

ดัชนีความแห้งแล้ง MAI

ดัชนีความแห้งแล้ง MAI ในที่นี้ คือ ดรรชนีความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (Moisture Available Index : MAI) เป็นการนำแนวคิดของ Hargrave มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จากสูตร

$$MAI = P/PET$$

MAI คือ ดรรชนีความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช

P คือ ปริมาณฝนสะสมราย 10 วัน

PET คือ ศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช

การคำนวณค่า PET โดยใช้สมการ Reference Evapotranspiration ของวิธี Penman –Monteith Method (Allen et. Al., 1998) ซึ่งเป็นวิธีที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) แนะนำให้ใช้โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณมีสารประกอบทางอุณหภูมิต่อการใช้น้ำของพืช ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ (ความยาวนานของแสงแดด) อุณหภูมิสูงสุดของอากาศ อุณหภูมิต่ำสุดของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ซึ่งมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$ET_0 = [0.408\Delta(R_n - G) + \gamma(900/(T+273))u_2(e_s - e_a)] / [\Delta + \gamma(1 + 0.34 u_2)]$$

ET_0 คือ Reference Evapotranspiration หรือ PET [mm/day]

Δ คือ ความชันของกราฟความดันไอน้ำอิ่มตัวกับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ T [k Pa° C⁻¹]

R_n คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ [MJm⁻²day⁻¹]

G คือ soil heat flux density [MJm⁻²day⁻¹]

e_s คือ ความดันไอน้ำอิ่มตัวของบรรยากาศ [k Pa]

e_a คือ ความดันไอน้ำเฉลี่ยของบรรยากาศ [k Pa]

γ คือ psychrometric constant [k Pa° C⁻¹]

T คือ อุณหภูมิอากาศที่ระดับความสูง 2 เมตร [°C]

U_2 คือ ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตร [ms⁻¹]

การคำนวณค่า γ จากสูตร

$$\begin{aligned}\gamma &= CPP/\epsilon\lambda \\ &= 0.665 \times 10^{-3} P\end{aligned}$$

$$P = 101.3[(293-0.0065Z)/293]**5.26$$

P คือ ความดันบรรยากาศมาตรฐานที่ 20°C ที่ระดับน้ำทะเล [k Pa]

CP คือ ความร้อนจำเพาะของอากาศชื้น มีค่า 1.013×10^{-3} MJ/Kg, °C

λ คือ ความร้อนแฝงของการระเหยมีค่า 2.45 MJ/Kg

ϵ คือ อัตราส่วนน้ำหนักโมเลกุลของไอน้ำต่ออากาศแห้งมีค่า 0.622

z คือ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล [เมตร]

การคำนวณค่า Δ จากสูตร

$$\Delta = 4098[0.6108\exp\{17.27T/(T+237.3)\}]/[T+237.3]^2$$

การคำนวณความดันไอน้ำเฉลี่ยของบรรยากาศ (ea)

$$ea = es(RHmean/100)$$

เมื่อ RHmean = ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)

การคำนวณความดันไอน้ำอิ่มตัวเฉลี่ยของบรรยากาศ (es)

$$Es = \{[0.6108\exp(17.27Tmax/(Tmin+237.3))]+[0.6108\exp(17.27Tmin/(Tmin+237.3))]\}/2$$

เมื่อ Tmax คือ อุณหภูมิสูงสุด °C

Tmin คือ อุณหภูมิต่ำสุด °C

การคำนวณหาความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตร (U2)

$$U2 = UZ[4.87/\ln(67.8Z-5.42)]$$

เมื่อ U2 คือ ความเร็วลมที่ระดับความสูง Z เหนือพื้นดิน (เมตร/วินาที)

Z คือ ความสูงของเสาวัดลมเหนือพื้นดิน (เมตร)

การคำนวณค่า Soil heat flux (G)

$$G = cs[Ti+Ti-1]/\Delta t$$

เมื่อ cs คือ ความจุความร้อนในดิน [MJ/m²,°C]

Ti คือ อุณหภูมิอากาศที่เวลา i [°C]

Ti-1 คือ อุณหภูมิอากาศที่เวลา i-1 [°C]

Δt คือ ความยาวของช่วงเวลา (วัน)

Δz คือ effective soil depth (m) มีค่า 0.10-0.20 เมตร สำหรับช่วงเวลาสั้น แต่ จะมีค่า 2 เมตรหรือมากกว่าสำหรับช่วงรายเดือน

สำหรับขนาดของ Soil heat flux (G) 1 วันหรือ 10 วัน จะมีค่าน้อยมากจึงกำหนดให้ $G = 0$
การคำนวณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ (R_n)

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

เมื่อ R_{ns} คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นสุทธิ [$MJm^{-2}day^{-1}$]

R_{nl} คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์คลื่นยาวสุทธิ [$MJm^{-2}day^{-1}$]

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s$$

$$R_s = [0.25 + 0.50(n/N)] R_a$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์การสะท้อนมีค่า 0.23 สำหรับพืชที่ใช้อ้างอิงในสมการ

R_s คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้น [$MJm^{-2}day^{-1}$]

n คือ ความนานของแสงแดด (ชั่วโมง)

N คือ ความนานของแสงแดดสูงสุด (ชั่วโมง)

R_a คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ขอบบนของบรรยากาศโลก [$MJm^{-2}day^{-1}$]

โดยที่ $N = (24/\pi) \omega_s$

$$R_a = [24(60)/\pi] G_{sc} dr [\omega_s \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \sin \omega_s]$$

$$dr = 1 + 0.033 \cos(2\pi J/365)$$

$$\delta = 0.409 \sin[(2\pi J/365) - 1.39]$$

$$\omega_s = \arccos[-\tan \phi \tan \delta]$$

G_{sc} คือ ค่าคงที่สุริยะ $0.0820 MJm^{-2}, min$

dr คือ ระยะทางสัมพัทธ์ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์

ω_s คือ Sunset hour angle [rad]

ϕ คือ ละติจูด [rad]

δ คือ Solar declination [rad]

J คือ วันของปี (Julian day)

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ (R_{nl}) คำนวณจาก

$$R_{nl} = \{ \sigma [T_{max,k}^4 + T_{min,k}^4] / 2 \} [0.34 - 0.14 \sqrt{e_a}] [1.35 (R_s / R_{so}) - 0.35]$$

$$R_{so} = (0.75 + 2 \times 10^{-5} Z) R_a$$

เมื่อ σ คือ ค่าคงที่ของ Stefan -Boltzmann มีค่า $4.903 \times 10^{-9} \text{ MJ/K}^4, \text{m}^2, \text{day}$

$T_{\text{max},k}$ คือ อุณหภูมิสูงสุด [K]

$T_{\text{min},k}$ คือ อุณหภูมิต่ำสุด [K]

R_{so} คือ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกถึงพื้นเมื่อท้องฟ้าโปร่ง [$0. \text{MJ/m}^2, \text{day}$]

ตารางเกณฑ์ดัชนีความแห้งแล้ง MAI

ค่าดัชนี MAI	ระดับความรุนแรง
0.00 - 0.33	พืชขาดน้ำรุนแรง
0.34 - 0.67	พืชขาดน้ำปานกลาง
0.68 - 1.00	พืชขาดน้ำเล็กน้อย
1.01 - 1.33	พืชได้รับน้ำพอเพียง
มากกว่าหรือเท่ากับ 1.34	พืชได้รับน้ำมากเกินไป