

ดัชนีความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช

อภินันท์ ยุทธพันธ์

Hargreaves (1972) ได้กำหนดดัชนีมาตรฐานระดับต่างๆ ของความชื้นที่ขาดแคลนหรือเพียงพอสำหรับผลผลิตทางการเกษตร โดยกำหนดดัชนีความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช (Moisture Available Index, MAI) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าความน่าจะเป็นของปริมาณฝนที่ระดับ 75% หรือฝนที่คาดหวังได้ (Dependable Rainfall, DP) กับ ศักยภาพคายระเหยน้ำของพืช (Potential Evapotranspiration, PET) ดังสมการ

$$MAI = DP/PET$$

นั่นคือ MAI เป็นดัชนีของปริมาณฝนที่ให้เป็นความชื้นที่พืชต้องการ โดยจำแนกดังนี้

MAI = 0.00 ถึง 0.33	พืชขาดน้ำมาก
MAI = 0.34 ถึง 0.67	พืชขาดน้ำปานกลาง
MAI = 0.68 ถึง 1.00	พืชขาดน้ำเล็กน้อย
MAI = 1.01 ถึง 1.33	พืชได้รับน้ำพอเพียง
MAI ≥ 1.34	พืชได้รับน้ำเกินต้องการ

ค่า MAI เท่ากับ 1 หมายความว่าปริมาณฝนที่คาดหวังได้มีค่าเท่ากับศักยภาพคายระเหยน้ำของพืช ดังนั้นความชื้นในดินจากฝนเพียงพอสำหรับพืชและจะให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อ MAI น้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณน้ำที่พืชได้รับจะไม่เพียงพอที่พืชต้องการเพื่อที่จะให้ผลผลิตสูงสุด ทำให้ได้ผลผลิตลดลง และเมื่อ MAI น้อยกว่า 0.33 พืชจะขาดน้ำมากและทำให้ผลผลิตลดลงต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ

Hargrave และ Christiansen (1974) พบว่า ผลผลิตของพืชจะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับปริมาณความชื้นในดิน เมื่อความชื้นในดินมีค่า 30-85% ของความชื้นที่พืชต้องการเพื่อจะให้ผลผลิตสูงสุด ถ้าดินมีความชื้นมากกว่าความชื้นที่พืชต้องการเพื่อจะให้ผลผลิตสูงสุดแล้วผลผลิตของพืชจะลดลงเนื่องจากปัญหาของปริมาณอากาศที่อยู่ในดินและการชะล้างสารอาหารในดิน แต่ถ้าความชื้นในดินน้อยมาก ($MAI \leq 0.35$) จะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง โดยเมื่อ MAI มีค่า 1.0 ผลผลิตจะเป็น 100% ของผลผลิตสูงสุด เมื่อ MAI มีค่า 0.33 จะได้ผลผลิตประมาณ 40% ของผลผลิตสูงสุด ถ้า MAI มีค่า 1.33 หรือมากกว่า ซึ่งความชื้นเกินความจำเป็นของพืช จะได้ผลผลิตประมาณ 80% ของผลผลิตสูงสุด

สำหรับตัวแปรต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อประมาณค่า MAI ดังที่กล่าวมาข้างต้น มีรายละเอียด ดังนี้

1. ฝนที่คาดการณ์ได้ (DP)

ฝนที่คาดการณ์ได้ คือ ปริมาณฝนที่คาดว่าจะตกเป็นเวลาเท่าไรจากจำนวนปีทั้งหมด และเกี่ยวกับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ซึ่งในทางการเกษตรจะเกี่ยวกับความเสี่ยงในการลดลงของผลผลิตในหลายๆ ปี โดยทั่วไปจะกำหนดเป็นปริมาณฝนที่จะตกใน 1 ปี จาก 4 หรือ 5 ปี ซึ่งสอดคล้องกับค่าความน่าจะเป็นที่ 75 หรือ 80% ตามลำดับ ค่าเปอร์เซ็นต์ของความน่าจะเป็นแสดงถึงปริมาณฝนที่ตกมีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าฝนที่คาดการณ์ได้ ซึ่งค่าฝนที่คาดการณ์ได้ที่ระดับความน่าจะเป็น 80% จะใช้สำหรับออกแบบระบบชลประทาน สำหรับการป้องกันความแห้งแล้งของการเจริญเติบโตของพืช จะใช้ค่าความน่าจะเป็นที่ 75% (Smith, 1992)

2. ศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช (PET)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช เป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียจาก 2 ขบวนการรวมกัน คือ จากผิวดินบริเวณรอบต้นพืชโดยการระเหยและจากพืชโดยการคายน้ำ เรียกว่า การคายระเหย (Evapo-transpiration)

การระเหยและการคายน้ำของพืชจะเกิดขึ้นพร้อมกัน ขณะที่พืชยังเล็กอยู่ น้ำจะสูญเสียโดยการระเหยเป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อพืชเจริญเติบโตและปกคลุมพื้นดินไปทั่ว การสูญเสียน้ำส่วนมากจะเนื่องจากการคายน้ำ

การใช้น้ำของพืช หรือการคายระเหยน้ำ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

- สภาพภูมิอากาศรอบๆ ต้นพืช ได้แก่ รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นของอากาศ และลม

- พืช ได้แก่ ชนิดพืช อายุพืช และสภาพการคลุมดินของพืช

- ดิน ได้แก่ จำนวนความชื้นในดิน เนื้อดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำไว้

- อื่นๆ เช่น วิธีการให้น้ำแก่พืช ฤดูกาลเพาะปลูก การไถพรวนดิน และการคลุมดิน

ปริมาณการใช้น้ำของพืชขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญดังได้กล่าวมา การที่จะวัดการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดทุกสภาพภูมิอากาศ ดิน ฯลฯ นั้น เป็นสิ่งที่ทำได้ยาก และจะต้องทำการวัดมากมายไม่มีที่สิ้นสุด ดังนั้นโดยทั่วไปจะหาจากค่า PET ซึ่งเป็นการใช้น้ำของพืชที่มีอัตราการใช้น้ำไม่ขึ้นกับอายุ เช่น หญ้าและอัลฟัลฟา เป็นต้น และปลูกในดินที่มีความชื้นสูงตลอดเวลา เพื่อที่อัตราการใช้น้ำขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว ซึ่ง PET สามารถหาได้โดยตรงจากการทดลองโดยวัดการใช้น้ำของพืชได้จากเครื่อง Lysimeter ในแปลงทดลองภายใต้สภาวะที่กำหนดและในทางอ้อมโดยการคำนวณ

การประมาณค่า PET จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยามาคำนวณ ซึ่งมีหลายวิธี ทั้งสูตรที่ต้องการข้อมูลเพียงอย่างเดียว หรือสูตรที่ต้องการข้อมูลหลายอย่างในการคำนวณ อาทิ เช่น สูตรของ Thornwaite, Hargreaves, Priestley-Taylor, Turc, Penman และ Penman-Monteith

เมื่อต้องการทราบการใช้น้ำของพืชไร่นาชนิดต่างๆ ก็คำนวณได้โดยใช้สูตร

$$ET_{crop} = Kc \times PET$$

โดย

ET_{crop} คือ การใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบ (มม.)

Kc คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชดังกล่าว

การประยุกต์ใช้ MAI ติดตามสถานการณ์ปัจจุบัน

การวิเคราะห์ความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืชในช่วง 10 วันที่ผ่านมา ได้ประยุกต์วิธีการคำนวณ MAI ของ Hargreaves ที่กล่าวมาข้างต้น โดยเปลี่ยนข้อมูลฝนที่คาดหวังได้เป็นปริมาณฝนสะสมจากการตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศในช่วง 10 วันที่ผ่านมา สำหรับศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืชได้คำนวณมาจากข้อมูลการตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความยาวนานแสงแดด และความเร็วลม ของสถานีอุตุนิยมวิทยาที่มีการตรวจวัดข้อมูลดังกล่าว ด้วยวิธีการหา Reference Evapotranspiration (ET_0) ของ Penman-Monteith (Allen et. Al., 1998) ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รวบรวมองค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืชมาอยู่ในสูตรทุกอย่าง ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

เมื่อ

ET_0 = Reference Evapotranspiration หรือ PET [mm/day]

R_n = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สุทธิ [$MJ/m^2, day$]

G = soil heat flux [$MJ/m^2, day$]

T = อุณหภูมิ [$^{\circ}C$]

U_2 = ความเร็วลมที่ความสูง 2 เมตร [m/sec]

e_s = ความดันไอน้ำอิ่มตัวเฉลี่ยของบรรยากาศ [kPa]

e_a = ความดันไอน้ำเฉลี่ยของบรรยากาศ [kPa]

Δ = ความชันของกราฟความดันไอน้ำอิ่มตัวกับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ T [$kPa/^{\circ}C$]

γ = psychometric constant [$kPa/^{\circ}C$]

ผลลัพธ์ของค่า MAI จากการคำนวณตามสถานีอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยชนิดข้อมูลจุด (Point data) จะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) โดยใช้เทคนิคของการประมาณค่า ในช่วง (Interpolation) ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำเสนอในรูปแบบที่แสดงค่า MAI ดังรูปตัวอย่างแสดงค่า MAI ระหว่างวันที่ 11-20 สิงหาคม 2555 โดยสีแดงแสดงว่าพืชขาดน้ำมาก จากรูปพบว่าบริเวณที่พืชขาดน้ำมากส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ของภาคเหนือตอนล่างบริเวณจังหวัด สุโขทัย อุตรดิตถ์ และพิษณุโลก ภาคกลางด้านตะวันตกและภาคใต้ตอนบนบริเวณจังหวัดราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ส่วนสีเหลืองและสีส้มแสดงว่าพืชขาดน้ำเล็กน้อยและพืชขาดน้ำ ปานกลางตามลำดับ จากรูปพบว่าบริเวณที่พืชขาดน้ำเล็กน้อยถึงปานกลางส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ของ ภาคเหนือด้านตะวันออกและตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้านตะวันตก ภาคกลางด้าน ตะวันตกและตอนล่าง ภาคตะวันออกบริเวณจังหวัดชลบุรีและระยอง ภาคใต้ตอนบนและบริเวณ จังหวัดพัทลุง ตรัง และสตูล ส่วนสีเขียวและสีขาวแสดงว่าพืชได้รับน้ำพอเพียงและพืชได้รับน้ำเกิน ต้องการตามลำดับ

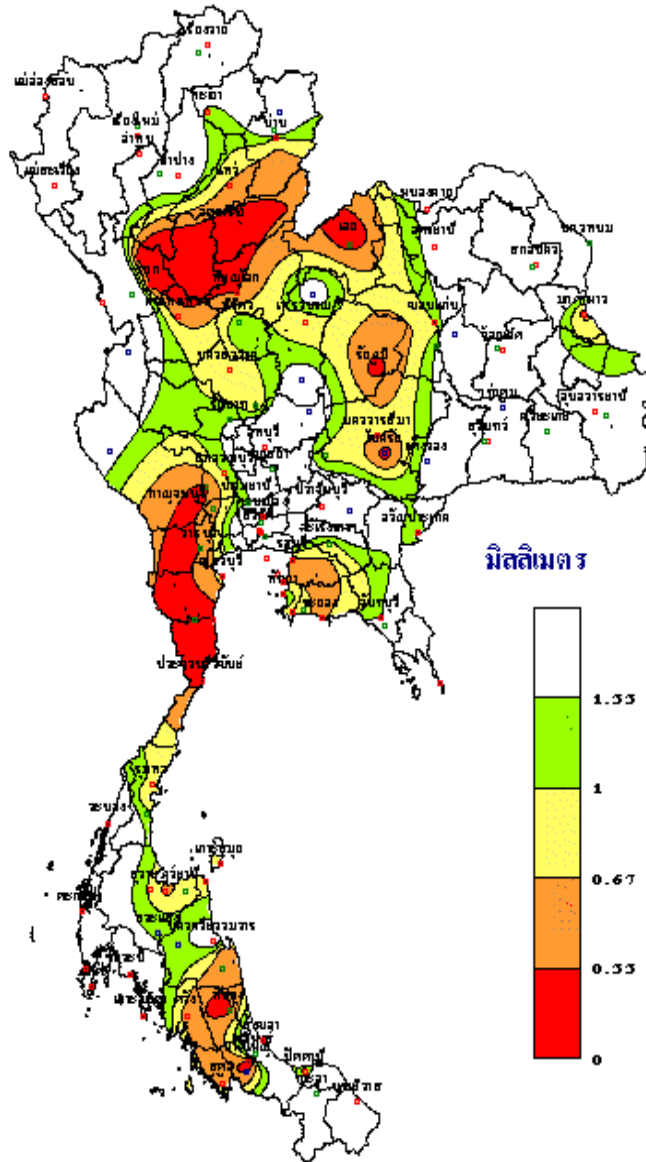
ค่า MAI จะถูกคำนวณและนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ทุกวัน โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในช่วง 10 วันที่ผ่านมา ซึ่งแผนที่แสดงค่า MAI จะสามารถบอกได้ว่าในช่วง 10 วันที่ผ่านมาบริเวณที่สนใจมีความชื้นในดินที่เนื่องมาจากฝนเพียงพอต่อความต้องการของพืชหรือไม่

แผนที่แสดงค่า MAI สามารถนำไปใช้ประกอบกับข้อมูลการพยากรณ์อากาศและข้อมูลอื่นๆ ในการให้คำแนะนำแก่เกษตรกร และเป็นแนวทางวางแผนการให้น้ำแก่พืช และถ้าพิจารณาแผนที่ ดังกล่าวในระยะเวลาที่ผ่านมาต่อเนื่องกันจะสามารถบ่งบอกถึงลักษณะสภาพแวดล้อมของบริเวณ นั้นได้ว่าในช่วงเวลานั้นมีความแห้งแล้งหรือชุ่มชื้นในดินที่เนื่องมาจากฝนเป็นอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- Hargreaves, G.H. 1972. The evaluation of water deficiencies. Age of Change Priorities for Land and water, Irrigation and Drainage Specialty Conference, Washington : American Society of Civil Engineers. Pp 273-290.
- Hargreaves, G.H. and Christiansen J.E. 1974. Production as a Function of Moisture Availability. ITCC Review. Vol. 3 No. 1(9) pp. 980-984
- Smith, M. 1992. CROPWAT: A Computer Program for Irrigation Planning and Management. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 46 : p.126

ดรรรชนีความชื้นที่เป็นประโยชน์สำหรับพืช
ระหว่างวันที่ 11 - 20 สิงหาคม 2555



THAI METEOROLOGICAL DEPARTMENT

รูปตัวอย่างแผนที่แสดงค่า MAI