯ: วี. พรีน (1991).
- Allen, R., Pereira, L.A., Raes, D. and Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome, Italy.
- Dastane, N.G. (1974). Effective rainfall in irrigated agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 25. Rome, ITALY, cited in Wane, S.S. and Nagdeve, M.B. (2014). Estimation of evapotranspiration and effective rainfall using CROPWAT.
- Jensen, M.E., Burman, R.D. and Allen, R.G. (1990). Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70. New York: American Society of Civil Engineers: p.332, อ้างถึงใน
- อภันตรี ยุทธพันธ์. (2551). การพยากรณ์ศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข “Unified”. กรุงเทพฯ: กรมอุตุนิยมวิทยา.
- Kasam, A. and Smith, M. (2001). FAO Methodologies on Crop Water Use and Crop Water Productivity. Expert Meeting on Crop Water Productivity, Rome 3-5 December 2007. FAO Paper No CWP-M07: P.18, อ้างถึงใน อภันตรี ยุทธพันธ์. (2551). การพยากรณ์ศักยภาพการ

คายระเหยน้ำของพืชโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข “Unified”. กรุงเทพฯ: กรม
อุตุนิยมวิทยา.

Wane, S.S. and Nagdeve, M.B. (2014). Estimation of evapotranspiration and effective rainfall using CROPWAT. *Internat. J. Agric. Engg.*, 7(1): 23 - 26

