



**คู่มือการปฏิบัติงาน
(Work Manual)**

เล่มที่ 7/16

คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช

กระบวนการสร้างคุณค่า
กระบวนการบริหารจัดการน้ำ
กรมชลประทาน

คำนำ

อ้างถึงคำสั่งกรมชลประทานที่ ข 322 / 2554 ลงวันที่ 25 เมษายน 2554 เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการติดตามและกำกับดูแลการดำเนินการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ (Steering Committee) และ คณะทำงานพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ (Working Team) กรมชลประทาน ทั้ง 7 หมวด ซึ่งคณะกรรมการฯ ดังกล่าวได้มีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำ โดยมี จุดประสงค์เพื่อให้การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานตามแผนพัฒนาองค์กร หมวด 6 ประจำปี 2554 เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่จะยกระดับการปฏิบัติงานให้มีระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จึงได้ ดำเนินการจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำจำนวนทั้งสิ้น 16 เล่ม ซึ่ง คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช เป็นเล่ม ที่ 7/16 ในคู่มือดังกล่าว คือ

1. เล่มที่ 1/16 คู่มือการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านการจัดสรรน้ำของโครงการ ชลประทาน
2. เล่มที่ 2/16 คู่มือการประเมินปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ
3. เล่มที่ 3/16 คู่มือการประเมินน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆ
4. เล่มที่ 4/16 คู่มือการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation)
5. เล่มที่ 5/16 คู่มือการวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Study)
6. เล่มที่ 6/16 คู่มือการคำนวณฝนใช้การ (Effective Rainfall)
7. เล่มที่ 7/16 คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช
8. เล่มที่ 8/16 คู่มือการประเมินการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ
9. เล่มที่ 9/16 คู่มือการจัดทำโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves)
10. เล่มที่ 10/16 คู่มือการวางแผนติดตามและประเมินผลการส่งน้ำรายสัปดาห์ (WASAM)
11. เล่มที่ 11/16 คู่มือการประชาสัมพันธ์แผนการจัดสรรน้ำ
12. เล่มที่ 12/16 คู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำของโครงการชลประทาน
13. เล่มที่ 13/16 คู่มือการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน
14. เล่มที่ 14/16 คู่มือการวัดปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำชลประทานและการสอบเทียบอาคารชลประทาน
15. เล่มที่ 15/16 คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน
16. เล่มที่ 16/16 คู่มือการพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการโครงการ

คณะทำงานฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางการปฏิบัติงาน เพื่อบรรลุเป้าหมายของการพัฒนาศักยภาพการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพต่อไป

คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำ

สิงหาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
1. วัตถุประสงค์	1
2. ขอบเขต	1
3. คำจำกัดความ	2
4. หน้าที่รับผิดชอบ	3
5. ฝั่งกระบวนการ	4
6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5
7. มาตรฐานงาน	13
8. ระบบติดตามประเมินผล	13
9. เอกสารอ้างอิง	13
10. แบบฟอร์มที่ใช้	13
11. ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	14
ภาคผนวก ข ข้อมูลค่า K_c และค่า ET_o Penman Monteith	24
ภาคผนวก ค แหล่งที่มาของโปรแกรม CWR-RID	39
ภาคผนวก ง รายชื่อผู้จัดทำคู่มือ	41

คู่มือการปฏิบัติงาน

คู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่ออำนวยความสะดวกในการคำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่าง ๆ โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) และค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) ที่คำนวณได้จากสูตร Penman Monteith (FAO) มาใช้ในการคำนวณร่วมกับข้อมูลทางสภาพภูมิประเทศของพื้นที่หรือทำเลที่ตั้งของโครงการชลประทานหรือพื้นที่ที่ต้องการทราบความต้องการใช้น้ำของพืช

1.2 สามารถใช้คำนวณหาความต้องการใช้น้ำของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ครอบคลุมทุกพื้นที่ทั่วประเทศ

2. ขอบเขต

โปรแกรมคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช (CWR-RID) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยให้การคำนวณความต้องการน้ำของพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่ปลูกในเขตชลประทานเพื่อนำไปใช้วางแผนการส่งน้ำในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำต้นทุนหรือพื้นที่เพาะปลูก CWR-RID เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายและสะดวกรวดเร็ว โดยใช้ข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของโครงการชลประทาน ชนิดของพืช พื้นที่และช่วงเวลาปลูกหรือตามการวางแผนการส่งน้ำ เป็นต้น

การคำนวณความต้องการน้ำของพืช จะใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) ของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) รายเดือนที่ได้จากวิธีการ Penman Monteith นำมาคำนวณ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าความลึกของน้ำที่พืชต้องการหรือที่ต้องส่งให้กับพืช มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อวัน หรือคิดเป็นปริมาณน้ำทั้งหมดมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะแสดงอยู่ในรูปของกระดาษคำนวณ (Microsoft Excel Sheet) ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดสรรน้ำหรือวางแผนการใช้น้ำต่อไปได้สะดวก

3. คำจำกัดความ

คำจำกัดความหรือข้อกำหนดของการใช้งานโปรแกรม CWR-RID มีดังนี้

3.1 ใช้คำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชได้เพียง 21 ชนิดเท่านั้น โดยอยู่ในกลุ่มของ ข้าว พืชไร่ พืชผักที่เป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่ปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศ ในกรณีที่พืชที่ต้องการคำนวณไม่มีอยู่ในตัวเลือกของโปรแกรมฯ ก็สามารถประมาณค่าความต้องการใช้น้ำจากพืชที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือจากข้อมูลการใช้น้ำของพืชเพิ่มเติมและข้อมูลการใช้น้ำของพืชรายภาคเล่ม 1-5 ที่แนบมาพร้อมกับชุดติดตั้งแทนได้

3.2 ค่าความต้องการใช้น้ำของพืชที่ได้จากการคำนวณจะเป็นปริมาณความต้องการน้ำสุทธิของพืชจริง ณ แปลงเพาะปลูกหรือแปลงนา ทั้งนี้

- ยังไม่ได้หักค่าฝนใช้การ(Effective Rainfall: ER)
- ยังไม่ได้รวมค่า การสูญเสีย เช่น รั่วซึม ฯลฯ
- ยังไม่ได้คิดค่าประสิทธิภาพการชลประทาน (IRR.Eff)

3.3 ผลการคำนวณสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับวางแผนการส่งน้ำในภาพรวมของโครงการชลประทานหรือพื้นที่เพาะปลูกเท่านั้น ซึ่งยังไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับจัดสรรน้ำให้สอดคล้องกับแผนการปลูกพืชเป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือนได้

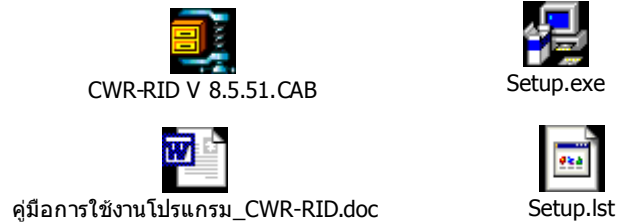
3.4 ผู้ใช้งานไม่สามารถปรับปรุงหรือปรับแก้โปรแกรมและฐานข้อมูลของตัวโปรแกรม CWR-RID ให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งานตามความเป็นจริงได้

3.5 ความต้องการของระบบปฏิบัติการ

- Microsoft Windows XP sp2 or higher operating system
- Pentium class system (CPU)
- 256 MB of RAM
- At least 50 MB of free disk space
- Microsoft Office Professional (Thai Edition) ที่ประกอบด้วย Microsoft Word และ Microsoft Excel

3.6 ส่วนประกอบของโปรแกรม CWR-RID ประกอบด้วยไฟล์หลัก 2 ส่วน ได้แก่

3.6.1 ไฟล์ข้อมูลสำหรับการติดตั้งตัวโปรแกรม CWR-RID 4 ไฟล์ คือ



3.6.2 ไฟล์ข้อมูลสำหรับสนับสนุนการคำนวณ 3 ไฟล์ คือ



4. หน้าที่ความรับผิดชอบ

หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบในการหาค่าการใช้น้ำของพืช เพื่อนำไปใช้ประกอบรายการและการวางแผนบริหารจัดการน้ำในระดับโครงการชลประทานภายใต้สำนักชลประทานที่ 1-17 ได้แก่ ผู้อำนวยการส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา ผู้อำนวยการโครงการฯ ฝ่ายบริหารและจัดการน้ำ ฝ่ายจัดสรรน้ำและปรับปรุงระบบชลประทาน เป็นต้น



5. ผังกระบวนการ

ลำดับ ที่	ผังกระบวนการ	ระยะเวลา	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ
1	<pre> graph TD Start([เริ่มกระบวนการ รวบรวมข้อมูล]) </pre>	15 วันทำการ	รวบรวมข้อมูล : 1. ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก (ไร่) 2. ช่วงเวลาการเพาะปลูก (วัน เดือนปีที่เริ่มปลูกจนถึง เก็บเกี่ยวหรือหยุดส่งน้ำ)	- ผอ.คป./ผอ.คบ. - ฟจน.คป./ฟจน.คบ. - ฝสบ.คป. - ฝสบ.คบ.
2	<pre> graph TD Step1([เริ่มกระบวนการ รวบรวมข้อมูล]) --> Step2[กำหนด การใช้น้ำของพืช] </pre>	5 วันทำการ	กำหนดการใช้น้ำของพืช	- ผอ.คป./ผอ.คบ. - ฟจน.คป./ฟจน.คบ. - ฝสบ.คป. - ฝสบ.คบ.
3	<pre> graph TD Step2[กำหนด การใช้น้ำของพืช] --> Step3{ตรวจสอบ ความถูกต้อง} Step3 -- ใช่ --> Step4([สิ้นสุดกระบวนการ จัดทำรายงาน]) Step3 -- ไม่ใช่ --> Step2 </pre>	5 วันทำการ	ตรวจสอบความถูกต้อง	- ผอ.คป./ผอ.คบ. - ฟจน.คป./ฟจน.คบ. - ฝสบ.คป. - ฝสบ.คบ.
4	<pre> graph TD Step3{ตรวจสอบ ความถูกต้อง} -- ใช่ --> Step4([สิ้นสุดกระบวนการ จัดทำรายงาน]) </pre>	15 วันทำการ	รวบรวมผลการคำนวณที่ได้ จัดทำรายงานหรือนำไปปรับใช้ ร่วมกับการวางแผนการส่งน้ำฯ	- อธช. - รรช. - ฝส.อน. - ผนช.



6. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

6.1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

6.1.1 ข้อมูลที่มีอยู่ในส่วนของตัว โปรแกรม CWR-RID

- ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) โดยสูตร Penman Monteith
- ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) โดยสูตร

Penman Monteith

6.1.2 ข้อมูลภายนอกที่ต้องการเพิ่ม

- ข้อมูลของสำนักชลประทาน โครงการชลประทาน ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา และพื้นที่จังหวัดที่รับผิดชอบ

- ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)
- ช่วงเวลาการเพาะปลูก (วันเดือนปีที่เริ่มเพาะปลูก)

6.2 การติดตั้งโปรแกรม CWR-RID

6.2.1 ตัวโปรแกรม CWR-RID จะมาพร้อมกับ Package ชุดติดตั้ง (Setup.exe) เพื่อช่วยให้การติดตั้งโปรแกรม CWR-RID ทำได้ง่ายและรวดเร็ว

6.2.2 ต้นฉบับของตัวโปรแกรม CWR-RID จะถูกบีบอัดให้อยู่ในรูปของไฟล์ที่มีนามสกุล *.zip หรือ *.rar ก่อนทำการติดตั้งจะต้องทำการแตกไฟล์ออกมา ไปเก็บไว้ที่ Folder ที่กำหนดขึ้นเอง โดยใช้โปรแกรม winzip หรือ winrar


6.2.3 เมื่อแตกไฟล์ออกมาได้แล้วให้ Double Click ที่ Setup.exe เพื่อเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม CWR-RID ซึ่งโปรแกรมจะถูกกำหนดให้ติดตั้งไว้ที่ C:\Program Files\CWR-RID และ Folder สำหรับเก็บผลการคำนวณจะถูกติดตั้งไว้ที่ C:\CWR-RID_Output

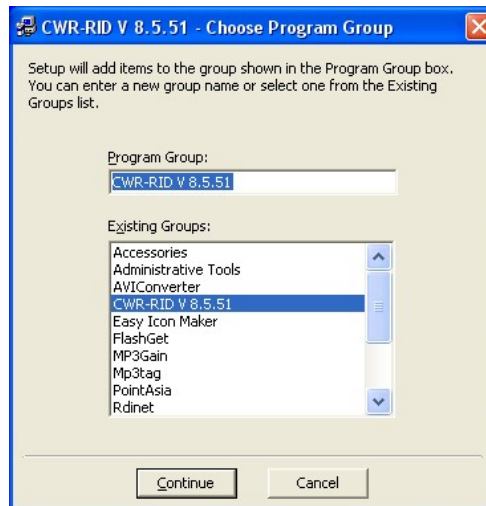
6.2.4 ทำตามขั้นตอนที่โปรแกรมติดตั้งแนะนำจนการติดตั้งเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- Double Click ที่ Setup.exe ให้กดปุ่ม OK เพื่อเริ่มการติดตั้ง

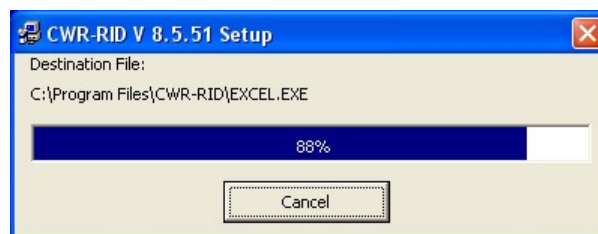


เพื่อทำงานต่อ

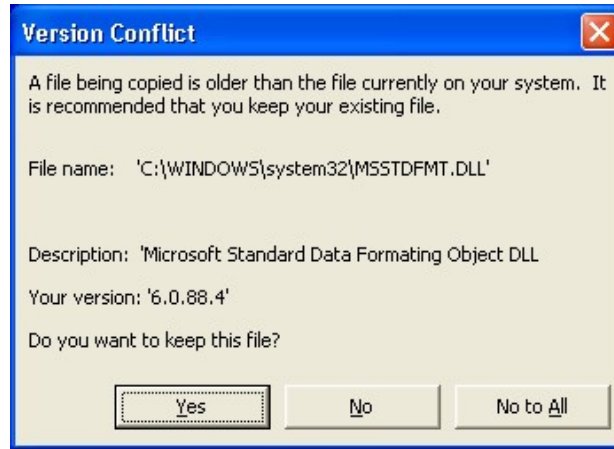
- Click ที่ปุ่ม logo  เพื่อเริ่มการติดตั้ง และเลือก Program Group และกดปุ่ม Continue



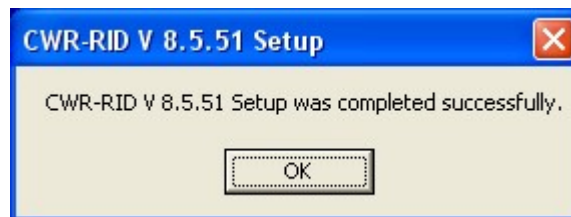
- โปรแกรมติดตั้งเริ่ม Copy files ไปยัง Folder ที่กำหนด



- ในกรณีที่แสดง Version Conflict ให้กดเลือก Yes



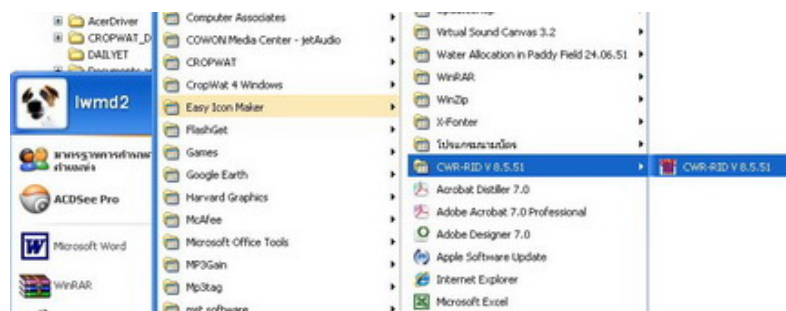
- เมื่อโปรแกรมช่วยติดตั้ง ติดตั้งโปรแกรม CWR-RID vx.x.xx เสร็จสมบูรณ์แล้ว ให้กดปุ่ม OK



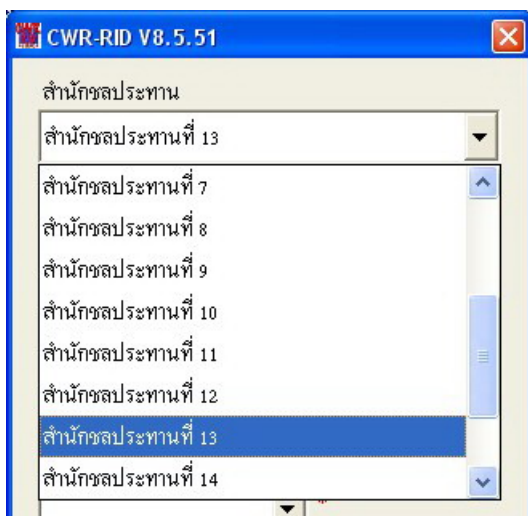
6.3 การเริ่มใช้งานโปรแกรม CWR-RID

6.3.1 การเริ่มใช้งานโปรแกรม สามารถทำได้โดยมีขั้นตอน ดังนี้

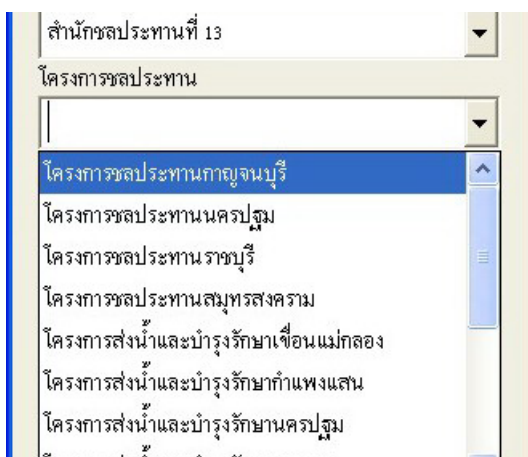
Start → All Programs → CWR-RID xx.xx.xx → CWR-RID xx.xx.xx → click



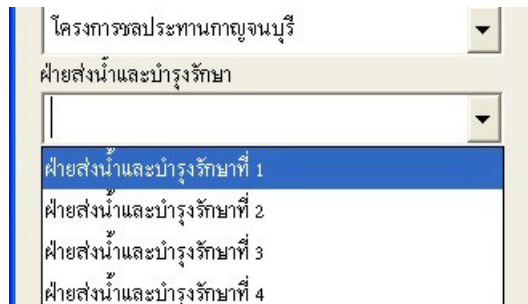
6.3.2 ทำการเลือก **สำนักชลประทาน** โดยการ Click ที่ปุ่ม Drop down เพื่อเลือกสำนักชลประทานที่ต้องการคำนวณ



6.3.3 ทำการเลือก **โครงการชลประทาน** (โครงการชลประทานจังหวัด หรือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา) ซึ่งโปรแกรมจะแสดงเฉพาะโครงการฯ ที่ขึ้นอยู่กับสำนักชลประทาน ที่ได้เลือกไปก่อนหน้านี้

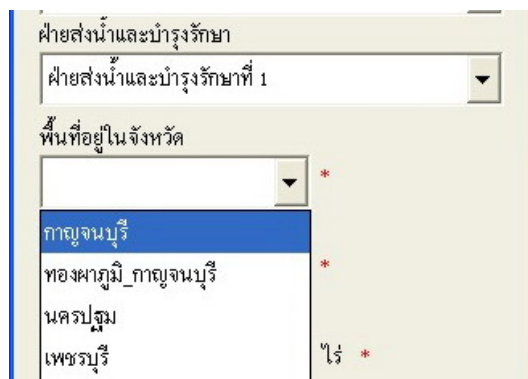


6.3.4 ทำการเลือก **ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา** ที่ต้องการคำนวณ โดยโปรแกรมจะแสดงเฉพาะฝ่ายส่งน้ำฯ ที่ขึ้นอยู่กับโครงการชลประทาน ที่เลือกไปก่อนหน้านี้



6.3.5 ทำการเลือก **พื้นที่อยู่ในจังหวัด** ที่เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ใช้เพาะปลูกหรือที่ต้องการคำนวณ ซึ่งจะแสดงเฉพาะจังหวัดที่สำนักชลประทานนั้น รับผิดชอบอยู่

ในกรณีพื้นที่ปลูก หรือ ต้องการคำนวณ ไม่มีอยู่ในรายชื่อของจังหวัดที่มีมาให้ สามารถเลือกใช้จังหวัดใกล้เคียงแทนได้



6.3.6 ทำการเลือก **ชนิดพืชที่ปลูก** ซึ่งประกอบด้วย ข้าว พืชไร่และพืชผัก จำนวน 21 พืช ซึ่งครอบคลุมพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในเขตพื้นที่ชลประทาน

ในกรณีที่ไม่มีชื่อพืชที่ต้องการคำนวณอยู่ในตัวเลือก ก็สามารถเลือกใช้พืชตัวแทนในกลุ่มเดียวกันได้ เช่น กลุ่มข้าว กลุ่มพืชไร่ กลุ่มพืชผัก ฯลฯ



พื้นที่อยู่ในจังหวัด
 กาญจนบุรี *
 ชนิดพืชที่ปลูก
 *
 ข้าว กข.
 ข้าวขาวดอกมะลิ 105
 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
 ข้าวโพดหวาน *
 ข้าวเหนียว
 ข้าวเจ้า

6.3.7 ทำการกรอก **พื้นที่เพาะปลูก** ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ โดยให้ระบุจำนวนพื้นที่ที่ต้องการเพาะปลูก หรือ ต้องการคำนวณ มีหน่วยเป็นไร่ (ห้ามใส่เครื่องหมายใดๆ)

พื้นที่อยู่ในจังหวัด
 กาญจนบุรี *
 ชนิดพืชที่ปลูก
 ข้าวโพดหวาน *
 พื้นที่เพาะปลูก
 2500 ไร่ *
 วัน-เดือน-ปี ที่เริ่มปลูก

6.3.8 ทำการเลือก **วัน-เดือน-ปี ที่เริ่มปลูก** โดยการเลือก ช่วงเวลาที่เริ่มปลูกพืชชนิดนั้น ๆ เป็น วัน เดือน และปี พ.ศ. เพื่อใช้ในการคำนวณหาอายุพืชแต่ละชนิดตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว โดยโปรแกรม CWR-RID จะคำนวณและแสดงผลความต้องการใช้น้ำของพืชเป็นรายสัปดาห์

พื้นที่เพาะปลูก
 2500 ไร่ *
 วัน-เดือน-ปี ที่เริ่มปลูก
 4 *
 มกราคม
 กุมภาพันธ์
 มีนาคม
 เมษายน
 พฤษภาคม
 มิถุนายน
 กรกฎาคม
 สิงหาคม
 กันยายน
 ตุลาคม
 พฤศจิกายน
 ธันวาคม
 การคำนวณ

6.3.9 เมื่อทำการเลือกและกรอกข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กดปุ่ม **คำนวณ** เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณความต้องการน้ำของพืช

วัน-เดือน-ปี ที่เริ่มปลูก

4 เมษายน 2551 *

คำนวณ จบการคำนวณ

กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน
สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
กรมชลประทาน สามเสน

6.3.10 ในกรณีที่ การเลือก หรือ การกรอกข้อมูลเกิดผิดพลาด ไม่ว่าจะ เป็นขั้นตอนใดก็ตาม ให้กดปุ่มเลือก **จบการคำนวณ** เพื่อปิดโปรแกรม และให้เริ่มการใช้งานโปรแกรม CWR-RID ใหม่ ตามหัวข้อ 1) เพราะโปรแกรมไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ป้อนเข้าไปก่อนหน้านี้ได้

6.4 การแสดงผลการคำนวณ

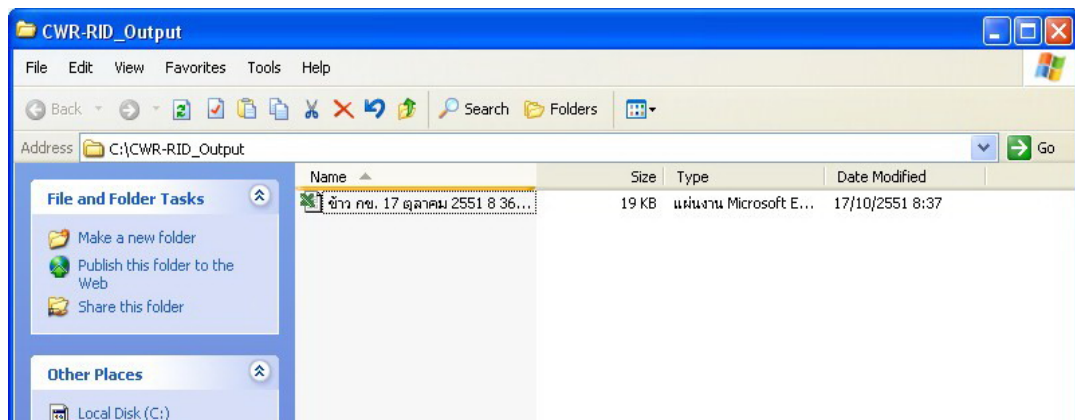
เมื่อกดปุ่ม **คำนวณ** โปรแกรม CWR-RID จะทำการคำนวณหาความต้องการน้ำของพืชโดยเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งาน

การแสดงผลการคำนวณ จะอยู่ในรูปแบบของ Microsoft Excel Sheet ที่ถูกตั้งชื่อให้ตรงกับพืช และวัน เดือน ปีและเวลาที่คำนวณเสร็จ โดยแสดงค่าความต้องการน้ำของพืชเป็นรายสัปดาห์ตลอดอายุพืช นอกจากนี้ยังแสดงรายละเอียดผลการคำนวณอื่น ๆ ได้แก่ ข้อมูลโครงการชลประทาน ชนิดพืช พื้นที่เพาะปลูก ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop coefficient; Kc) ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) ค่าการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration; ET) เป็นต้น



สัปดาห์	วัน-เดือน-ปี	วัน-เดือน-ปี	Kc	ETo Pen-Mon (มม/วัน)	ET (มม/วัน)	ET (มม/สัปดาห์)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม.)
1	4-1ม.ย.-51	10-1ม.ย.-51	0.65	5.64	3.67	25.69	2,500.00	102,760.00
2	11-4ม.ย.-51	17-4ม.ย.-51	0.68	5.64	3.84	26.88	2,500.00	107,520.00
3	18-4ม.ย.-51	24-4ม.ย.-51	0.84	5.64	4.74	33.18	2,500.00	132,720.00
4	25-4ม.ย.-51	1-พ.ค.-51	0.99	5.55	5.49	38.43	2,500.00	153,720.00
5	2-พ.ค.-51	8-พ.ค.-51	1.16	5.04	5.85	40.95	2,500.00	163,800.00
6	9-พ.ค.-51	15-พ.ค.-51	1.22	5.04	6.15	43.05	2,500.00	172,200.00

Folder ที่ใช้จัดเก็บผลการคำนวณของ โปรแกรม CWR-RID จะถูกสร้างขึ้นในขณะที่ทำการติดตั้ง โดยจะปรากฏอยู่ที่ C:\CWR-RID_Output



6.5 การถอนการติดตั้งโปรแกรม CWR-RID

สำหรับ Microsoft Windows XP การถอนการติดตั้ง สามารถทำได้โดยใช้ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ไปที่ Start → Control Panel → Add or Remove Programs

- เลือก CWR-RID vx.x.xx
- เลือก Change/Remove
- ทำตามคำแนะนำจนกว่าการถอนการติดตั้งจะเสร็จสิ้น

7. มาตรฐานงาน

ข้อมูลหรือผลการคำนวณที่ได้มีความถูกต้องและครบถ้วนตามที่โปรแกรมกำหนด

8. ระบบติดตามประเมินผล

ผู้รับผิดชอบการดำเนินงานจะเป็นผู้ติดตามการใช้น้ำของพืชโดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณกับค่าการใช้น้ำของพืชในแปลงปลูกจริง ทั้งนี้หน่วยงานที่รับผิดชอบของสำนักชลประทานที่ 1-17 เป็นผู้รายงานผลความก้าวหน้า สภาพปัญหาและอุปสรรคเพื่อใช้เป็นแนวทางปรับปรุงการวางแผนบริหารจัดการน้ำและใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในฤดูกาลเพาะปลูกปีต่อ ๆ ไป

9. เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2551. คำสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธี Penman-Monteith, กรุงเทพฯ

_____. 2551. คู่มือการใช้งาน โปรแกรมคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืช(CWR-RID v.8.5.51), กรุงเทพฯ

_____. 2554. คู่มือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและค่าสัมประสิทธิ์พืชนับปรับปรุง, กรุงเทพฯ

_____. 2554. ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธีของ Penman Monteith (Reference Crop Evapotranspiration by Penman Monteith) ฉบับปรับปรุง, กรุงเทพฯ

10. แบบฟอร์มที่ใช้

สามารถใช้ข้อมูลป้อนลงในโปรแกรมโดยไม่ต้องทำแบบฟอร์มเพิ่ม โดยใช้ข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลจากแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลพื้นฐานตามคู่มือเล่ม 1/16 คือ งส.จษ.1/28 และ งส.จษ.2/28



ภาคผนวก ก
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหยน้ำของพืช (Consumptive use or Crop Evapotranspiration; ET) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูกโดยกระบวนการคายน้ำของพืชและการระเหย ซึ่งมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำต่อหน่วยเวลา หรือปริมาตรของน้ำต่อหน่วยเวลาต่อหน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตรต่อวัน หรือ ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เป็นต้น หากต้องการทราบค่าการใช้น้ำของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งที่ปลูก ณ สถานที่ใดสถานที่หนึ่งแล้ว ก็จำเป็นต้องทำการศึกษาทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เพื่อให้ทราบค่าดังกล่าวอย่างถูกต้องและเหมาะสมกับท้องถิ่นนั้น ๆ อย่างไรก็ตามการที่จะทำการศึกษาวิจัยทดลองในทุกพื้นที่นั้นอาจทำได้ยากทั้งนี้เพราะจำเป็นต้องใช้สถานที่ที่จะใช้ทำการทดลอง เครื่องจักรเครื่องมือ ตลอดจนบุคลากรที่มีทักษะความรู้และประสบการณ์ด้านต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการตามหลักวิชาการ

ค่าการใช้น้ำของพืชนั้น กรมชลประทานมีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการวางแผน ศึกษา วิจัย ทดลอง เพื่อหาความต้องการใช้น้ำของพืชเศรษฐกิจหลักที่ปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานทั่วประเทศอยู่แล้ว ดังนั้น จึงมีข้อมูลการใช้น้ำของพืชหลักที่สำคัญต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้ทันทีโดยอยู่ในรูปของข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) ตามช่วงของการเจริญเติบโตหรือตลอดการเพาะปลูกซึ่งพืชแต่ละชนิดก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะไม่สามารถใช้แทนกันได้ แต่เนื่องจากการที่จะนำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปใช้เพื่อหาค่าการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ปลูกอยู่ในท้องถิ่นอื่นที่มีสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศแตกต่างไปจากสถานที่ที่ใช้ศึกษาทดลองนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการปรับค่าให้ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่หรือท้องถิ่นที่จะนำไปใช้ ดังนั้นจึงควรจะต้องทำการคำนวณหาค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) ของสถานที่ที่จะนำไปใช้เสียก่อน ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีการของ Penman, Modified Penman และ Penman Monteith เป็นต้น ปัจจุบันวิธีการคำนวณหาค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman Monteith นั้นถือว่าเป็นวิธีการที่ FAO ให้การยอมรับและแนะนำให้ใช้เพราะเป็นวิธีการประเมินค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำของพืชจริงมากที่สุด สำหรับการหาค่าการใช้น้ำของพืช ณ พื้นที่หรือท้องถิ่นใด ๆ โดยหลักการสามารถหาได้โดยการนำข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช (Kc) ของพืชที่ต้องการไปคำนวณร่วมกับค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ตามช่วงระยะเวลาที่ต้องการทราบค่า ทั้งนี้สิ่งสำคัญที่สุดของการนำค่าสัมประสิทธิ์พืชไปใช้งานอย่างถูกต้องคือจะต้องรู้ว่าเป็นค่า Kc ของพืชที่ได้จากวิธีการใดเพื่อจะได้ นำค่า ETo ของวิธีเดียวกันนั้นมาใช้เพื่อให้ได้ค่าการใช้น้ำของพืชที่ต้องการ

1. นิยามศัพท์

1.1 การคายน้ำของพืช (Transpiration; T) หมายถึง การระเหยของน้ำออกจากต้นพืชโดยผ่านทางปากใบและผิวใบมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/ หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/ หน่วยเวลา/ หน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

1.2 การระเหย (Evaporation; E) หมายถึง การระเหยของน้ำจากผิวน้ำและ/ หรือผิวดิน มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/ หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ/ หน่วยเวลา/ หน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตร/ วัน

1.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration; ET) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูก โดยกระบวนการคายน้ำของพืชและการระเหย มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลา หรือปริมาตรของน้ำ/หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

1.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) หมายถึงหลักการในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง โดยที่ดินจะต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชตลอดเวลาและพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหยและการคายน้ำของพืชต้องกระทบกระเทือนจากอิทธิพลภายนอกมากนัก เช่น การพัดผ่านของลมที่แห้งและร้อน ทั้งนี้เพราะเพื่อต้องการให้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงนี้ขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้างแต่เพียงอย่างเดียว เช่น อิทธิพลที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ชั่วโมงแสงแดด เป็นต้น การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง จะเป็นการนำเอาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลาและสถานที่ที่ใช้ทดลองนั้นหรือเป็นสถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไปใช้งาน ข้อมูลดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบ วิเคราะห์ ปรับปรุงตลอดจนแบ่งช่วงให้ตรงกับช่วงการเจริญเติบโตหรืออายุพืชหรือช่วงเวลาที่นำไปใช้ โดยใช้สูตรหรือวิธีการคิดคำนวณที่ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น Modified Penman, Penman Monteith, E-pan เป็นต้น

1.5 ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) หมายถึง ค่าคงที่ของพืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) กับผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) จากสูตรใดสูตรหนึ่ง โดยอยู่ในรูปสมการ

$$Kc = \frac{ET}{ETo}$$

ค่าสัมประสิทธิ์พืช จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งานในด้านชลประทานและการเกษตรในกรณีที่ต้องการปลูกพืชในท้องถิ่นที่ยังไม่มีการทำการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นมาก่อนเลย เมื่อต้องการทราบก็สามารถนำค่า Kc มาคำนวณหาค่า ET ร่วมกับค่า ETo ที่ได้จากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้นได้

2. การหาค่าการใช้น้ำของพืช

การหาค่าหรือปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดนั้น สามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่วิธีการง่าย ๆ ที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สลับซับซ้อน ไปจนถึงวิธีการที่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษและมีราคาแพงสำหรับการตรวจวัด ซึ่งไม่ว่าจะเป็นวิธีใดก็ตามสุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้จะต้องเป็นค่าการใช้น้ำของพืชที่มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงค่าความเป็นจริงมากที่สุดและสามารถนำไปใช้งานได้จริง เป็นต้น หากจะแยกการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชออกตามวิธีการดำเนินการ สามารถแยกออกได้เป็น 2 แบบ คือ

2.1 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการตรวจวัด

การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรงอาจทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียตลอดจนมีปัญหาเข้ามาเกี่ยวข้องกับต่าง ๆ กัน การที่จะเลือกใช้วิธีหนึ่งวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องที่ต้องการค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมหรือจัดหาเครื่องมือ ชนิดของพืชและองค์ประกอบอื่น ๆ อีกหลายอย่าง วิธีการที่นิยมใช้กันโดยทั่ว ๆ ไปในงานด้านเกษตรชลประทานและวิศวกรรมชลประทาน ได้แก่

2.1.1 การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter Tank)

การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืชนั้น ถ้าจะเปรียบเทียบกันแล้วก็คือกระถางต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปลูกพืชที่ต้องการวัดค่าการใช้น้ำ แล้วนำไปตั้งอยู่ท่ามกลางพื้นที่ที่ปลูกพืชชนิดเดียวกัน โดยให้มีสภาพทั้งภายในและภายนอกกระถางคล้ายคลึงกับสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากที่สุด กระถางดังกล่าวต้องมีอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียไป เพื่อจะได้นำมาคำนวณปริมาณน้ำใช้ของพืชในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้ ปริมาณการใช้น้ำของพืชนิยมบอกเป็นค่าความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อวัน

2.1.2 การศึกษาจากค่าความชื้นในดิน

การศึกษาจากค่าความชื้นในดิน วิธีนี้เหมาะสำหรับดินที่มีเนื้อดินที่สม่ำเสมอตลอดความลึกและระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินมาก วิธีวัดทำโดยการหาจำนวนความชื้นในดินก่อนและหลังให้น้ำแก่พืชทุกครั้ง

2.1.3 การศึกษาจากแปลงทดลอง

การศึกษาจากแปลงทดลอง แปลงทดลองควรมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินอย่างน้อย 25 เมตร ซึ่งจะทำให้เชื่อได้ว่าพืชไม่สามารถดูดน้ำใต้ดินมาใช้ได้ แล้วทำการทดลองโดยให้น้ำแก่พืชในปริมาณที่ต่าง ๆ กันแล้ววัดผลผลิตที่ได้รับ ซึ่งผลปรากฏว่าพืชทุกชนิดที่ทำการทดลองจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อให้น้ำเพิ่มขึ้น จนถึงระดับหนึ่งซึ่งเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำที่ให้อีก จะทำให้ผลผลิตลดลง จึงใช้ค่าปริมาณน้ำที่จุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตจากที่เพิ่มขึ้นเป็นลดลงนั้นเป็นปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้น ๆ การทดลองนี้จะไม่มีการให้น้ำไหลออกนอกแปลงทดลอง แต่ก็ไม่ได้วัดการไหลซึมของน้ำเลยเขตรากพืช ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชที่หาได้จึงมีค่าค่อนข้างสูงและไม่ได้รับความนิยม

2.2 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) อาจทำได้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งสูตรที่ใช้จะขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องของผลลัพธ์ข้อมูลภูมิอากาศที่มีอยู่และความสามารถในการนำไปใช้งาน ฯลฯ สูตรหรือวิธีการที่นิยมใช้กันในงานด้านชลประทานและเกษตรชลประทานซึ่งเป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน 7 วิธีการ คือ Modified Penman, E-pan, Penman Monteith, Blaney Criddle, Thornthwaite, Hargreaves และ Radiation

ปัจจุบันสูตรการหาค่า ETo นิยมใช้สูตร Penman Monteith เพราะเป็นสูตรที่นำปัจจัยทางภูมิประเทศและภูมิอากาศต่าง ๆ มาใช้ในการคำนวณซึ่งให้ค่าที่มีความถูกต้องแม่นยำใกล้เคียงกับความต้องการใช้น้ำของพืชจริงมากกว่าสูตรอื่น

2.2.1 ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้คำนวณสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

ก. ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

ข้อมูลที่สำคัญของสภาพภูมิประเทศหรือทำเลที่ตั้งของสถานที่ที่ทำการคำนวณ ได้แก่ จุดพิกัดเส้นรุ้ง (Latitude) จุดพิกัดเส้นแวง (Longitude) และค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (altitude above mean sea level; MSL) เป็นต้น

ข. ข้อมูลภูมิอากาศหรือสถิติอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้เป็นข้อมูลเฉลี่ยเป็นรายวัน, รายสัปดาห์ หรือรายเดือนก็ได้แล้วแต่ช่วงการทดลองหรือความละเอียดของผลงานที่ต้องการ ข้อมูลที่สำคัญ ๆ สำหรับใช้ในการคำนวณ ได้แก่

1. อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature; °C) สามารถแยกออกเป็น

- อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

- อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

- อุณหภูมิเฉลี่ย

2. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity; %)

- ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

3. ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2.00 ม. จากพื้นดิน (Wind speed at 2.00 m. above ground; กม./วัน)

- ความเร็วลมผิวดินเฉลี่ย

4. ชั่วโมงแสงแดด (Sunshine Duration; ชม./ วัน)

- ชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ย

5. การระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A pan (Evaporation; มม./วัน)

- ค่าระเหยของน้ำเฉลี่ย

นอกจากนี้ ในกรณีที่ข้อมูลที่ต้องการดังที่กล่าวมาเกิดขาดหายไปเนื่องจากไม่ได้ทำการตรวจวัด หรือเครื่องมือตรวจวัดชำรุด ก็สามารถใช้อุณหภูมิอื่น นำมาปรับเปลี่ยนหรือแปลงค่าใช้แทนกันได้ เช่น

6. ค่าความครึ้มของเมฆ (Cloudiness; 0-10) สามารถใช้แทนค่าชั่วโมงแสงแดด
 - ความครึ้มของเมฆเฉลี่ย
7. ความเร็วลมที่ระดับความสูง X เมตร. (Wind speed at X m. above ground; กม./ วัน)
 - ความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง X ม.
8. ค่าความสูงจากพื้นดินของเครื่องมือวัดความเร็วลม (Height of wind vane; m.) ใช้แทนความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 2.00 ม. จากพื้นดิน
 - ความสูงจากพื้นดินเฉลี่ย X ม.

2.2.2 สูตรหรือวิธีการคำนวณ

สูตรหรือสมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ที่เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กัน อย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน 7 สูตร ได้แก่

1. Modified Penman (FAO 24,1992:15-28)

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด, ต่ำสุด, เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = c[W.Rn + (1 - W).f(u).(e_s - e_a)]$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./ วัน)

c = ค่าสำหรับใช้ปรับแก้ความคลาดเคลื่อน (Adjustment Factor)

W = factor ที่อยู่ในเทอมที่เกี่ยวข้องกับรังสีแสงแดด

Rn = รังสีแสงแดดสุทธิ

$(1-w)$ = อิทธิพลของลมและความชื้นในอากาศที่ทราบระดับและอุณหภูมิเฉลี่ย

$f(u)$ = อิทธิพลของกระแสลม

$(e_s - e_a)$ = ผลต่างระหว่างค่าความดันไอน้ำอิ่มตัวเฉลี่ย (e_s) กับความดันไอน้ำที่เป็นจริงเฉลี่ย (e_a)

2. Blaney-Criddle (FAO 24,1992:3-7 & Jensen,1983:200-203)

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ต่ำสุด)
- ความเร็วลมกลางวันระดับ 2.00 เมตร (U_2 day) (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = c[p(0.46T + 8)]$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./ วัน)

T = ค่าอุณหภูมิประจำเดือนเฉลี่ย ($^{\circ}C$)

P = เปอร์เซนต์ประจำวันเฉลี่ยของชั่วโมงกลางวันทั้งหมดในระยะเวลา 1 ปี

c = ค่าปรับแก้ซึ่งมีผลมาจาก RH_{min} , n/N , และ U_2, day

3. E-pan (FAO 24,1992:30-34 & Jensen,1983:203-205)

ข้อมูลที่ต้องการ

- ค่าการระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A pan (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = kp \times E_{pan}$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

Kp = ค่าสัมประสิทธิ์ของอ่างวัดการระเหยซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้ง
(ค่าเฉลี่ยสำหรับประเทศไทย = 0.85)

E_{pan} = ค่าการระเหยของน้ำที่อ่านได้จากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A Pan (มม.)

4. Thornthwaite (Bruce Withers & Stanley Vipond, 1983: 93-95)

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศรายเดือนตลอดปี (เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศรายเดือนตลอดปี (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = PET \times m \times 10$$

เมื่อ $PET = e \times d$

โดยที่

$$e = 1.6 (10 T/I)^a \text{ เมื่อ } 0.2 < T < 26.5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ และ}$$

$$a = (6.75 \times 10^{-7}) I^3 - (7.71 \times 10^{-5}) I^2 + (1.792 \times 10^{-2}) I + 0.49239 \text{ หรือ}$$

$$e = -39.702 + (3.09655) T - (0.041091) T^2 \text{ เมื่อ } 26.5 < T \leq 32.0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ และ}$$

$$m = 1.505 \times [(100 - Rh)/75] \times 0.372$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./เดือน)

PET = ค่าการระเหยน้ำของพืชโดยคำนวณจากสภาพภูมิอากาศตามสูตรของ Thornthwaite (ชม.)

e = ET_o เฉลี่ยประจำเดือน

d = day length factor ประจำเดือน

T = อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือน ($^{\circ}\text{C}$)

I = Heat Index ของสถานีหรือสถานที่ทดลอง $\sum i$ โดยที่ $i = (T/5)^{1.514}$

a = Exponent เกี่ยวกับที่ตั้งของสถานี

m = Humidity Factor

Rh = ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)

5. Hargreaves (Hargreaves and Samani, 1985:96-99)

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศสูงสุด-ต่ำสุด-เฉลี่ย (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = 0.0023 Ra (T_c + 17.8) \sqrt{TD}$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./ วัน)

Ra = รังสีอาทิตย์ที่ได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุม สำหรับซีกโลกภาคเหนือหรือใต้ เมื่อคิดเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำที่ 20°C (มม./ วัน)

T_c = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)

TD = อุณหภูมิของอากาศสูงสุดเฉลี่ย (T_{\max}) - อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (T_{\min}) สำหรับช่วงระยะเวลาที่คำนวณ ($^{\circ}\text{C}$)

6. Radiation (FAO 24, 1992:8-14)

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)

- ความเร็วลมกลางวันที่ระดับ 2.00 เมตร (U_2 day) (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดด (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = c(W \times R_s)$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./ วัน)

R_s = รังสีแสงอาทิตย์ที่คิดเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำ (มม./ วัน)

W = factor ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความสูงจากระดับน้ำทะเล

c = ค่าตัวแปรปรับแก้ที่ขึ้นกับ RH mean, U_2 day

7. Penman Monteith (Smith, 1990: 47-58)

ข้อมูลที่ต้องการ

- พิกัดทางภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง, เส้นแวง, ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
- อุณหภูมิของอากาศ (สูงสุด, ต่ำสุด, เฉลี่ย)
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (เฉลี่ย)
- ความเร็วลมผิวดินหรือที่ระดับ 2.00 เมตร (เฉลี่ย)
- จำนวนชั่วโมงแสงแดด หรือค่าความครึ้มของเมฆ (เฉลี่ย)

สมการ

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 U_2)}$$

ความหมาย

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./ วัน)

R_n = ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ ($MJ/m^2/d$)

G = flux ค่าความร้อนของพื้นดิน ($MJ/m^2/d$)

T = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย ($^{\circ}C$)

Δ = ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ ($kPa/^{\circ}C$)

γ = ค่าคงที่ของ psychrometric ($kPa/^{\circ}C$)

U_2 = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. (m/s)

$(e_s - e_a)$ = ค่าความต่างของแรงดันไอ (kPa)

900 = factor ปรับแก้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลค่า K_c และค่า ETo Penman Monteith

1. ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช (Kc)

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith

Crop Coefficient by Penman Monteith

สัปดาห์ที่	ข้าว กข.	ข้าวนาหว่านน้ำตม (สุพรรณบุรี 1)	ข้าวขาวดอกมะลิ 105	ข้าวบาสมати	ข้าวสาลี	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ข้าวโพดหวาน	ข้าวฟ่าง
Weekly	Rice(High Yield Variety)	Direct Sowing (Suphanburi 1)	Rice(Khao Dawk Mali 105)	Rice (Basmati)	Wheat	Maize	Sweet Corn	Sorghum
1	1.03	0.80	0.66	1.22	0.50	0.63	0.65	0.54
2	1.07	1.05	0.79	1.30	0.52	0.72	0.68	0.57
3	1.12	1.25	0.97	1.36	0.61	0.86	0.84	0.68
4	1.29	1.40	1.18	1.45	0.76	1.13	0.99	0.84
5	1.38	1.50	1.35	1.47	1.11	1.35	1.16	1.05
6	1.45	1.55	1.51	1.49	1.26	1.52	1.22	1.21
7	1.50	1.60	1.61	1.49	1.33	1.61	1.21	1.23
8	1.48	1.63	1.64	1.48	1.38	1.63	1.15	1.26
9	1.42	1.68	1.62	1.46	1.37	1.58	0.96	1.25
10	1.34	1.60	1.60	1.44	1.32	1.50	0.72	1.20
11	1.23	1.50	1.55	1.36	1.14	1.38	0.61	1.12
12	0.94	1.36	1.46	1.23	0.83	1.15		0.94
13	0.86	1.08	1.28	1.11	0.62	0.90		0.78
14		0.65	1.08	0.93	0.46	0.67		0.69
15					0.39			0.65
16								0.62
เฉลี่ย Average	1.24	1.33	1.31	1.34	0.91	1.19	0.93	0.91

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith

Crop Coefficient by Penman Monteith

สัปดาห์ที่	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	งา	ทานตะวัน	แตงโม	กะหล่ำดอก	คะน้า	มะเขือเทศ
Weekly	Soybean	Mungbean	Sesame	Sunflower	Watermelon	Cauliflower	Chinese kale	Tomato
1	0.64	0.58	0.59	0.68	1.02	1.01	0.54	0.73
2	0.69	0.87	0.70	0.73	1.14	1.36	0.60	0.82
3	0.81	1.18	0.85	0.75	1.60	1.43	0.68	0.91
4	1.01	1.40	1.11	0.78	1.90	1.47	0.72	1.01
5	1.23	1.28	1.23	0.81	2.10	1.49	0.78	1.12
6	1.32	1.19	1.28	0.85	1.90	1.19	0.83	1.21
7	1.35	0.66	1.24	0.90	1.73	1.17	0.73	1.30
8	1.34	0.44	1.21	0.95	1.44		0.67	1.36
9	1.27	0.34	1.13	0.97	1.03			1.41
10	1.09		0.98	1.06	0.75			1.41
11	0.85		0.71	1.10	0.65			1.37
12	0.74		0.55	1.03	0.52			1.31
13	0.74			0.92				1.22
14	0.72			0.80				1.08
15				0.72				0.92
16								
เฉลี่ย Average	0.99	0.88	0.97	0.87	1.32	1.30	0.69	1.15

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith

Crop Coefficient by Penman Monteith

สัปดาห์ที่	หอมหัวใหญ่	หอมแดง	มะระ	ดอกบานชื่น				
Weekly	Onion	Shallot	Bitter gourd	Zinnia				
1	0.75	0.72	0.88	0.36				
2	0.76	0.82	1.09	0.58				
3	0.80	0.94	1.23	0.77				
4	0.88	1.05	1.35	0.93				
5	1.01	1.15	1.43	1.07				
6	1.12	1.20	1.48	1.18				
7	1.21	1.20	1.47	1.27				
8	1.32	1.15	1.46	1.33				
9	1.38	1.08	1.41	1.38				
10	1.41	0.92	1.36					
11	1.40	0.77	1.29					
12	1.37	0.67						
13	1.33							
14	1.29							
15	1.22							
16								
เฉลี่ย	1.15	0.97	1.31	0.99				
Average								

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith

Crop Coefficient by Penman Monteith

เดือนที่	ฝ้าย	อ้อย	ละหุ่ง	หน่อไม้ฝรั่ง	เผือก	กุหลาบ	กล้วยน้ำว้า	กล้วยหอม
Monthly	Cotton	Sugarcane	Castor bean	Asparagus	Taro	Rose	Cultivated Banana	Banana
1	0.88	0.65	0.76	0.68	1.00	0.89	0.76	1.94
2	1.19	0.86	0.86	1.10	1.23	0.95	1.10	1.74
3	1.34	1.13	1.01	1.42	2.14	1.46	1.45	1.78
4	1.15	1.35	1.02	1.48	2.27	1.49	1.64	1.96
5	0.85	1.56	1.01	1.29	1.66	1.16	2.30	2.07
6	0.62	1.29	0.89	1.08	1.50	1.33	2.11	2.18
7		1.20	0.70	0.83		2.07	2.38	2.18
8		0.93	0.47	0.66		1.79	2.29	1.88
9		0.63		0.55		2.17	3.28	1.86
10		0.52		0.61		2.25	3.19	2.21
11				0.76		1.73	3.39	2.02
12				0.74		1.90	3.39	2.22
เฉลี่ย Average	1.01	1.01	0.84	0.93	1.63	1.60	2.27	2.00

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith

Crop Coefficient by Penman Monteith

เดือน Month	มะนาว(1-3 ปี) Lemon tree (1-3yrs.)	มะนาว(3-5 ปี) Lemon tree (3-5 yrs.)	มะม่วง Mango tree	ส้มโอ Pomelo	กล้วยน้ำว้า Cultivated Banana	กล้วยหอม Banana	ขนุน Jackfruit tree	หญ้าแฝก Vetiver Grass
มี.ค.	1.10	1.17						
เม.ย.	1.38	1.47				1.94		
พ.ค.	1.44	1.51				1.74		
มิ.ย.	1.50	1.59	2.10			1.78		
ก.ค.	1.29	1.35	2.46			1.96		
ส.ค.	1.08	1.14	2.53			2.07		
ก.ย.	1.30	1.33	2.28			2.18		
ต.ค.	1.40	1.42	2.29			2.18	0.84	
พ.ย.	1.18	1.21	2.50		0.76	1.88	0.65	
ธ.ค.	1.19	1.28	1.90	1.74	1.10	1.86	1.27	0.91
ม.ค.	1.06	1.16	1.69	1.62	1.45	2.21	1.29	0.79
ก.พ.	1.02	1.11	1.61	1.45	1.64	2.02	1.01	0.87
มี.ค.			1.27	1.12	2.30	2.22	1.29	0.83
เม.ย.			1.24	1.02	2.11		1.59	1.03
พ.ค.			1.19	1.13	2.38		1.73	1.37
มิ.ย.				1.97	2.29		1.77	1.37
ก.ค.				2.44	3.28		1.38	1.53
ส.ค.				2.36	3.19		1.58	1.33
ก.ย.				1.97	3.39		1.83	1.24
ต.ค.				1.96	3.39			1.26
พ.ย.				1.90	1.63			1.34
เฉลี่ย	1.25	1.31	1.92	1.72	2.22	2.00	1.35	1.16

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธีของ Penman Monteith

Crop Coefficient by Penman Monteith

เดือน Month	หญ้ารูซี่ Ruzi grass	หญ้าเนเปียร์แคระ Dwarf Napier	ถั่วไมยรา Hedge Lucern	มะลิ Jasmin	ปทุมมา Curcuma (Siam Tulip)	ชูปฤายี่ Cattail		
ก.พ.				1.35				
มี.ค.				1.49		0.91		
เม.ย.				1.08		0.80		
พ.ค.	0.88			1.84	0.35	0.88		
มิ.ย.	1.23			1.46	0.61	1.01		
ก.ค.	1.03		0.65	0.90	0.65	1.27		
ส.ค.	0.98		1.41	1.74	0.62	1.48		
ก.ย.	0.77	1.12	1.53	2.18	1.14	1.53		
ต.ค.	1.09	0.76	0.75	2.32	0.67	1.49		
พ.ย.	0.58	1.77	0.54	2.19	0.52	1.54		
ธ.ค.	1.24	2.11	0.68	2.56	0.74	1.73		
ม.ค.	0.85	1.81	0.92	2.35		1.75		
ก.พ.	1.24	1.90	1.12			1.70		
มี.ค.	0.57	1.95	1.28					
เม.ย.	1.05	2.28						
พ.ค.		2.25						
มิ.ย.		1.98						
ก.ค.		1.37						
ส.ค.		1.25						
ก.ย.								
เฉลี่ย	0.96	1.71	0.99	1.79	0.66	1.34		

2. ค่า ETo Penman Monteith

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคเหนือ

ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
แม่ฮ่องสอน	2.83	3.55	4.51	5.22	4.46	3.59	2.93	3.32	3.11	3.32	3.02	2.68
-แม่สะเรียง	2.89	3.86	4.78	5.11	4.35	2.92	2.82	2.72	3.07	3.09	2.93	2.84
เชียงราย	2.83	3.50	4.40	5.05	4.35	4.00	3.53	3.38	3.45	3.43	3.17	2.63
-สถานีเกษตร เชียงราย	2.79	3.42	4.26	4.77	4.13	3.85	3.40	3.27	3.71	3.38	3.14	2.64
พะเยา	2.83	3.53	4.45	4.91	4.40	3.69	3.58	3.38	3.40	3.23	2.92	2.58
เชียงใหม่	3.21	4.09	5.26	6.12	4.97	4.30	3.80	3.62	3.67	3.74	3.35	3.03
-คอยอ่างขาง	3.16	4.36	5.30	5.18	3.95	3.50	3.27	3.06	3.23	2.92	2.98	2.65
-สถานีเกษตร แม่ใจ	3.07	3.71	4.59	4.85	3.86	3.92	2.94	3.37	3.09	3.68	3.38	3.03
ลำปาง	3.07	3.73	4.69	4.98	4.44	4.06	3.61	3.46	3.51	3.42	3.13	2.84
-เถิน	3.64	4.54	5.60	5.77	4.39	4.27	3.86	3.67	3.73	3.64	3.77	3.45
-สถานีเกษตร ลำปาง	2.77	3.26	4.06	4.22	3.78	3.45	3.37	3.28	3.06	3.29	3.11	2.70
ลำพูน	2.94	3.79	4.73	5.46	4.56	3.78	3.68	3.47	3.47	3.35	3.06	2.74
แพร่	2.98	3.70	4.48	4.91	4.57	3.73	3.59	3.44	3.50	3.41	3.17	2.68
น่าน	2.88	3.49	4.39	4.63	4.25	3.88	3.43	3.33	3.43	3.47	3.04	2.70
-สถานีเกษตร น่าน	2.88	3.54	4.37	4.83	4.14	3.78	3.37	3.27	3.72	3.74	3.32	2.81
-ท่าวังผา	2.88	3.56	4.55	4.67	4.28	3.56	3.46	2.78	3.41	3.40	3.11	2.65
-ทุ่งช้าง	3.14	3.81	4.76	4.91	4.39	4.22	3.76	3.29	3.73	3.92	3.29	2.90
อุตรดิตถ์	3.25	3.88	4.77	4.91	4.43	3.59	3.50	3.40	3.52	3.59	3.48	2.99
ตาก	3.20	4.16	5.25	5.80	4.94	3.86	3.93	3.84	3.33	3.39	3.21	2.94
-แม่สอด	3.32	4.08	4.96	5.41	4.21	3.00	2.88	2.79	3.15	3.52	3.48	3.31
-เขื่อนภูมิพล	3.23	4.12	5.14	5.67	4.59	3.81	3.80	3.74	3.26	3.41	3.16	3.01
-อุ้มผาง	3.12	3.71	4.30	4.51	3.70	2.75	2.69	2.64	2.52	2.99	3.33	2.98

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคเหนือ (ต่อ)

ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
-สถานีเกษตร ดอยมูเซอ	4.14	3.87	4.88	5.76	4.46	3.61	2.84	2.59	2.91	2.9	3.15	2.93
พินนุโลก	3.27	4.01	4.99	5.32	4.71	3.78	3.65	3.51	3.27	3.55	3.42	3.19
เพชรบูรณ์	3.33	4.05	4.96	5.18	4.16	3.69	3.58	3.43	3.22	3.69	3.73	3.41
-หล่มสัก	3.15	3.83	4.34	4.53	4.04	3.66	3.59	2.93	3.18	3.57	3.48	3.12
-วิเชียรบุรี	3.31	4.07	4.56	4.73	4.08	3.64	3.58	2.93	3.22	3.53	3.49	3.26
กำแพงเพชร	3.26	3.91	4.35	5.01	4.45	3.92	3.5	3.41	3.55	3.48	3.34	3.11
สุโขทัย	3.36	4.03	4.66	5.72	4.44	4.32	3.94	3.78	3.66	3.66	3.51	3.26
-สถานีเกษตร ศรีสำโรง	3.04	3.49	4.47	4.96	3.95	3.93	3.54	3.43	3.49	3.44	3.45	3.00
พิจิตร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-สถานีเกษตร พิจิตร	3.28	3.89	4.35	4.6	4.05	3.98	3.5	3.4	3.19	3.47	3.58	3.24

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
หนองคาย	3.11	3.78	4.62	4.62	4.03	3.56	3.51	3.41	3.51	3.63	3.31	3.04
เลย	3.28	4.06	4.81	5.06	4.43	4.07	3.66	3.55	3.55	3.55	3.23	3.04
-สถานีเกษตรเลย	3.19	3.95	4.73	4.76	4.20	3.89	3.87	3.39	3.84	3.50	3.42	3.00
อุดรธานี	3.32	4.07	4.85	5.21	4.56	4.08	3.71	3.55	3.61	3.73	3.70	3.22
สกลนคร	3.44	4.09	4.87	5.02	4.40	3.99	3.57	3.44	3.86	3.90	3.64	3.25
-สถานีเกษตรสกลนคร	3.14	3.75	4.48	5.00	4.36	4.26	3.86	3.69	3.98	3.77	3.38	3.09
นครพนม	3.33	3.86	4.30	4.50	3.95	3.47	3.42	3.33	3.48	3.60	3.60	3.16
-สถานีเกษตรนครพนม	3.52	4.03	4.48	4.96	4.28	4.25	3.81	3.32	3.83	3.57	3.59	3.25
ขอนแก่น	3.65	4.18	5.09	4.97	4.67	4.29	3.88	3.68	3.61	3.79	3.83	3.63
-สถานีเกษตรท่าพระ	3.20	3.81	4.48	4.76	4.25	3.91	3.88	3.36	3.48	3.59	3.48	3.18
มุกดาหาร	3.65	4.18	5.00	5.15	4.11	3.64	3.56	3.43	3.57	3.80	3.95	3.53
มหาสารคาม	3.57	4.19	4.71	5.22	4.62	4.22	3.84	3.64	3.62	3.76	3.83	3.58
กาฬสินธุ์	4.15	4.89	5.40	5.45	4.80	4.32	4.22	3.65	3.71	4.06	4.30	4.10
ชัยภูมิ	3.60	4.20	5.00	5.12	4.47	4.13	3.77	3.61	3.60	3.78	3.89	3.51
ร้อยเอ็ด	3.49	4.13	4.66	4.83	4.22	3.90	3.84	3.64	3.61	3.63	3.68	3.51
-สถานีเกษตรร้อยเอ็ด	4.04	4.44	4.92	5.25	4.59	4.62	4.21	3.90	3.60	3.78	4.10	3.90
อุบลราชธานี	4.00	4.53	4.93	5.03	4.45	3.96	3.87	3.71	3.43	3.71	4.23	4.22
-สถานีเกษตรอุบลราชธานี	3.63	3.68	4.23	4.13	3.65	3.64	3.56	2.87	3.22	3.34	3.64	3.42
ศรีสะเกษ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-สถานีเกษตรศรีสะเกษ	3.40	3.92	4.56	4.75	4.42	4.43	4.19	3.71	3.85	3.62	3.79	3.45
นครราชสีมา	3.37	3.95	4.39	4.64	4.20	3.95	3.89	3.79	3.36	3.42	3.51	3.41
-สถานีเกษตรปากช่อง	4.71	4.71	5.01	4.81	4.20	4.54	4.26	4.04	3.38	3.50	4.44	4.52

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคกลางและภาคตะวันตก

ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
นครสวรรค์	3.71	4.87	6.06	6.06	4.55	4.10	3.92	3.71	3.32	3.57	3.51	3.37
-สถานีเกษตร ดากฟ้า	3.94	4.35	4.88	4.93	4.46	4.02	3.89	3.48	3.57	3.54	3.86	3.81
ชัยนาท	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-สถานีเกษตร ชัยนาท	3.30	3.68	4.34	4.56	4.31	4.27	3.84	3.47	3.42	3.26	3.31	3.21
อยุธยา	3.95	4.20	4.58	4.58	4.02	4.10	3.73	3.68	3.36	3.46	3.92	3.94
ปทุมธานี	3.54	3.85	4.44	4.64	4.05	4.15	3.62	3.59	3.26	2.90	3.83	3.54
ราชบุรี	4.04	4.61	5.27	5.15	4.00	3.96	3.57	3.63	3.44	3.39	3.86	4.01
สุพรรณบุรี	3.45	4.11	4.83	5.01	4.36	3.99	3.89	3.32	3.45	3.45	3.58	3.50
-สถานีเกษตร อุทอง	3.46	4.12	4.74	4.87	3.89	3.90	3.52	3.51	3.25	3.54	3.47	3.41
ลพบุรี	3.76	4.32	4.78	5.09	4.11	3.67	3.59	3.56	3.27	3.65	3.86	3.82
-บัวชุม	4.03	4.89	5.48	5.03	4.22	3.82	3.73	3.05	3.25	3.65	3.85	3.93
กาญจนบุรี	3.60	4.36	4.80	5.30	4.19	3.72	3.71	3.72	3.44	3.33	3.42	3.51
-ทองผาภูมิ	3.44	4.08	4.71	5.14	3.81	3.31	2.73	2.69	2.61	3.16	3.39	3.33
กรุงเทพมหานคร	3.52	4.17	4.78	4.69	4.10	4.07	3.98	3.46	3.07	3.23	3.62	3.49
-ท่าเรือคลองเตย	4.51	4.57	5.18	5.04	4.56	4.61	4.47	4.46	4.27	3.97	4.96	4.77
-ท่าอากาศยานดอนเมือง	4.14	4.80	5.37	5.54	4.94	4.63	4.60	4.43	3.95	3.87	4.11	4.04
สมุทรปราการ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-สถานีเกษตร บางนา	1.14	2.03	3.25	3.75	3.74	3.96	3.74	3.36	2.60	1.79	1.46	0.99
เพชรบุรี	3.59	4.23	4.87	4.89	4.22	3.74	3.66	3.17	3.38	3.08	3.39	3.49
ประจวบคีรีขันธ์	3.82	4.19	4.38	4.77	4.22	3.93	3.90	3.89	3.68	3.49	3.84	4.18
-หัวหิน	3.93	4.49	5.06	5.07	4.51	4.18	3.79	3.81	3.49	3.45	3.74	4.02
-สถานีเกษตร หนองปลับ	3.77	4.25	4.49	4.65	3.84	3.82	3.40	2.92	3.26	3.32	3.40	3.43
นครปฐม	3.70	4.35	5.15	5.12	4.02	4.00	3.63	3.16	3.44	3.69	3.92	3.66

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคตะวันออก

ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ฉะเชิงเทรา	3.85	3.83	4.19	4.31	3.86	3.52	3.46	3.46	3.26	3.33	3.47	3.51
ปราจีนบุรี	3.87	4.04	4.30	4.62	3.98	3.50	3.45	3.43	3.27	3.79	4.10	4.07
-กบินทร์บุรี	3.75	4.08	4.33	4.67	3.98	3.50	3.43	2.87	3.22	3.36	3.93	3.94
สระแก้ว	3.96	4.46	4.67	4.66	3.96	3.88	3.45	3.40	3.24	3.64	3.92	3.78
-อรัญประเทศ	3.89	4.35	4.98	4.91	4.11	4.06	3.99	3.60	3.35	3.42	3.61	3.64
ชลบุรี	4.09	4.55	4.83	5.14	4.48	4.13	4.12	3.74	3.43	3.49	4.09	4.16
-เกาะสีชัง	3.87	4.19	4.46	4.77	4.24	4.07	3.98	3.94	3.48	3.47	4.00	4.27
-พัทยา	4.14	4.37	4.83	4.81	4.31	4.19	4.14	4.14	3.61	3.56	4.13	4.49
-สัตหีบ	3.99	4.36	4.66	4.98	4.27	4.26	4.17	3.70	3.71	3.39	4.08	4.21
-แหลมฉบัง	4.83	4.71	5.28	5.30	4.64	4.67	4.69	4.56	4.10	3.70	4.74	4.84
ระยอง	3.75	4.34	4.54	4.83	4.33	4.15	4.08	4.03	3.55	3.51	3.77	3.78
-สถานีเกษตร ห้วยโป่ง	3.56	3.61	4.10	4.24	3.83	3.79	3.42	3.44	3.29	3.35	3.64	3.59
จันทบุรี	3.72	3.71	4.08	4.35	3.44	2.85	2.85	2.84	2.69	3.34	3.83	3.95
-สถานีเกษตร พลั่ว	3.94	3.73	3.98	4.20	3.42	3.36	3.34	2.84	3.20	3.31	3.78	3.86
ตราด	3.80	3.83	4.17	4.28	3.89	3.35	3.32	2.87	3.22	3.35	3.68	3.84

ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน

ภาคใต้

ม.ม./วัน

จังหวัด	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ชุมพร	3.45	4.10	4.55	4.50	3.89	3.54	3.49	3.53	3.39	3.38	3.40	3.44
-สถานีเกษตร สวี	3.34	3.61	4.13	4.15	3.74	4.12	3.68	3.83	3.67	3.36	3.08	3.27
ระนอง	3.84	4.21	4.29	4.27	3.76	3.34	3.27	3.30	3.20	3.31	3.41	3.52
สุราษฎร์ธานี	3.55	4.24	4.34	4.28	3.80	3.47	3.42	3.49	3.36	3.07	3.10	3.27
-ทำอากาศยาน สุราษฎร์ธานี	3.65	4.06	4.42	4.42	3.90	3.51	3.49	3.53	3.41	3.13	3.15	3.08
-เกาะสมุย	3.65	4.24	4.56	4.42	4.26	3.97	3.97	4.05	3.89	3.43	3.43	3.38
-สถานีเกษตร สุราษฎร์ธานี	3.32	4.04	4.37	4.24	3.65	3.60	3.61	3.68	3.61	3.34	2.99	3.11
-พระแสง	3.49	4.00	4.20	4.24	3.41	3.62	3.28	3.35	3.30	3.08	2.89	3.10
นครศรีธรรมราช	3.19	3.79	4.14	4.15	3.77	3.75	3.76	3.55	3.35	3.09	2.83	2.95
-สถานีเกษตรนครศรีธรรมราช	3.31	3.72	4.04	4.21	3.67	3.67	3.68	3.80	3.70	3.44	3.08	2.94
-ฉวาง	3.45	3.81	4.11	4.10	3.64	3.52	3.16	3.57	3.54	3.01	3.07	2.93
พัทลุง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-สถานีเกษตร พัทลุง	3.46	4.00	4.11	4.26	3.77	4.04	3.74	3.88	3.86	3.59	3.17	3.07
-ตะกั่วป่า	3.83	4.17	4.14	4.13	3.70	3.31	3.28	3.36	3.22	3.03	3.42	3.48
ภูเก็ต	4.29	4.62	4.55	4.34	3.84	3.81	3.78	3.98	3.43	3.53	3.65	3.83
-ทำอากาศยานภูเก็ต	4.04	4.37	4.58	4.36	3.93	3.93	3.92	3.78	3.52	3.19	3.32	3.67
-เกาะตันตา	4.23	4.51	4.47	4.11	3.61	3.58	3.58	3.72	3.58	3.34	3.06	3.68
กระบี่	4.08	4.73	4.42	4.21	3.73	3.58	3.54	3.63	3.57	3.07	3.27	3.50
ตรัง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-ทำอากาศยานตรัง	4.21	4.86	4.67	4.30	3.71	3.60	3.24	3.35	3.26	3.12	3.27	3.64
สงขลา	3.94	4.34	4.48	4.51	3.91	3.90	3.91	4.09	3.92	3.36	3.09	3.37
-สถานีเกษตร คอหงส์	3.71	4.24	4.24	4.26	3.75	3.67	3.68	3.83	3.49	3.58	2.97	3.26

ภาคผนวก ค
แหล่งที่มาของโปรแกรม CWR-RID

แหล่งที่มาของโปรแกรม CWR-RID

สามารถขอรับโปรแกรมได้ที่

กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ส่วนการใช้น้ำชลประทาน
สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ โทร. 0-2241 4524

website ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/iwmd/index_th.htm

หากมีข้อสงสัยหรือข้อเสนอแนะสามารถติดต่อได้ที่

ผู้พัฒนาโปรแกรม : นายนฤพล สีตบุตร
ตำแหน่ง : วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ
เบอร์ติดต่อ : 0 2583 8448 มือถือ : 08 2488 4244

ที่ปรึกษา : นายธีระพล ตั้งสมบุญ
ตำแหน่ง : วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ
เบอร์ติดต่อ : 0 2241 4794 มือถือ : 08 1488 2111

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้จัดทำคู่มือ

รายชื่อผู้จัดทำคู่มือ

1. คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือด้านบริหารจัดการน้ำ ตามคำสั่ง คณะทำงานพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการภาครัฐ หมวด 6 การจัดการกระบวนการ ที่ ส 006/2554 ลงวันที่ 3 มิถุนายน 2554

1. นายวสันต์ บุญเกิด	ผู้ทรงคุณวุฒิประจำ สพช.	ที่ปรึกษา
2. นายสุเทพ น้อยไพโรจน์	ผส.อน.	ที่ปรึกษา
3. นายศุภชัย รุ่งศรี	ผส.วพ.	ที่ปรึกษา
4. นายจรูญ พจน์สุนทร	ผส.ชป.14	หัวหน้าคณะทำงาน
5. นายเลิศชัย ศรีอนันต์	ผจน.	คณะทำงาน
6. นายทองเปลว กองจันทร์	ผอท.	คณะทำงาน
7. นายนิรันดร์ นาคทับทิม	ผบร.ชป.7	คณะทำงาน
8. นายอุกฤษฏ์ ถาวรไกรกุล	ผบร.ชป.10	คณะทำงาน
9. นายพงศ์ศักดิ์ อรุณวิจิตรสกุล	ผบร.ชป.11	คณะทำงาน
10. นายสิริวิษณุ กลิ่นภักดี	ผบร.ชป.15	คณะทำงาน
11. นายสมเจต พานทอง	ผปษ.	คณะทำงาน
12. นายอภิรักษ์ สมนานนท์	กพ.จน.	คณะทำงาน
13. นางจิรา สุขกล้า	กว.อท.	คณะทำงาน
14. นายธาดา พูนทวี	สป.จน.	คณะทำงาน
15. นายชัชชม ชมประดิษฐ์	กจ.จน.	คณะทำงาน
16. นายสมบัติ สาลีพัฒนา	ผยศ.สช.	คณะทำงาน
17. นางสาวอรุณา เขียวकुณา	กท.ปษ.	คณะทำงาน
18. นายสิโรจน์ ประคุณหังสิต	ผนช.	คณะทำงาน
19. นายธีระพล ตั้งสมบุญ	วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
20. นายสมบัติ วานิชชินชัย	นายช่างชลประทานชำนาญงาน	คณะทำงาน
21. นายสถิต โปธิ์ดี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
22. นายสันติ เต็มเอี่ยม	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
23. นายอุลิต รัตนตั้งตระกูล	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
24. นายวิชชัย ไตรวารี	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
25. นายสรณคมน์ ช่างวิทยาการ	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
26. นางพัชรวีร์ สุวรรณิก	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงาน
27. นางสาววีรียา วิทยะ	นักอุทกวิทยาชำนาญการ	คณะทำงาน

28. นายวัชร ใส่อดี	ผพช.วพ.	คณะทำงานและเลขานุการ
29. นายคมสันต์ ไซโย	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
30. นายรส สุีสหการ	วิศวกรชลประทานชำนาญการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
31. นายอศฎา กิจพุง	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
32. นายชเรศ ปาปะกัง	วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
33. นายวัชรพล ศรีจิตร	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
34. นายชนินทร์ คงใหญ่	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
35. นางสาวชญญาพร ไบบัณฑิตย์	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ
36. นายวชิระ สุรินทร์	วิศวกรชลประทาน	ผู้ช่วยเลขานุการ

2. คณะทำงานย่อยจัดทำคู่มือการคำนวณการใช้น้ำของพืช

1. นายนิรันดร์ นาคทับทิม ผู้อำนวยการส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ 7
2. นายธีระพล ตั้งสมบุญ วิศวกรชลประทานชำนาญการพิเศษ
ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
3. นางสาววีริยา วิทยะ นักอุทกวิทยาชำนาญการ
ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ