

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจาก ข้อมูลความยาวนานวันและอุณหภูมิอากาศรายวัน

อรรถชัย จินตะเวช

ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศรินทิพย์ พรหมฤทธิ์ และปรากฏ ศรีงาม

หน่วยวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจทางเกษตร ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภูมิอากาศตั้งแต่ปี 2537 ถึง 2541 จากสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และหมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลภูมิอากาศอื่น ๆ และเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งเป็นค่าเฉพาะพื้นที่สำหรับวิธีการนั้น ๆ ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก จากการศึกษาพบว่า การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลความยาวนานวันให้ค่าการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากกว่าการคำนวณโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ เมื่อทำการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากความยาวนานวันโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดปีที่ได้คำนวณได้ แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้ พบว่า ที่จังหวัดเชียงใหม่ ค่า R และ V เท่ากับ 0.0188 และ 0.0497 ส่วนที่จังหวัดขอนแก่น ค่า R และ V เท่ากับ -0.004 และ 0.0314 สำหรับการคำนวณด้วยข้อมูลอุณหภูมิอากาศ พบว่า ที่จังหวัดเชียงใหม่ ค่า R และ V เท่ากับ 0.0703 และ 0.2578 ส่วนจังหวัดขอนแก่น ค่า R และ V เท่ากับ -0.0010 และ 0.0556 ตามลำดับ ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลอากาศเฉพาะพื้นที่ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก ให้ผลดีกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำสำหรับเขตร้อนชื้น ทั้งที่คำนวณจากข้อมูลความยาวนานวันและอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายวัน และทั้ง

สองสถานี อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำก็ให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้เช่นกัน โดยที่จังหวัดเชียงใหม่ มีค่า R และ V เท่ากับ 0.003 และ 0.0516 และจังหวัดขอนแก่น มีค่า R และ V เท่ากับ 0.0539 และ 0.0407 เมื่อคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลความยาวนานวัน สำหรับการคำนวณจากข้อมูลอุณหภูมิอากาศ จังหวัดเชียงใหม่มีค่า R และ V เท่ากับ 0.2267 และ 0.2886 ส่วนจังหวัดขอนแก่นมีค่า R และ V เท่ากับ -0.0253 และ 0.0613 ตามลำดับ ในส่วนของการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากความยาวนานวันนั้น พบว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลที่แบ่งเป็นรายเดือน ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก ให้ผลดีกว่าข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปี และตลอดปี แต่ก็ใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลจำนวน 5 ปี และ 3 ปี มีค่าใกล้เคียงกัน

บทนำ

แบบจำลองระบบพืช สัตว์ และระบบเกษตรเป็นเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในการทำความเข้าใจระบบ ในการคาดการณ์พฤติกรรมระบบและในการควบคุมปัจจัยการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ ตามเวลาและสถานที่ที่เหมาะสม

การใช้งานแบบจำลองระบบในโปรแกรม DSSAT ต้องการข้อมูลสี่ประเภท ได้แก่ ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลดิน ข้อมูลพันธุกรรม และข้อมูลการจัดการ ข้อมูลภูมิอากาศเกษตรขั้นต่ำที่จำเป็นได้แก่ ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์รายวัน ข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูง-ต่ำรายวัน และข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ข้อมูลเหล่านี้มีการจัดเก็บด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์โดยหน่วยงานต่างๆ มากมายทั่วประเทศ แต่ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์มีการจัดเก็บเพียงบางสถานี

ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์รายวันเป็นข้อมูลหนึ่งที่ใช้ประกอบการคาดการณ์ผลผลิตของพืชโดยใช้แบบจำลองพืช (Goodin *et al.*, 1999) แต่เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์มีราคาค่อนข้างสูงและต้องการบุคลากรในการดูแล

และการใช้งาน สถานีตรวจอากาศในประเทศส่วนใหญ่จึงไม่มีการติดตั้งเครื่องมือ
ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ค่ารังสีดวงอาทิตย์สามารถคำนวณได้จากค่าช่วงเวลาที่ม
แสงแดด (ความยาวนานวันที่วัดได้) หรืออุณหภูมิอากาศ ซึ่งมีเครื่องมือตรวจวัดอยู่ใน
สถานีตรวจอากาศทั่วไปของประเทศไทย

เอกสารฉบับนี้ใช้ข้อมูลภูมิอากาศจากสองแหล่งคือสถานีวิจัยเกษตร
ชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และหมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อแสดงการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ด้วยวิธีการที่ปรับปรุง
แล้ว และสามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำโดยโปรแกรม WeaData 1.0 เพื่อ
ใช้งานร่วมกับโปรแกรมแบบจำลองพืชในระบบ DSSAT 3.5

ทฤษฎี

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากความ ยาวนานวัน

สมการการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากช่วงเวลาที่ม
แสงแดด หรือความยาวนานวันที่วัดได้ ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ สมการที่พัฒนามาจาก
สมการของ Angstrom โดย Page (1964) (สมการที่ 1) (Singh *et al.*, 1996)

$$\frac{R_n}{R_a} = a + b \left(\frac{n}{N} \right) \quad (1)$$

โดยที่

R_n คือรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกมีหน่วยเป็น $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

R_a คือรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของโลกมีหน่วยเป็น $\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

คำนวณจากวันในรอบปี (J) และแลตติจูด (L)

n คือค่าความยาวนานวันที่วัดได้จากเครื่อง Campbell-Stoke หรือช่วงเวลาที่ม
แสงแดด มีหน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน

N คือค่าความยาววันสูงสุดในวันนั้น มีหน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน คำนวณจากสมการ CBM-model (Forsythe *et al.*, 1995) ซึ่งใช้ค่าวันในรอบปี (J) และแลทติจูด (L) ในการคำนวณ

ค่าสัมประสิทธิ์ a และ b เป็นค่าที่คำนวณได้โดยใช้ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก ($SRAD$) และข้อมูลช่วงเวลาที่มืดแสงแดด (n) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดรายวัน ซึ่งสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวได้จากความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างค่าความโปร่งของบรรยากาศ ($SRAD/R_0$) กับสัดส่วนความยาวนานวัน (n/N) ซึ่งมีจุดตัดแกน Y เป็นค่าสัมประสิทธิ์ a ซึ่งหมายถึงค่าความโปร่งของบรรยากาศในวันที่รังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านชั้นบรรยากาศมีค่าต่ำกว่าที่เครื่อง Campbell-Stoke จะสามารถตรวจวัดช่วงเวลาที่มืดแสงแดดหรือความยาวนานวันได้ ($n=0$) ค่าสัมประสิทธิ์ b เป็นค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง $SRAD/R_0$ ต่อ n/N ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ $a+b$ นั้นเป็นค่าความโปร่งของบรรยากาศในสภาพที่ท้องฟ้าแจ่มใส ซึ่งความยาววันที่วัดได้ในวันนั้นเท่ากับความยาววันสูงสุดของวันนั้น ($n=N$)

ค่าสัมประสิทธิ์ a , b จะเปลี่ยนแปลงไปตามวันในรอบปีและแลทติจูด เนื่องจากค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวดิวงโลกนั้น มีความสัมพันธ์กับความชัน ชั้นโอโซนในบรรยากาศ ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และตำแหน่งแลทติจูดของพื้นที่ จากการศึกษที่ผ่านมาพบว่า การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากความยาวนานวันมีความแม่นยำสูงเมื่อใช้กับพื้นที่ที่มีลักษณะและตำแหน่งแลทติจูดเหมือนกับสถานีตรวจอากาศที่ใช้ข้อมูลในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ แม้ว่าพื้นที่นั้นจะอยู่ห่างไกลจากสถานีตรวจอากาศหลายร้อยกิโลเมตรก็ตาม (Hussain *et al.*, 1999) นอกจากนี้ ยังได้มีความพยายามหาวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งวิธีการที่ใช้มี 3 วิธีหลัก ๆ คือ

1. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดทั้งปี
2. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สองช่วงต่อปี (ช่วงเดือน 3-8, 3-9, 4-8, และ 4-9 กับช่วงที่เหลือ สำหรับพื้นที่ซีกโลกเหนือ) และ
3. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นรายเดือน

การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปีและแบ่งเป็นรายเดือนช่วยให้การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์แม่นยำมากยิ่งขึ้นในหลายพื้นที่ ยกเว้นพื้นที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรซึ่งให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดทั้งปี และในพื้นที่ที่อยู่ในแลทิจสูงมาก ๆ นั้น พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $SRAD/R_d$ กับ n/N ต่ำ ($R^2 = 0.24-0.54$) และการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปีไม่ช่วยให้ความแม่นยำในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกสูงขึ้น (Hussain *et al.*, 1999) อย่างไรก็ตาม พบว่าในบางพื้นที่การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปีช่วยให้ความแม่นยำในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกสูงกว่าการแบ่งเป็นรายเดือน แต่ในหลายพื้นที่การแบ่งเป็นรายเดือนให้ผลดีกว่า (Tadros, 2000)

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากอุณหภูมิอากาศ

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลอุณหภูมิอากาศใช้สมการง่ายและมีความแม่นยำสูง ได้แก่ สมการของ Bristow และ Campbell ซึ่งคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก (R_n) จากค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของโลก (R_d) กับค่าสัมประสิทธิ์ความโปร่งของบรรยากาศ (T_t) ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน (Goodin *et al.*, 1999)

$$R_n = T_t * R_d \quad (2)$$

$$T_t = A (1 - \exp(-B \Delta T^C)) \quad (3)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ A , B , C เป็นค่าเฉพาะพื้นที่ ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ตรวจวัดได้ และข้อมูลอุณหภูมิอากาศรายวัน

ΔT คือความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุด (T_{max}) กับอุณหภูมิต่ำสุด (T_{min}) เฉลี่ยของสองวัน คืออุณหภูมิต่ำสุดในวันที่ต้องการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ ($T_{min(j)}$) กับอุณหภูมิต่ำสุดในวันถัดไป ($T_{min(j+1)}$)

$$\Delta T = T_{max} - \left(\frac{T_{min(j)} + T_{min(j+1)}}{2} \right) \quad (4)$$

Bristow และ Campbell ใช้อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวันในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นโลก เนื่องจากต้องการที่จะรวมอิทธิพลของวันที่มีท้องฟ้ามีดครึ้มในวันก่อนหน้าวันที่ฝนตกซึ่งเป็นวันที่มีอุณหภูมิต่ำสุดค่อนข้างต่ำ (Goodin *et al.*, 1999) อย่างไรก็ตาม Thornton และ Running (1999) ได้นำสมการของ Bristow และ Campbell ไปใช้โดยปรับการคำนวณ ΔT เป็นการคำนวณความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ ($\Delta T = T_{max} - T_{min}$) ซึ่งพบว่าให้ผลดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวัน

อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะใช้สมการดังกล่าวในการคำนวณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกนั้น จำเป็นจะต้องมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการซึ่งเป็นค่าเฉพาะพื้นที่ โดยคำนวณจากความสัมพันธ์ของข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ตรวจวัดได้กับข้อมูลความยาวนานวันหรือข้อมูลอุณหภูมิอากาศในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงใช้ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวในการคำนวณรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกสำหรับพื้นที่นั้น ๆ ได้ และยังสามารถใช้ได้กับพื้นที่ที่มีแลตติจูดและลักษณะเหมือนกับพื้นที่ดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลอากาศรายวัน ตั้งแต่ปี 2537 - 2541 ของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (18.78°N 98.92°E) และหอดูดาววัดพระจันทร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (16.47°N 102.80°E) ข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกรายวัน (SRAD) บันทึกด้วยเครื่อง data

logger ข้อมูลความยาวนาน (n) บันทึกด้วย Campbell-Stoke และข้อมูลอุณหภูมิ
อากาศสูงสุด – ต่ำสุดรายวัน (T_{max} , T_{min})

การหาค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับ บนพื้นผิวโลกจากความยาวนานวัน

ค่าสัมประสิทธิ์ตลอดทั้งปี

ค่าสัมประสิทธิ์ตลอดทั้งปี เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์ a , b คงที่ชุดเดียวในการ
คำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกรายวันตลอดทั้งปี ซึ่งคำนวณได้จาก
ความสัมพันธ์ระหว่าง $S R A D / R_a$ และ n / N ตลอดช่วงหนึ่งปี

ค่าสัมประสิทธิ์สองช่วงต่อปี

ค่าสัมประสิทธิ์สองช่วงต่อปี เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์ a , b สองชุดในการ
คำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกแต่ละวันในสองช่วงของปี โดยค่า
สัมประสิทธิ์ช่วงแรกคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง $SRAD/R_a$ และ n/N ของ
ข้อมูลในช่วงเดือน 3-8 หรือ 4-8 หรือ 3-9 หรือ 4-9 หรือแบ่งที่วันที่กลางวันยาวเท่ากับ
กลางคืน (Equinox) และช่วงที่เหลือของปี

ค่าสัมประสิทธิ์รายเดือน

ค่าสัมประสิทธิ์รายเดือน เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์ a , b เป็นรายเดือน ซึ่งมี
ทั้งสิ้น 12 ชุดในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกในแต่ละวันของ
เดือน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ a , b แต่ละชุดสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง
 $SRAD/R_a$ และ n/N ของข้อมูลแต่ละเดือน

การหาค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากอุณหภูมิอากาศ

ค่าสัมประสิทธิ์ A เป็นค่าความโปร่งของบรรยากาศในช่วงที่อากาศแจ่มใส ซึ่งประมาณค่าได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความโปร่งของบรรยากาศกับความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุดทั้งจากอุณหภูมิต่ำสุดในวันนั้นๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวัน เมื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์ A แล้วแทนค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้ลงในสมการของ Bristow และ Campbell ทั้งที่คำนวณจากอุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้นๆ และเฉลี่ยสองวัน เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ B และ C ที่ทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่คำนวณได้ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้

การทดสอบความสามารถในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ได้จากการคำนวณ (S_i) ของแต่ละวิธีการกับค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่วัดได้จากเครื่องตรวจอากาศ (O_i) ในแต่ละวัน ($n =$ จำนวนวัน) โดยใช้ค่าบ่งชี้ทางสถิติ 2 ค่า ได้แก่ standardized bias (R) และ standardized mean square error (V) ซึ่งมีสมการการคำนวณดังต่อไปนี้

$$R = \frac{\sum (S_i - O_i)}{\sum O_i} \quad (5)$$

$$V = \frac{\sum (S_i - O_i)^2}{\sum O_i^2} \quad (6)$$

ผลการศึกษา

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากความ ยาวนานวัน

ค่าสัมประสิทธิ์ a , b และ $a + b$ ที่คำนวณได้จากแต่ละวิธีการ โดยใช้ข้อมูลรังสี
ดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกและความยาวนานวันของสถานีวิจัยเกษตร
ชลประทานเชียงใหม่ แสดงดังตารางที่ 1 และจากหมวดพีซีไร่ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น แสดงดังตารางที่ 2

จากข้อมูลอากาศช่วง 5 ปีของจังหวัดเชียงใหม่ (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่า ค่า
ความโปร่งของบรรยากาศในวันที่บรรยากาศมีดึกครึ้มหรือค่าสัมประสิทธิ์ a มีค่าอยู่
ในช่วง 0.12 - 0.58 และอัตราการเปลี่ยนแปลงของ $SRAD/R_0$ ต่อ n/N มีค่าอยู่ในช่วง
0.11 - 0.53 สำหรับในวันที่บรรยากาศแจ่มใส ค่าความโปร่งของบรรยากาศมีค่าในช่วง
0.63 - 0.71 ซึ่งหมายความว่า รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกในวันที่บรรยากาศ
แจ่มใส เท่ากับร้อยละ 63 ถึง 71 ของรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของ
โลก ส่วนในวันที่มีดึกครึ้มนั้นได้รับรังสีดวงอาทิตย์เท่ากับร้อยละ 12 ถึง 58 ของรังสีดวง
อาทิตย์ที่เหนือชั้นบรรยากาศ และพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง $SRAD/R_0$ ต่อ n/N
ค่อนข้างต่ำ ($R^2 = 0.03-0.59$) สำหรับการใช้อัตราอากาศช่วง 3 ปี ก็ให้ค่าสัมประสิทธิ์
ที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกับการใช้อัตราอากาศ 5 ปี

ข้อมูลจากจังหวัดขอนแก่นก็เช่นกัน ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูล
อากาศช่วง 5 ปีแตกต่างจากช่วง 3 ปีไม่มากนัก (ตารางที่ 2) ข้อมูลช่วง 5 ปี แสดงให้
เห็นว่า รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกในวันที่มีดึกครึ้มเท่ากับร้อยละ 28 ถึง 40
ของรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศ ($0.28 \leq a \leq 0.40$) ในวันที่บรรยากาศ
แจ่มใสรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกเท่ากับร้อยละ 58 ถึง 64 ($0.58 \leq a+b \leq$
0.64) ของรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเหนือชั้นบรรยากาศของโลก และพบว่าค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างความโปร่งของบรรยากาศต่อ n/N ค่อนข้างต่ำ ($R^2 = 0.12 - 0.65$)

เมื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกด้วยค่าสัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดปี สองช่วงต่อปี รายเดือน และคำแนะนำสำหรับเขตร้อนชื้น โดยพิจารณาจากค่าบ่งชี้ทางสถิติ พบว่า การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีการต่างๆ จากข้อมูลทั้งสองสถานี มีความสามารถในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำสำหรับเขตร้อนชื้น อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ a และ b รายเดือน ทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่คำนวณได้ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากที่สุด โดยที่สถานีเชียงใหม่มีค่า R และ V เท่ากับ 0.0037 และ 0.0418 ส่วนที่ขอนแก่นมีค่า R และ V เท่ากับ 0.0005 และ 0.0302 ตามลำดับ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นสองช่วงต่อปีของทุกช่วงข้อมูลของเชียงใหม่และขอนแก่น พบว่าค่าที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดมากที่สุด เมื่อแบ่งที่เดือน 3-9 และ 3-8 ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ 4) และแผนภาพความสัมพันธ์แบบ 1:1 ระหว่างค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่ตรวจวัดได้กับค่าที่คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำสำหรับเขตร้อนชื้น สัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดปี รายเดือน และสองช่วงต่อปีของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ แสดงดังภาพที่ 1A 1B 1C และ 1D สำหรับหมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แสดงดังภาพที่ 2A 2B 2C และ 2D ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์ a , b และ $a + b$ ที่คำนวณได้จากช่วงของข้อมูล
อากาศของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

	สัมประสิทธิ์ a		สัมประสิทธิ์ b		สัมประสิทธิ์ $a+b$		R^2	
	37-41	37-39	37-41	37-39	37-41	37-39	37-41	37-39
ค่าเดียว	0.35	0.35	0.32	0.29	0.67	0.64	0.37	0.28
สองช่วงต่อปี								
21 มี.ค.- 22 ก.ย.	0.31	0.31	0.38	0.35	0.69	0.66	0.49	0.42
เดือนที่เหลือ	0.45	0.49	0.18	0.10	0.63	0.59	0.09	0.30
เดือน 3-8	0.31	0.30	0.37	0.35	0.68	0.65	0.54	0.48
เดือนที่เหลือ	0.42	0.42	0.22	0.16	0.64	0.58	0.16	0.07
เดือน 3-9	0.32	0.31	0.37	0.34	0.69	0.65	0.49	0.42
เดือนที่เหลือ	0.48	0.52	0.15	0.07	0.63	0.61	0.07	0.01
เดือน 4-8	0.31	0.31	0.37	0.34	0.68	0.65	0.51	0.44
เดือนที่เหลือ	0.40	0.43	0.24	0.18	0.64	0.51	0.18	0.09
เดือน 4-9	0.31	0.31	0.37	0.34	0.68	0.65	0.47	0.38
เดือนที่เหลือ	0.44	0.48	0.19	0.12	0.63	0.60	0.10	0.04
รายเดือน								
มกราคม	0.12	0.12	0.53	0.51	0.65	0.68	0.42	0.38
กุมภาพันธ์	0.19	0.22	0.45	0.38	0.64	0.60	0.54	0.56
มีนาคม	0.22	0.22	0.48	0.46	0.70	0.68	0.59	0.57
เมษายน	0.32	0.37	0.36	0.30	0.68	0.67	0.36	0.33
พฤษภาคม	0.31	0.32	0.35	0.30	0.66	0.62	0.36	0.26
มิถุนายน	0.35	0.39	0.28	0.13	0.63	0.64	0.26	0.06
กรกฎาคม	0.30	0.30	0.41	0.38	0.71	0.68	0.57	0.48
สิงหาคม	0.28	0.29	0.41	0.28	0.69	0.59	0.45	0.26
กันยายน	0.33	0.34	0.36	0.28	0.69	0.62	0.28	0.15
ตุลาคม	0.40	0.44	0.26	0.16	0.66	0.60	0.17	0.06
พฤศจิกายน	0.58	0.67	0.11	-0.01	0.69	0.66	0.03	0.00
ธันวาคม	0.53	0.61	0.12	0.01	0.65	0.62	0.05	0.00

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ a , b และ $a + b$ ที่คำนวณได้จากช่วงของข้อมูล
อากาศของสถานีตรวจอากาศหมวดพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

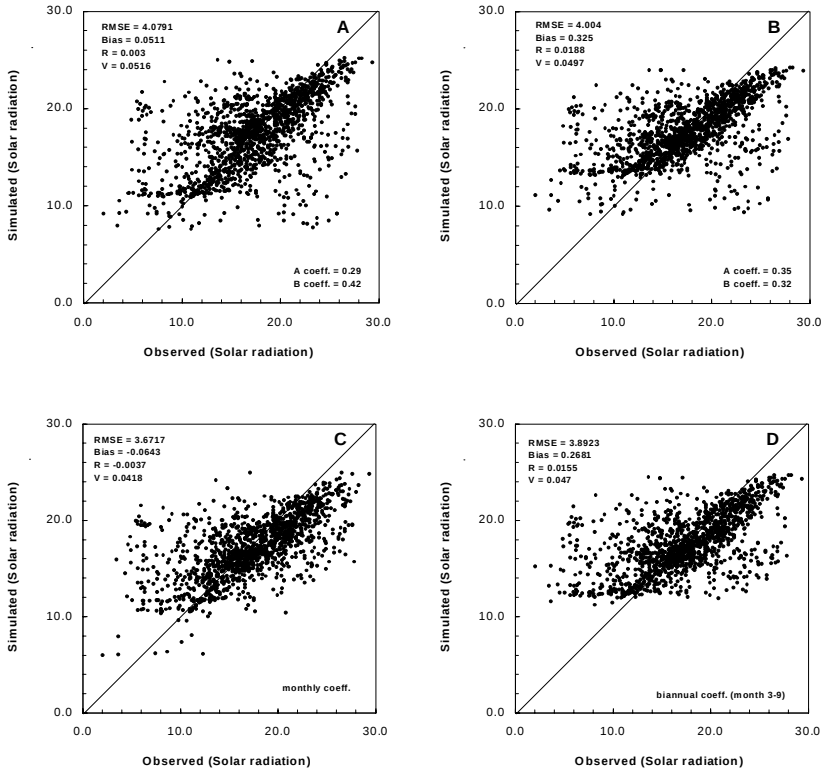
	สัมประสิทธิ์ a		สัมประสิทธิ์ b		สัมประสิทธิ์ $a+b$		R^2	
	37-41	37-39	37-41	37-39	37-41	37-39	37-41	37-39
<u>ค่าเดียว</u>	0.34	0.36	0.28	0.23	0.62	0.59	0.43	0.31
<u>สองช่วงต่อปี</u>								
21 มี.ค.-22 ก.ย.	0.35	0.37	0.25	0.18	0.60	0.55	0.33	0.18
เดือนที่เหลือ	0.33	0.35	0.30	0.26	0.63	0.61	0.42	0.31
เดือน 3-8	0.36	0.38	0.25	0.18	0.61	0.56	0.35	0.20
เดือนที่เหลือ	0.32	0.33	0.31	0.29	0.63	0.62	0.48	0.39
เดือน 3-9	0.35	0.37	0.26	0.19	0.61	0.56	0.36	0.22
เดือนที่เหลือ	0.32	0.33	0.31	0.28	0.63	0.61	0.44	0.34
เดือน 4-8	0.36	0.38	0.24	0.18	0.60	0.56	0.33	0.18
เดือนที่เหลือ	0.33	0.34	0.30	0.26	0.63	0.60	0.44	0.34
เดือน 4-9	0.35	0.37	0.25	0.19	0.60	0.56	0.34	0.20
เดือนที่เหลือ	0.34	0.36	0.29	0.24	0.63	0.60	0.39	0.28
<u>รายเดือน</u>								
มกราคม	0.38	0.64	0.24	-0.08	0.62	0.56	0.24	0.00
กุมภาพันธ์	0.36	0.40	0.26	0.19	0.62	0.59	0.33	0.14
มีนาคม	0.41	0.48	0.20	0.08	0.61	0.56	0.20	0.04
เมษายน	0.35	0.41	0.27	0.16	0.62	0.57	0.34	0.14
พฤษภาคม	0.40	0.43	0.18	0.08	0.58	0.51	0.16	0.04
มิถุนายน	0.37	0.40	0.21	0.12	0.58	0.52	0.27	0.08
กรกฎาคม	0.34	0.35	0.26	0.22	0.62	0.57	0.30	0.23
สิงหาคม	0.36	0.36	0.22	0.16	0.58	0.52	0.22	0.12
กันยายน	0.32	0.32	0.29	0.25	0.61	0.57	0.41	0.31
ตุลาคม	0.30	0.31	0.33	0.29	0.63	0.60	0.41	0.33
พฤศจิกายน	0.28	0.28	0.36	0.34	0.64	0.62	0.61	0.55
ธันวาคม	0.42	0.44	0.20	0.18	0.62	0.62	0.27	0.22

ตารางที่ 3 ค่าบ่งชี้ทางสถิติของการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบน
พื้นผิวโลกด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากแต่ละช่วงของข้อมูลอากาศของ
สถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

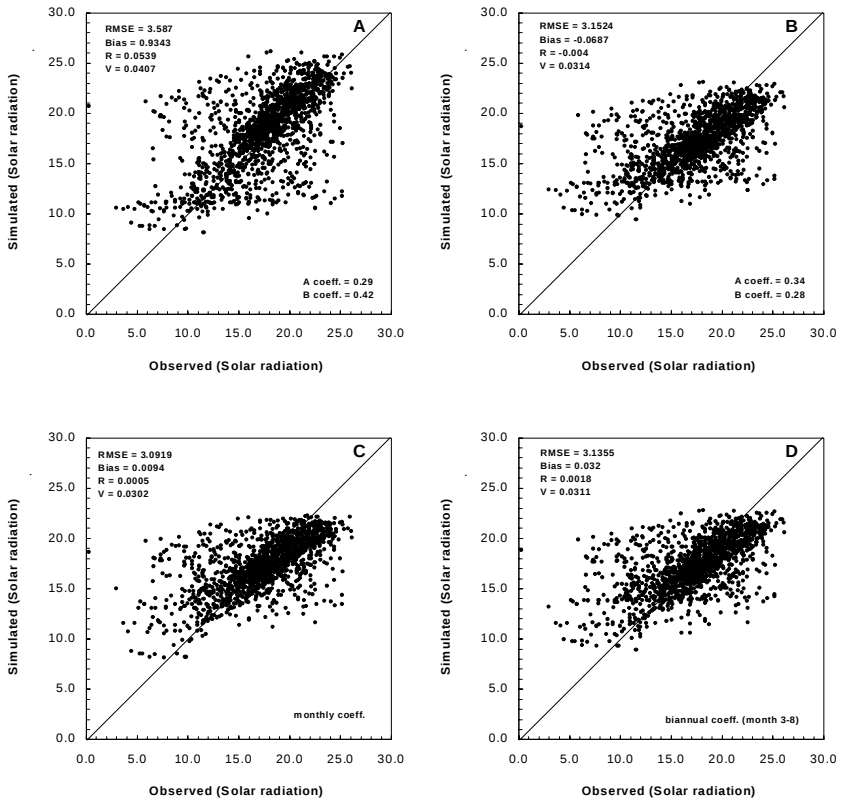
	Standardized bias (R)		Standardized mean square error (V)	
	2537-41	2537-39	2537-41	2537-39
<u>ค่าแนะนำ</u>	0.0030	0.0233	0.0516	0.0678
<u>ค่าเดียวตลอดปี</u>	0.0188	0.0119	0.0497	0.0631
<u>สองช่วงต่อปี</u>				
21 มี.ค.-22 ก.ย.	0.0035	0.0021	0.0472	0.0590
เดือน 3-8	0.0038	-0.0002	0.0479	0.0602
เดือน 3-9	0.0155	-0.0002	0.0470	0.0579
เดือน 4-8	-0.0019	0.0024	0.0484	0.0611
เดือน 4-9	-0.0039	0.0002	0.0478	0.0599
<u>รายเดือน</u>	-0.0037	-0.0016	0.0418	0.0491

ตารางที่ 4 ค่าบ่งชี้ทางสถิติของการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบน
พื้นผิวโลกด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากแต่ละช่วงของข้อมูลอากาศของ
สถานีตรวจอากาศมหาวิทยาลัยขอนแก่น

	Standardized bias (R)		Standardized mean square error (V)	
	2537-41	2537-39	2537-41	2537-39
<u>ค่าแนะนำ</u>	0.0539	0.0708	0.0407	0.0585
<u>ค่าเดียวตลอดปี</u>	-0.0040	0.0016	0.0314	0.0410
<u>สองช่วงต่อปี</u>				
21 มี.ค.-22 ก.ย.	-0.0046	-0.0008	0.0312	0.0403
เดือน 3-8	0.0018	0.0053	0.0311	0.0402
เดือน 3-9	0.0027	-0.0066	0.0312	0.0403
เดือน 4-8	0.0013	-0.0005	0.0312	0.0404
เดือน 4-9	-0.0015	-0.0008	0.0313	0.0403
<u>รายเดือน</u>	0.0005	-0.0007	0.0302	0.0376



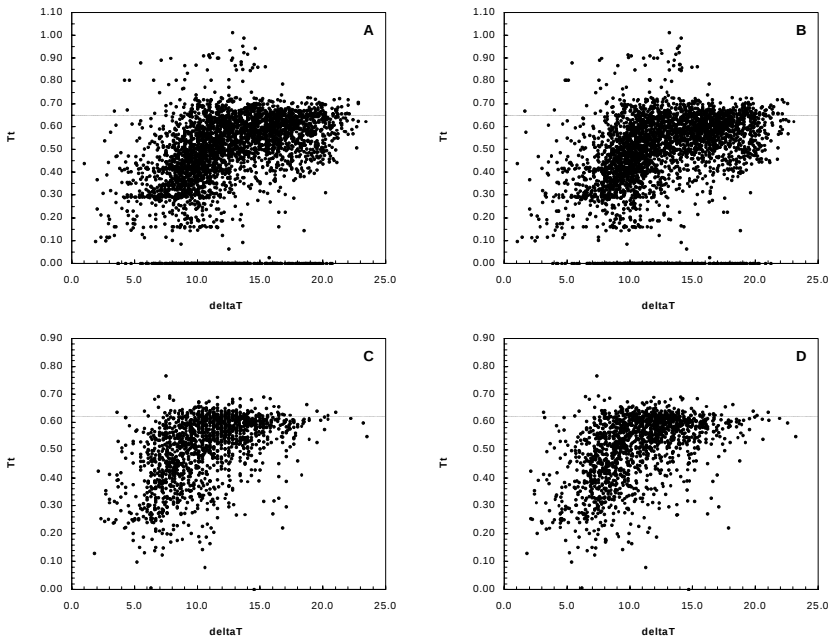
ภาพที่ 1A-1D แผนภาพความสัมพันธ์แบบ 1:1 ระหว่างค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกตรวจวัดได้กับค่าที่คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำสำหรับเขตร้อนชื้น (A) สัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดปี (B) รายเดือน(C) และสองช่วงต่อปีที่เดือน 3-9 (D) ของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ภาพที่ 2A-2D แผนภาพความสัมพันธ์แบบ 1:1 ระหว่างค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกตรวจวัดได้กับค่าที่คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำสำหรับเขตร้อนชื้น (A) สัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดปี (B) รายเดือน(C) และสองช่วงต่อปีที่เดือน 3-8 (D) ของหมวดพีชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากอุณหภูมิอากาศ

ค่าสัมประสิทธิ์ A ที่ประมาณจากแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่าง $SRAD/R_a$ กับ ΔT ทั้งที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวัน จากข้อมูลอากาศของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ และหมวดพีชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ภาพที่ 3A-3D) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ A ไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะประมาณจากแผนภาพความสัมพันธ์ที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ หรืออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวัน โดยค่าสัมประสิทธิ์ A ของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่มีค่าเท่ากับ 0.65 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ A ของหมวดพีชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีค่าเท่ากับ 0.62

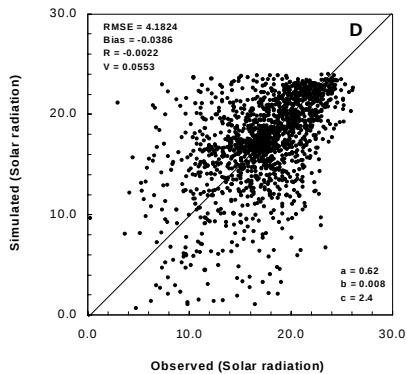
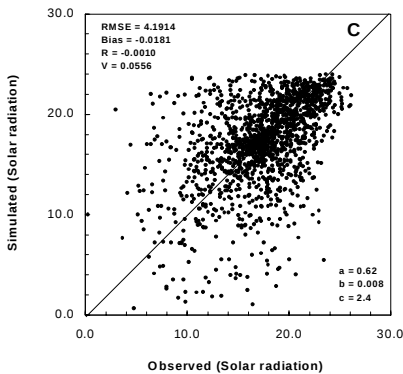
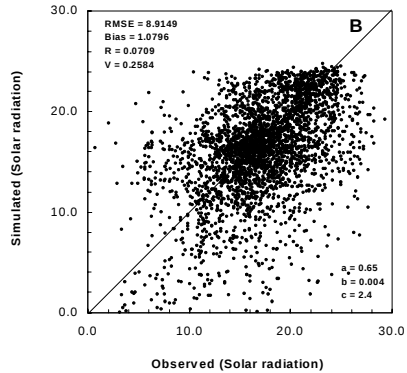
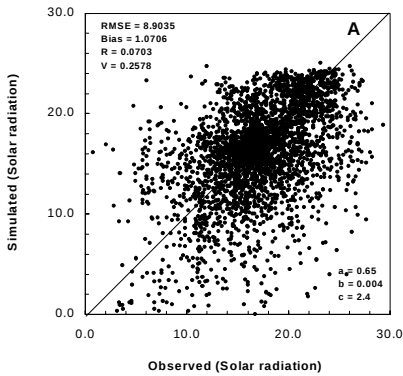


ภาพที่ 3A-3D: ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $SRAD/R_a$ กับ ΔT ทั้งที่เป็นอุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของสองวัน จากสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ (3A,3B) และจากหมวดพีชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (3C,3D)

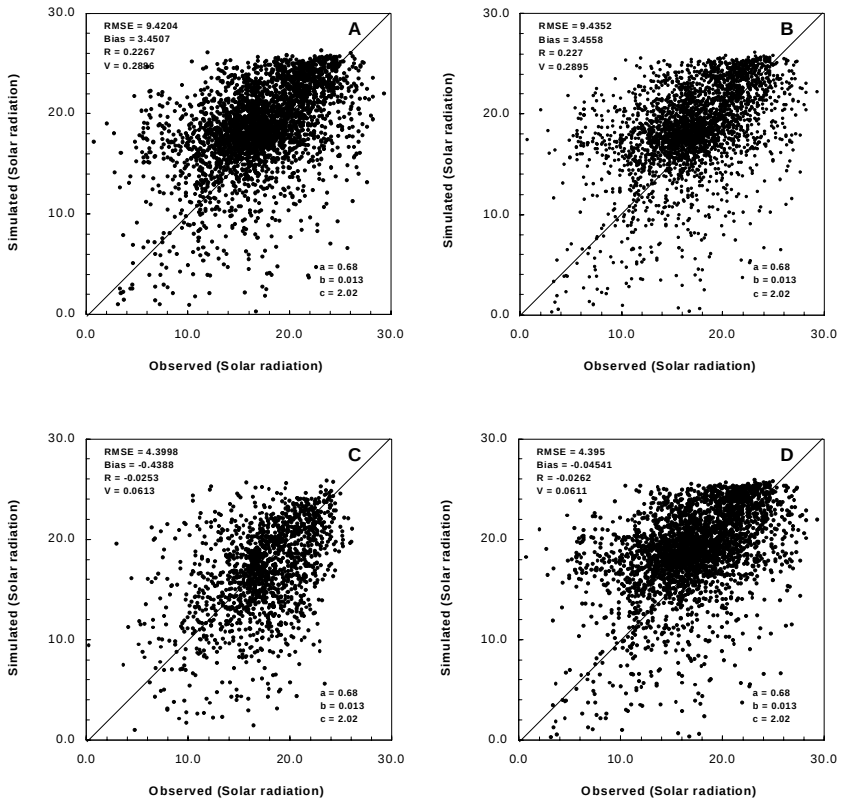
เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์ A ที่ประมาณได้ลงในสมการของ Bristow และ Campbell แล้วคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ B และ C พบว่า สัมประสิทธิ์ B และ C ที่ทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกได้จากการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มีหลายค่าด้วยกัน อย่างไรก็ตาม Thornton และ Running (1999) แนะนำให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ C เท่ากับ 2.4 ซึ่งเป็นหนึ่งในหลายค่าที่ทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์คำนวณได้ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ในการศึกษาครั้งนี้

ที่ค่าสัมประสิทธิ์ C เท่ากับ 2.4 สำหรับสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ A ที่คำนวณได้เท่ากับ 0.65) ค่าสัมประสิทธิ์ B ที่ทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.004 ส่วนหมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ A เท่ากับ 0.62) ค่าสัมประสิทธิ์ B ที่ทำให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.008 ซึ่งให้ผลตรงกันทั้งสมการที่คำนวณ AT จากอุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้นๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวันสำหรับทั้งสองสถานี

เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลของทั้งสองสถานีลงในสมการของ Bristow และ Campbell ทั้งสมการที่คำนวณ AT จากอุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้นๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวัน แล้วเปรียบเทียบค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่คำนวณได้กับค่าที่ตรวจวัดได้ (ภาพที่ 4A-4D) พบว่า ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่คำนวณได้จากสมการของ Bristow และ Campbell ทั้งที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้นๆ และใช้อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวัน ให้ค่าจากการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทั้งสองสถานี และเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำโดย Goodin *et al.* (1999) ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกแล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด (ภาพที่ 5A-5D) พบว่า การใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้ ให้ค่าการคำนวณที่ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำโดย Goodin *et al.* (1999) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทั้งสองสถานี



ภาพที่ 4A–4D แสดงเส้น 1:1 ของการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ A, B, C ที่คำนวณได้ และใช้อุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวันตามลำดับ ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ (4A, 4B) และหมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (4C, 4D) ตามลำดับ



ภาพที่ 5A –5D แสดงเส้น 1:1 ของการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ A, B, C ที่แนะนำโดย Goodin *et al.*, (1999) และใช้อุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวัน ตามลำดับ ในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกของสถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ (5A, 5B) และ หมวดพีชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (5C, 5D) ตามลำดับ

การใช้งานโปรแกรม WeaData 1.0

WeaData 1.0 เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซีพลทอสแอส เวอร์ชัน 6.0 เพื่อการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลอากาศอย่างเป็นระบบ และอยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมแบบจำลองพืชในระบบ DSSAT

การนำเข้าข้อมูล

การนำเข้าและบันทึกแฟ้มข้อมูลใหม่ และแก้ไขแฟ้มข้อมูลเดิม

สำหรับการนำเข้าข้อมูลอากาศใหม่ เพียงเปิดแฟ้มข้อมูลอากาศใหม่ แล้วเลือกตัวแปรข้อมูลอากาศที่ต้องการนำเข้า โปรแกรมก็จะเปิดแบบบันทึกข้อมูลเพื่อผู้ใช้งานสามารถนำเข้าค่าของตัวแปรที่ต้องการ เมื่อกรอกข้อมูลอากาศเรียบร้อยแล้วผู้ใช้ต้องบันทึกแฟ้มข้อมูลอากาศ ซึ่งโปรแกรม WeaData 1.0 จะทำการบันทึกข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลในระบบ DSSAT นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถเปิดแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศที่มีอยู่แล้วเพื่อทำการแก้ไข และบันทึกข้อมูลใหม่ได้

การนำเข้าข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลอากาศแหล่งอื่นๆ

ข้อมูลอากาศรายวันแต่ละสถานที่มีการจัดเก็บแตกต่างกันไป เช่น รูปแบบกรมอุตุนิยมวิทยา หรือ เครื่องบันทึกอากาศ Campbell, Unidata, Licor 1000 และ Licor 1200 การนำเข้าข้อมูลแฟ้มของโปรแกรม WeaData 1.0 จะช่วยแปลงการจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลในระบบ DSSAT

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลก

เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกเป็นข้อมูลอากาศที่จำเป็นสำหรับการใช้แบบจำลองพืชในระบบ DSSAT แต่มักมีการจัดเก็บเพียงบางสถานีตรวจอากาศเท่านั้น โปรแกรม WeaData 1.0 จึงได้เตรียมรายการสำหรับคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์จากข้อมูลอากาศอื่น ได้แก่ ความยาวนานวัน และอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน ซึ่งเป็นข้อมูลอากาศที่มีการจัดเก็บอยู่ในสถานีตรวจอากาศทั่วไป

เมื่อต้องการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่รับบนพื้นผิวโลกก็ให้เลือกรายการคำนวณ (Calculate) แล้วเลือกตัวแปรข้อมูลอากาศที่จะใช้ในการคำนวณ โปรแกรมจะเตรียมรายการ ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำ (Default Coef) และรายการค่าสัมประสิทธิ์ที่กำหนดโดยผู้ใช้ (User Define Coef) ให้เลือก สำหรับพื้นที่ที่มีแลตติจูดและลักษณะใกล้เคียงกับเชียงใหม่และขอนแก่นก็สามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์จากการศึกษาในครั้งนี้ได้ สำหรับพื้นที่ที่มีแลตติจูดและลักษณะแตกต่างจากสถานที่ได้มีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ไว้แล้ว และมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ได้ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำ (Default Coef) ซึ่งสามารถคำนวณได้ใกล้เคียงในระดับหนึ่ง โปรแกรมก็จะทำการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่รับบนพื้นผิวโลกรายวันในหน่วยและรูปแบบที่ระบบ DSSAT ต้องการ

สำหรับสถานีตรวจอากาศที่มีแลตติจูดและลักษณะต่างไปแต่มีการจัดเก็บข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์ที่รับบนพื้นผิวโลกและข้อมูลความยาวนานวันหรืออุณหภูมิอากาศรายวันช่วงระยะเวลาหนึ่ง ผู้ใช้สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ a , b หรือ A , B , C โดยใช้วิธีการดังกล่าวแล้ว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลความยาวนานวันหรืออุณหภูมิอากาศของพื้นที่ที่มีแลตติจูดและลักษณะเหมือนกับสถานีดังกล่าว

สำหรับวิธีการนำเข้าและบันทึกเพิ่มข้อมูลใหม่ และแก้ไขเพิ่มข้อมูลเดิม การนำเข้าจากเพิ่มข้อมูลอากาศแหล่งอื่น ๆ และการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่รับบนพื้นผิวโลก ผู้ใช้สามารถดูรายละเอียดได้ในคู่มือการใช้งานโปรแกรม WeaData 1.0

สรุป

Weadata 1.0 สามารถอำนวยความสะดวกในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกรายวันได้ เมื่อทราบข้อมูลความยาวนานวันหรือข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดรายวัน การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลความยาวนานวันให้ค่าการคำนวณใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากกว่าการคำนวณโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุดรายวันเป็นข้อมูลที่มีการจัดเก็บอย่างกว้างขวางกว่าข้อมูลความยาวนานวัน

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากความยาวนานวันโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำสำหรับเขตร้อนขึ้น ($a = 0.29$ และ $b = 0.42$) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทั้งสองพื้นที่และช่วงข้อมูล สัมประสิทธิ์ค่าเดียวตลอดปีที่คำนวณได้จากข้อมูลอากาศช่วง 5 ปีของเชียงใหม่มีค่า a และ b เท่ากับ 0.35 และ 0.32 และขอบข่าย a และ b เท่ากับ 0.34 และ 0.28 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้สัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากข้อมูลที่แบ่งเป็นรายเดือนในการคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกให้ค่าคำนวณได้ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากกว่าการใช้สัมประสิทธิ์สองช่วงต่อปีและตลอดปี แต่ก็ใกล้เคียงกันมาก และผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลจำนวน 5 ปี และ 3 ปี มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันในทุกวิธีการคำนวณและในทั้งสองสถานะ

การคำนวณค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกจากข้อมูลอุณหภูมิอากาศพบว่า การใช้ AT ที่คำนวณจากอุณหภูมิต่ำสุดของวันนั้น ๆ และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสองวัน ให้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้ไม่แตกต่างกัน และให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่คำนวณได้ใกล้เคียงกัน ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากข้อมูลอากาศของเชียงใหม่มีค่า A , B และ C เท่ากับ 0.65, 0.004 และ 2.4 ตามลำดับ และขอบข่าย A , B และ C เท่ากับ 0.62, 0.008 และ 2.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ค่า

สัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณให้ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกที่คำนวณได้
ใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้มากกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่แนะนำโดย Gooding *et al.* (1990) ($A = 0.68$, $B = 0.013$ และ $C = 2.02$) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันทั้งที่เชียงใหม่
และขอนแก่น

อย่างไรก็ตาม น่าจะได้มีการทดสอบความสามารถของการคำนวณค่ารังสีดวง
อาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกด้วยวิธีการและค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ากับ
สถานีตรวจอากาศอื่นที่มีแลตติจูดและลักษณะพื้นที่เหมือนกับเชียงใหม่และขอนแก่น
หรือมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สำหรับสถานีตรวจอากาศที่มีแลตติจูดและลักษณะ
แตกต่างไปด้วยวิธีการที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ หากสถานียังกล่าวมีการจัดเก็บข้อมูล
รังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นผิวโลกและความยาวนานวันหรืออุณหภูมิอากาศสูงสุด-
ต่ำสุดช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจากการศึกษาค้นคว้านี้แสดงให้เห็นแล้วว่า การใช้ข้อมูล
อากาศรายวันจำนวน 5 ปี และ 3 ปี ให้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกัน

คำนิยาม

ขอขอบคุณ สถานีวิจัยเกษตรชลประทานเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ
หมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการอนุเคราะห์ข้อมูล
ภูมิอากาศที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ และการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุน
การวิจัย (สกว.) ในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรม WeaData 1.0

เอกสารอ้างอิง

- FORSYTHE, W. C., E. J. RYKIEL, JR., R. S. STAHL, H. WU, AND R. M. SCHOOLFIELD. 1995. A model comparison for daylength as a function of latitude and day of year. *Ecological Modelling* 80: 87-95.
- GOODIN, D. G., J. M. S. HUTCHINSON, R. L. VANDERLIP, AND M. C. KNAPP. 1999. Estimating Solar Irradiance for Crop Modeling Using Daily Air Temperature Data. *Agroclimatology* 91: 845-851.

- HUSSAIN, M., L. RAHMAN, AND M. M. RAHMAN. 1999. Technical note; Techniques to obtain improved predictions of global radiation from sunshine duration. *Renewable Energy* 18: 263-275.
- SINGH, O. P., S. K. SRIVASTAVA, AND A. GAUR. 1996. Empirical relationship to estimate global radiation from hours of sunshine. *Energy Conversion and Management* 37: 501-504.
- TADROS, M. T. Y. 2000. Uses of sunshine duration to estimate the global solar radiation over eight meteorological stations in Egypt. *Renewable Energy* 21: 231-246.
- THORNTON, P. E. AND S. W. RUNNING. 1999. An improved algorithm for estimating incident daily solar radiation from measurements of temperature, humidity, and precipitation. *Agricultural and Forest Meteorology* 93: 211-228.

