อิทธิพลของการให้น้ำต่อการเติบโต คุณภาพ และผลผลิตของดาวเรือง

Influences of Irrigation Regimes on Growth, Quality and Yield of Marigold

รัชนีกร แก้วปา ฟ้าไพลิน ไชยวรรณ* ชูชาติ สันธทรัพย์ กมล ทิพโชติ และ ณัฐวุฒิ ลือศักดิ์

Ratchaneegorn Kaewpa, Fapailin Chaiwan*, Choochad Santasup, Kamon Thippachote and Nattawut Luesak

ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**Corresponding author: Email: fapailin.c@cmu.ac.th*

(Received: 17 August 2023; Accepted: 27 September 2024)

Abstract: The study of the Influence of different irrigation regimes on the growth, quality, and yield of marigolds aimed to determine the appropriate irrigation rate and the efficiency of water use of marigolds. The experiment utilized a randomized complete block design with four treatments: daily irrigation at 10.62 mm/day (farmer's conventional practice), daily irrigation based on evapotranspiration (ETc), and irrigation at 30% and 50% of available water capacity (AWC) depletion. The growth, quantity, and quality of marigold flowers were collected. The results showed that plant growth in terms of plant height, canopy size, and fresh and dry weight of flowers by the plant receiving different irrigation rates were significantly different. Daily irrigation according to the plant evapotranspiration rate gave mean plant height, canopy size, and maximum diameter of 64.13, 55.03, and 6.89 cm., respectively. Fresh and dry flower weights were 13.01 and 1.83 g/flowers, respectively. Water use efficiency was 3.41 kg/m^3 while and irrigation at 50% of available water capacity (AWC) gave the lowest fresh and dry flower weight values 7.45 and 1.18 g/flowers, respectively. When considering quantity and quality yield, it was found that the yield and quality of marigolds from the four treatments were significantly different. Therefore, daily irrigation at the rate of evapotranspiration (ETc) was the most effective method for saving water and ensuring the optimal quantity and quality of marigold yield.

Keywords: Marigolds, irrigation, growth, yield, flower quality

Copyright @ Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. All rights reserved.

บทคัดย่อ: การศึกษาอิทธิพลของวิธีการให้น้ำที่แตกต่างกันต่อการเติบโต คุณภาพ และผลผลิตของดาวเรือง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราการให้น้ำที่เหมาะสม และประสิทธิภาพการใช้น้ำของดาวเรือง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 4 กรรมวิธี ได้แก่ ให้น้ำทุกวันตามเกษตรกรนิยมปฏิบัติ (10.62 มิลลิเมตรต่อวัน) ให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหยของพืช และให้น้ำเมื่อปริมาณน้ำใช้ประโยชน์ได้ในดินลดลง 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการบันทึกข้อมูลการเติบโต ปริมาณและคุณภาพดอกดาวเรือง ผลการทดลองพบว่า การให้น้ำในกรรมวิธีที่ต่างกัน ส่งผลให้ความสูง ขนาดทรงพุ่ม น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของดอก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า การให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหยของพืชให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดเท่ากับ 64.13 55.03 และ 6.89 เซนติเมตร ตามลำดับ ค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 13.01 และ 1.83 กรัมต่อดอก ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ เท่ากับ 3.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่การให้น้ำเมื่อปริมาณน้ำใช้ประโยชน์ได้ในดินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด เท่ากับ 7.45 และ 1.18 กรัมต่อดอก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านปริมาณ และคุณภาพผลผลิตของดอกดาวเรือง พบว่า ทั้ง 4 กรรมวิธีให้ผลผลิตแตกต่างกัน ดังนั้น การให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหยของพืช เป็นการให้น้ำที่ประหยัดที่สุด และมีความเหมาะสมในการปลูกดาวเรืองทั้งปริมาณและคุณภาพผลผลิต

คำสำคัญ: ดาวเรือง การให้น้ำ การเจริญเติบโต ผลผลิต คุณภาพดอก

คำนำ

ดาวเรือง มีชื่อภาษาท้องถิ่นทางภาคเหนือว่า “ดอกคำปู้จู้” มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tagetes erecta* L. อยู่ในวงศ์ Compositae ดาวเรืองที่ปลูกเป็นไม้ตัดดอกเป็น American marigold หรือ African marigold เป็นไม้ดอกที่ปลูกง่าย และโตเร็ว ไม่ค่อยมีโรค และแมลงรบกวน (Ketsa, 1988) เป็นพืชล้มลุก ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งเป็นพุ่มสูงประมาณ 25 - 60 เซนติเมตร ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 50-80 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกอยู่ในช่วง 15.6-18.5 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.2-7.5 พบว่า สภาพวันยาวทำให้มี การเจริญเติบโตทาง ลำต้นมาก ดอกบานช้าลงขณะที่ ถ้าอยู่ในสภาพวันสั้น ช่วยกระตุ้นการออกดอกได้เร็วขึ้น (Palasri, 1996) ดาวเรืองสามารถเจริญเติบโตได้ดีและปลูกได้ทุกสภาพพื้นที่ ปลูกได้ตลอดฤดูกาล มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 60-70 วัน (Department of Agricultural Extension, 2013) ปัจจุบันการปลูกดาวเรืองนอกจากปลูกเพื่อตัดดอกขายแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ประดับตกแต่งสถานที่ ประดับจานอาหาร และอุตสาหกรรมสกัดสีเวชภัณฑ์ ดอกดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคได้ (Manikandan *et al*., 2016) โดย Chew *et al*. (1996) รายงานว่า สารสกัดจากดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา autooxidation ในเซลล์ไขมัน นอกจากนั้นภายในรากดาวเรืองยังมีสารแอลฟาเทอร์เธียนิล (α-terthienyl) ซึ่งเป็นสารที่สามารถควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน (Promthong, 1998)

ปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกไม้ดอกไม้ประดับทั่วประเทศประมาณ 67,203 ไร่ มีปริมาณการส่งออก 27.51 พันตัน คิดเป็นมูลค่า 513 ล้านบาท และปริมาณการนำเข้า 2.62 พันตัน คิดเป็นมูลค่า 171 ล้านบาท (Suwanmek and Puengwikrai, 2019) โดยเป็นพื้นที่ปลูกดาวเรืองของประเทศไทยทั้งหมด 2,815 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 3,887.50 ไร่ และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ 3.1 ล้านกิโลกรัม (Kittithanawat, 2020) จากข้อมูลการส่งออกพบว่า ปริมาณผลผลิตของไม้ดอกไม้ประดับสูงสุด 3 อันดับแรก คือ มะลิ ดาวเรือง และปทุมมา ซึ่งมีมูลค่าผลผลิตเท่ากับ 288,152 595.52 และ 1.44 ล้านบาท ตามลำดับ (Office of Agricultural Economics, 2019) โดยพื้นที่การปลูกดาวเรืองอยู่ในภาคตะวันตก ภาคกลาง

และภาคเหนือ ผลผลิตเฉลี่ย 250,000-350,000 ดอกต่อไร่ ต้นทุนในการผลิตดาวเรือง เฉลี่ย 30,000-40,000 บาทต่อไร่ต่อฤดู และผลตอบแทน รายได้เฉลี่ย 160,000-200,000 บาทต่อไร่ต่อฤดูปลูก (Bureau of Agricultural Commodities Promotion and Management, 2021)

ปัจจุบันปัญหาภัยแล้งเกิดขึ้นในประเทศไทยเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ภัยแล้งส่งผลกระทบต่อการเกษตรและแหล่งน้ำ ส่งผลให้พืชขาดน้ำ ชะงักการเจริญเติบโต ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำ ทำให้การจัดการน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการแก้ไขปัญหาภัยแล้ง ชนิดของพืช พืชชนิดต่าง ๆ ต้องการน้ำในปริมาณที่แตกต่างกัน (Singto, 2021) การใช้น้ำของพืช เป็นปริมาณน้ำทั้งหมดที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ประกอบด้วย การคายน้ำ (transportation) และการระเหย (evaporation) วิธีการให้น้ำแก่พืชครั้งละน้อย ๆ แต่ให้บ่อยครั้งจะมีการสูญเสียน้ำโดยการระเหยมาก แต่ถ้าให้น้อยครั้งจะช่วยลดการระเหยได้มากเพราะดินมีความเปียกน้อย และซึมลงไปเก็บไว้ในดินได้ลึกกว่า (Boonyatharokul, 1983) ดังนั้น การให้น้ำแก่พืชอย่างมีประสิทธิภาพต้องพิจารณาถึงปริมาณน้ำที่ต้องให้ในแต่ละครั้ง โดยพิจารณาจากความลึกของรากพืช ปริมาณความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกความถี่ในการให้น้ำ วิธีการให้น้ำแบบต่าง ๆ โดย Vijayakumar *et al*. (2020) รายงานว่า ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ของดาวเรืองภายใต้สภาวะความชื้น 2 ระดับ โดยใช้วิธีการควบคุมความชื้นแบบ gravimetric ที่ 100 และ 70 เปอร์เซ็นต์ FC ผลการศึกษาพบว่า ความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ FC ดอกดาวเรืองมีลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญเติบโตในด้านความสูง ความกว้าง เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย จำนวนกิ่ง จำนวนใบต่อต้น คุณภาพและผลผลิตโดยรวมดีกว่าที่ความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ FC อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) ที่ความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ FC จึงมีค่าต่ำกว่าความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ FC แม้ว่าผลผลิตมากกว่า เนื่องจากพืชที่ปลูกภายใต้ความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ FC มีการใช้ประโยชน์จากน้ำได้ไม่ดีเท่าพืชที่ปลูกภายใต้ 70 เปอร์เซ็นต์ FC Sujitha *et al.* (2020) ศึกษาการประมาณค่าสัมประสิทธิ์พืชสำหรับดอกดาวเรืองในโรงเรือนที่มีการให้น้ำแบบหยด พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Kc) สำหรับดาวเรือง มีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยมีค่า 0.37 ในระยะเริ่มต้น (14 วันหลังย้ายปลูก) มีค่า 0.8 ในระยะกลาง (35 วันหลังย้ายปลูก) และมีค่า 0.47 ในระยะสุดท้าย (60 วันหลังย้ายปลูก) เหมาะสำหรับเกษตรกรในการวางแผนการให้น้ำแก่ดาวเรือง โดยสามารถให้น้ำแก่ดาวเรืองในระยะเริ่มต้นน้อยกว่าในระยะกลางและระยะสุดท้าย เพื่อให้ดาวเรืองได้รับน้ำอย่างเพียงพอและเหมาะสม ทำให้ดาวเรืองมีค่าการใช้น้ำ (ETc) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำลดลง การเติบโตที่ลดลงทำให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลงด้วย Matchamek and Puchai (2009) ศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำที่มีต่อผลผลิตของดาวเรืองในดินร่วนปนทราย พบว่า ตลอดช่วงการเพาะปลูก กรณีปลูกในดินร่วนปนทรายมีปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม 1,117.01 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 14.89 มิลลิเมตรต่อวัน) ส่วนกรณีปลูกใน ดินเหนียวมีปริมาณความต้องการใช้น้ำ 1,153.34 มิลลิเมตร (เฉลี่ย 15.38 มิลลิเมตรต่อวัน) Poruksa *et al.* (2002) ได้ทำการทดลองปลูกปทุมมาจากการศึกษาการใช้น้ำของพืช (lysimeter) พบว่าปทุมมา ตลอดฤดูปลูกพืชมีการใช้น้ำรวม 54.2 ลิตรต่อกอ มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง จำนวนต้น จำนวนใบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน Weiss (1983) ศึกษาการใช้น้ำตลอดฤดูปลูกของงามีการใช้น้ำทั้งหมด 360-376 มิลลิเมตร ระยะตั้งแต่เริ่มงอกจนถึงเริ่มออกดอกพืชต้องการน้ำ 35 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณทั้งหมด ระยะออกดอกจนถึงระยะเจริญเติบโตเต็มที่ต้องการน้ำ 45% และระยะฝักเริ่มแก่จนถึงเก็บเกี่ยวต้องการน้ำไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมด ในส่วนของเบญจมาศ พบว่า เมื่อมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตทางลำต้นและคุณภาพของดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำที่ให้ แต่ถ้าให้น้ำเกินความต้องการของพืชทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นและคุณภาพของดอกลดลง (Prakunhungsit *et al.,* 2001) ผลผลิตไม่มีคุณภาพเกิดการสูญเสียน้ำที่เป็นประโยชน์ของพืชมากขึ้น (Wuttichamnong, 1986) ดังนั้นการให้น้ำที่เหมาะสม การให้น้ำที่เพียงพอในช่วงเวลาที่เหมาะสม สามารถช่วย

เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชได้ถึงร้อยละ 49 (Zhu *et al*., 2004)

ในการผลิตดาวเรืองช่วงฤดูหนาว มักประสบปัญหาการขาดน้ำ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเกษตร โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง การให้น้ำมากเกินความจำเป็นอาจนำไปสู่การสูญเสียน้ำ การชะล้างพังทลายของดิน และการแพร่กระจายของโรค ในขณะที่การให้น้ำที่ไม่เพียงพอส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพดอก (Thongpae, 2015) ดังนั้น การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการให้น้ำที่เหมาะสมต่อการเติบโต คุณภาพ และผลผลิตของดาวเรือง และประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของดาวเรืองในระดับการให้น้ำที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ดำเนินการทดลองปลูกดาวเรืองพันธุ์ 'มหาโชคพรีเมี่ยม ดีพโกลด์ เอกะ 271' ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 ณ ศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ละติจูด: 18 องศา 45 ลิปดา 53 พิลิปดา เหนือ และลองจิจูด: 98 องศา 55 ลิปดา 50 พิลิปดา ตะวันออก) มีพื้นที่สูงจากระดับทะเลปานกลาง ประมาณ 345 เมตร ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเวลานั้น เท่ากับ 28.78-32.56 และ 12.30-13.11 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มีความชื้นสัมพัทธ์ 73-74 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝนสะสม 93.6 มิลลิเมตร (Department of Meteorology, 2021) ลักษณะดินของพื้นที่แปลงทดลองเป็นดินร่วนปนทราย มีสัดส่วนร้อยละของอนุภาคทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) เท่ากับ 61.30, 22.70 และ 16.00 ตามลำดับ ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) เท่ากับ 1.20 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าความจุความชื้นสนาม (field capacity, FC) และค่าความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) มีค่าเท่ากับ 23 และ 14 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตามลำดับ สมบัติทางเคมีของดิน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (soil pH) อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:2 โดยวิธี pH meter (Rhoades, 1982) เท่ากับ 5.50 มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) (Siwasil, 1984) เท่ากับ 17.45 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter, OM) เท่ากับ 1.59 เปอร์เซ็นต์ (Nelson and Sommers,1980) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) (Bray and Kurtz, 1945) และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) สกัดด้วย NH_4OAc 1 M pH 7 (Helmke and Sparks,1996) เท่ากับ 28.84 และ 148.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

เตรียมแปลงปลูกขนาด 1.0 × 4.5 เมตร จำนวน 16 แปลง แล้วย้ายกล้าดาวเรืองที่มีอายุ 14 วัน ปลูกในแปลงจำนวน 2 แถว ๆ ละ 15 ต้น (ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 30 เซนติเมตร) การจัดการปุ๋ย มีการใส่ปุ๋ยทั้งหมด 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยที่ระยะเด็ดยอด (17 หลังย้ายปลูก) ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ผสมปุ๋ยเกรด 15-15-15 (อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก) ในอัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่สองในระยะตุ่มดอก (33 หลังย้ายปลูก) ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการจัดการดูแลวัชพืชตามความจำเป็น (กำจัดวัชพืชด้วยมือ)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยกรรมวิธีการจัดการน้ำที่แตกต่างทั้งหมด 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1) ให้น้ำตามเกษตรกรนิยมปฏิบัติ ให้น้ำ ทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง โดยแบ่งการให้น้ำเป็น 2 ช่วงเวลา คือ เวลาเช้า (7.00 น.) และเวลาเย็น (17.00 น.) ในอัตรารวม 10.62 มิลลิเมตร กรรมวิธีที่ 2) ให้น้ำทุกวันตามข้อมูลอัตราการคายระเหยของพืช ในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2564 ให้น้ำในอัตรา 2.17 มิลลิเมตรต่อวัน ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 ให้น้ำในอัตรา 2.34 มิลลิเมตรต่อวัน ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2565 ให้น้ำในอัตรา 1.85 มิลลิเมตรต่อวัน กรรมวิธีที่ 3) ให้น้ำเมื่อปริมาณน้ำใช้เป็นประโยชน์ได้ในดินลดลง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2564 มีรอบการให้น้ำทุก 3 วันต่อครั้ง ให้น้ำในอัตรา 6.51 มิลลิเมตรต่อครั้ง (เทียบเท่ากับการให้น้ำครั้งละ 29 นาที) ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 มีรอบการให้น้ำทุก 2 วันต่อครั้ง ให้น้ำในอัตรา 4.68 มิลลิเมตรต่อครั้ง (เทียบเท่ากับการให้น้ำครั้งละ 21 นาที) ในเดือน

กุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2565 มีรอบการให้น้ำทุก 3 วันต่อครั้ง ให้น้ำในอัตรา 5.55 มิลลิเมตรต่อครั้ง (เทียบเท่ากับการให้น้ำครั้งละ 25 นาที) และกรรมวิธีที่ 4) ให้น้ำเมื่อปริมาณน้ำใช้เป็นประโยชน์ได้ในดินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2564 มีรอบการให้น้ำทุก 4 วันต่อครั้ง ให้น้ำในอัตรา 8.68 มิลลิเมตรต่อครั้ง (เทียบเท่ากับการให้น้ำครั้งละ 39 นาที) ในเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2565 มีรอบการให้น้ำทุก 4 วันต่อครั้ง ให้น้ำในอัตรา 9.36 มิลลิเมตรต่อครั้ง (เทียบเท่ากับการให้น้ำครั้งละ 42 นาที) ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2565 มีรอบการให้น้ำทุก 5 วันต่อครั้ง ให้น้ำในอัตรา 9.25 มิลลิเมตรต่อครั้ง (เทียบเท่ากับการให้น้ำครั้งละ 42 นาที) การจัดการน้ำทุกกรรมวิธี ให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด (drip irrigation) โดยใช้เทปน้ำหยดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ระยะห่างของหัวจ่ายน้ำ 30 เซนติเมตร และมีในอัตราการไหลของน้ำเฉลี่ย 2 ลิตรต่อชั่วโมง ที่แรงดัน 1 บาร์

การประเมินอัตราการคายระเหยน้ำของดาวเรือง ดำเนินการโดยรวบรวมข้อมูลอัตราการคายระเหยน้ำของพืชเฉลี่ยรายวัน 3 ปี (Department of Meteorology, 2021) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ที่ช่วงระยะการเจริญเติบโตของดาวเรือง โดยใช้วิธี Penman-Monteith (Department of Irrigation, 2019) ทั้งนี้ การทดลองได้ประมาณค่าการคายระเหยของดาวเรือง หรือค่าการใช้น้ำสูงสุดของพืช (maximum crop evapotranspiration) โดยการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชมาพิจารณาทั้งชนิดของพืช และช่วงการเจริญเติบโตในระยะต่างๆ การใช้น้ำของพืชสามารถคำนวณได้โดยทำการปรับค่า การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) ด้วยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ดังสมการที่ 1 (Allen *et al*., 1998)

$$ETc = Kc \times ETo \quad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)
Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
ETo = ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

การประเมินปริมาณน้ำใช้เป็นประโยชน์ได้ในดิน คำนวณจากผลต่างระหว่างค่าความจุความชื้นสนามกับจุดเหี่ยวถาวร ดังสมการที่ 2 (Reginato and van Bavel, 1962)

$$AWC = FC - PWP \quad \text{สมการที่ 2}$$

เมื่อAWC = ความจุน้ำใช้เป็นประโยชน์ได้ (เปอร์เซ็นต์)
FC = ความจุความชื้นสนาม (เปอร์เซ็นต์)
PWP = จุดเหี่ยวถาวร (เปอร์เซ็นต์)

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water used efficiency, WUE) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการปรับตัวให้เข้ากับความเครียดของน้ำ คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพทั้งหมด (total biomass) ต่อปริมาณน้ำที่พืชใช้ (water use) ดังสมการที่ 3 (Liang *et al*., 2006)

$$\text{WUE (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{\text{มวลชีวภาพทั้งหมด}}{\text{ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดในการเจริญเติบโตตลอดฤดูกาลผลิต}} \quad \text{สมการที่ 3}$$

บันทึกข้อมูลการเติบโตของดาวเรือง ได้แก่ การวัดความสูง (เซนติเมตร) และขนาดทรงพุ่ม (เซนติเมตร) ทุกสัปดาห์-เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์หลังย้ายปลูก ที่ระยะเก็บเกี่ยว (40-90 วันหลังย้ายปลูก) บันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนดอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก และปริมาณผลผลิตรวมของดอกดาวเรือง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเติบโต

ความสูง และขนาดทรงพุ่ม

จากผลการทดลองพบว่า วิธีการให้น้ำที่แตกต่างกันส่งผลกระทบต่อ ความสูง และขนาดทรงพุ่มของดาวเรือง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) โดยที่ระยะ 63 วัน หลังย้ายปลูกต้นดาวเรืองมีความสูงและขนาดทรงพุ่มเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 59.79-64.13 และ 52.68-55.20 เซนติเมตร การให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหยของพืชตามกรรมวิธีที่ 2 ทำให้ดาวเรืองมีความสูง เท่ากับ 64.13 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ การให้น้ำในกรรมวิธีที่ 3 4 และ 1 เท่ากับ 59.79 60.29 และ 62.54 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความสูงของดอกดาวเรืองในกรรมวิธีที่ 2 สูงกว่ากรรมวิธีที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่

Table 1. Plant height and canopy width per plant after being supplied with different irrigation treatments at 35 42 49 56 and 63 days after transplanting

Treatment	Plant height (cm)					Canopy width (cm)				
	35 DAT	42 DAT	49 DAT	56 DAT	63 DAT	35 DAT	42 DAT	49 DAT	56 DAT	63 DAT
Control	41.40b	52.35ab	60.64a	61.20ab	62.54ab	34.78ab	40.30ab	47.30ab	51.55ab	54.68
ETc	43.71a	54.71a	60.68a	61.84a	64.13a	35.61a	42.15a	47.60a	52.48a	55.03
AWC30%	39.89b	50.70b	57.64b	58.18c	59.79b	33.94b	39.30bc	45.70ab	51.16ab	55.20
AWC50%	41.23b	50.24b	57.14b	58.59bc	60.29b	33.55b	38.05c	44.88b	49.83b	52.68
CV(%)	10.23	12.10	10.71	11.10	12.06	9.72	11.94	12.04	11.49	12.99
$LSD_{0.05}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns

DAT = day after transplanting

* Means in each column, followed by different lowercase letters, indicate significant differences based on LSD at $P < 0.05$

ns = non-significant difference

แตกต่างกันกับกรรมวิธีที่ 1 และนอกจากนั้นยังพบว่าการให้น้ำที่แตกต่างกันไม่ทำให้ขนาดทรงพุ่มของดาวเรืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 3 ทำให้ดาวเรืองมีขนาดทรงพุ่ม เท่ากับ 55.20 เซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ การให้น้ำในกรรมวิธีที่ 2 1 และ 4 เท่ากับ 55.03 54.68 และ 52.68 เซนติเมตร ตามลำดับ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2 ซึ่งเป็นการให้น้ำทุกวันตามค่าการคายระเหยน้ำของพืช ช่วยส่งเสริมการเติบโตของดาวเรืองได้ดีกว่าการให้น้ำตามกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของ Poruksa *et al*. (2002) ที่พบว่า เมื่อให้น้ำตามความต้องการของพืช พืชสามารถเติบโตได้ดี มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก คุณภาพและปริมาณผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และช่วยลดการใช้น้ำได้ 10-20 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Singh *et al*. (2021) ที่ศึกษาผลกระทบของระดับการให้น้ำต่อการเจริญเติบโตและการผลิตดอกของดาวเรือง โดยทดลองให้น้ำดาวเรือง 5 ระดับ ที่ 60, 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของค่า ETc ตามลำดับ พบว่า ความสูงของต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณการให้น้ำทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝน โดยในฤดูร้อน ความสูงของต้นสูงสุด (68.37 เซนติเมตร) เมื่อให้น้ำที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ETc และในฤดูฝนก็มีแนวโน้มการตอบสนองเช่นเดียวกันกับฤดูร้อน ในขณะที่การศึกษาการให้น้ำของต้นเสจ (sage; S*alvia officinalis* L.) ของ Rioba (2015) ตลอดช่วงระยะการเติบโต พบว่า ความถี่การให้น้ำสูง (รดน้ำทุกวัน) หรือความถี่ในการให้น้ำต่ำ (รดน้ำเมื่อหน้าดินแห้ง) ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับการทดลองของ Bakht *et al.* (2010) ที่ศึกษาผลกระทบของระบบการให้น้ำที่มีต่อสรีรวิทยาและผลผลิตของทานตะวันลูกผสม 2 พันธุ์ (Parsum-1 และ SF-187) โดยทำการทดลองให้น้ำ 4 แบบ ได้แก่ 1) ไม่รดน้ำ 2) รดน้ำระยะติดดอก 3) รดน้ำระยะติดดอกและออกดอก และ 4) รดน้ำระยะติดดอกออกดอก และติดเมล็ด ซึ่งพบว่า รูปแบบการให้น้ำส่งผลต่อสรีรวิทยาและผลผลิตของทานตะวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทานตะวันที่มีการให้น้ำ 3 ระยะ (ติดดอกออกดอก และติดเมล็ด) มีดัชนีพื้นที่ใบ อัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 2,680 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในครั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2 ซึ่งเป็นการให้น้ำทุกวันตามค่าการคายระเหยน้ำของพืช ทำให้การเติบโตด้านความ-

สูงของดาวเรืองมากกว่าในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ทั้งที่มีปริมาณการให้น้ำใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของความถี่ในการให้น้ำที่เหมาะสม ทำให้ได้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของดอกดาวเรืองที่ดี เช่นเดียวกับการทดลองของ Katsoulas *et al.,* 2006 ที่ทำการศึกษาความถี่ในการให้น้ำต่อคุณภาพและผลผลิตของดอกกุหลาบ โดยมีการกำหนดการให้น้ำตามค่าการคายระเหยน้ำของพืช ที่ความถี่การให้น้ำสูง (ให้น้ำที่ 0.2 มิลลิเมตร) และการให้น้ำที่ความถี่ต่ำ (ให้น้ำที่ 0.4 มิลลิเมตร) ผลการศึกษาพบว่า ความถี่ในการให้น้ำมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดและแห้งของส่วนเหนือดินของกุหลาบ โดยการให้น้ำที่ความถี่สูง ให้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินสูงกว่าการให้น้ำที่มีความถี่ต่ำ 33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Armitage and Kowalski (1983) ได้ทำการทดลองโดยการให้น้ำพืชพิทูเนียในความถี่ที่แตกต่างกันในระหว่างการปลูกในโรงเรือน และทำการเปรียบเทียบคุณภาพของดอกพิทูเนียหลังการเก็บเกี่ยวในด้านต่าง ๆ เช่น อายุการใช้งานของดอก ความยาวของก้านดอก และลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ผลการวิจัยพบว่า ความถี่ในการให้น้ำมีผลต่อคุณภาพของดอกเพทูเนียหลังการเก็บเกี่ยว โดยการให้น้ำในความถี่ที่เหมาะสมช่วยยืดอายุการใช้งานของดอก เพิ่มความยาวของก้านดอก และรักษาลักษณะทางกายภาพของดอกให้สมบูรณ์ พืชที่ได้รับน้ำในปริมาณสูงมีน้ำหนักแห้งและความยาวลำต้นมากกว่าพืชที่ได้รับน้ำในปริมาณอื่น ๆ การให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมและความถี่ที่เหมาะสมช่วยเพิ่มคุณภาพของดอกหลังการเก็บเกี่ยวและตอบสนองความต้องการของตลาดได้ดียิ่งขึ้น ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ถึงแม้มีปริมาณการให้น้ำทั้งหมดที่ใกล้เคียงกับกรรมวิธีที่ 2 แต่มีความถี่ในการให้น้ำต่ำกว่า จึงอาจทำให้พืชเกิดความเครียดเนื่องจากขาดน้ำในระหว่างการให้น้ำในรอบถัดไป ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ และผลผลิตลดลงได้ (Kramer, 1969) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Buriro *et al.* (2015) ที่พบว่า ความเครียดจากการขาดน้ำ และจำนวนครั้งการให้น้ำส่งผลต่อการเติบโต (ความสูง ลำต้น ใบ) และผลผลิต (จำนวนเมล็ดต่อหัว น้ำหนักเมล็ด ผลผลิตต่อไร่) ของทานตะวันอย่างชัดเจน

ปริมาณและคุณภาพของดอกดาวเรือง

การให้น้ำที่แตกต่างกันทั้ง 4 กรรมวิธี (Table 2) ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของดอกดาวเรือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณผลผลิตรวมของดอกดาวเรือง เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 615.25-1,046.23 กิโลกรัมต่อไร่ การให้น้ำดาวเรืองทุกวันตามค่าอัตราการคายระเหย (กรรมวิธีที่ 2) ทำให้ดาวเรืองมีปริมาณผลผลิตรวมสูงที่สุด เท่ากับ 1,046.23 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าการให้น้ำในกรรมวิธีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของปริมาณผลผลิตรวมดอกดาวเรืองที่ได้จากกรรมวิธีที่ 2 3 และ 4 สำหรับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของดอกดาวเรือง พบว่า การให้น้ำตาม กรรมวิธีที่ 2 (ให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหย) ทำให้ดอกดาวเรืองมีน้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุดที่ 13.01 กรัมต่อดอก ซึ่งสูงกว่าการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย เท่ากับ 12.54 11.81 และ 7.45 กรัมต่อดอก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของดอกพบว่าการตอบสนองของน้ำหนักแห้ง เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับน้ำหนักสด โดยการให้น้ำทุกวันตามค่าอัตราการคายระเหย ทำให้ดอกดาวเรืองมีน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ 1.83 กรัมต่อดอก ซึ่งสูงกว่าการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 1.75 1.74 และ 1.18 กรัมต่อดอก ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเส้นผ่าศูนย์กลางดอกดาวเรืองและจำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้นพบว่า การให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหย (กรรมวิธีที่ 2) ทำให้ดาวเรืองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกสูงสุด เท่ากับ 6.89 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกเท่ากับ 6.85 และ 6.76 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำทุกวันตามที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ (กรรมวิธีที่ 1) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของดอกดาวเรืองต่ำที่สุดที่ 6.75 เซนติเมตร แต่ก็ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ 4 (ให้น้ำเมื่อความชื้นเป็นประโยชน์ได้ในดินลดลง 50 เปอร์เซ็นต์) (Figure 1) สำหรับจำนวนดอกเฉลี่ยต่อต้น เป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย โดยการให้น้ำทุกวันตามค่าอัตราการคายระเหย ทำให้ดอก

Table 2. Effects of different irrigation regimes on fresh weight, dry weight, diameter, bloom flowers, and yield in marigolds

Treatment	Fresh weight (g/ flowers)	Dry weight (g/ flowers)	Diameter (cm)	Number of flowers (number/plant)	Total Yield (kg/rai)
Control	11.81 c	1.75 b	6.75 b	27.50 b	855.52 b
ETc	13.01 a	1.83 a	6.89 a	32.16 a	1046.23 a
AWC30%	12.54 b	1.74 b	6.85 ab	31.81 ab	983.95 b
AWC50%	7.45 d	1.18 c	6.76 ab	29.33 ab	615.25 c
CV(%)	2.37	1.67	1.24	11.71	1.67
$LSD_{0.05}$	*	*	*	*	*

DAT = day after transplanting

* Means in each column, followed by different lowercase letters, indicate significant differences based on LSD at $P < 0.05$

ns = non-significant difference

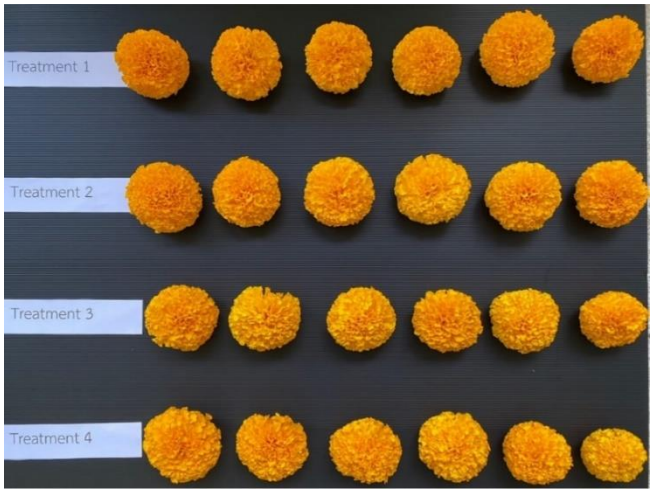


Figure 1. Flower quality of marigolds at the flower blooming phased, receiving different irrigation regimes Treatment 1 = Control, Treatment 2 = ETc, Treatment 3 = AWC30% and Treatment 4 = AWC50%

ดาวเรืองมีจำนวนดอกสูงสุดที่ 32.16 ดอกต่อต้น ในขณะที่การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 3 4 และ 1 ให้จำนวนดอกเฉลี่ยเท่ากับ 31.81 29.33 และ 27.50 ดอกต่อต้น ตามลำดับ

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การให้น้ำมากเกินความต้องการของพืช (กรรมวิธีที่ 1) ทำให้ดอกดาวเรืองมีขนาดเล็กลง และคุณภาพของดอกลดลง ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการให้น้ำมากทำให้ช่องว่างของดินเต็มไปด้วยน้ำ ดินขาดอากาศ ส่งผลกระทบต่อให้อัตราการหายใจของราก และการดูดธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ของพืชลดลง (Kramer and Boyer, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Prakunhungsit *et al*., 2001) ที่พบเช่นเดียวกันว่า การให้น้ำเกินความต้องการของพืชทำให้คุณภาพของดอกลดลง และเกิดการสูญเสียน้ำที่เป็นประโยชน์ของพืชมากขึ้น (Wuttichamnong, 1986)

สำหรับมาตรฐานการซื้อขายดอกดาวเรืองในท้องตลาดโดยทั่วไป ราคาของดอกดาวเรืองแบ่งเกรดตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก เกรด A ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ราคาขายดอกดาวเรืองเท่ากับ 1 บาทต่อดอก เกรด B ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8-9 เซนติเมตร ราคาขายดอกดาวเรืองเท่ากับ 0.6 บาทต่อดอก เกรด C ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-7 เซนติเมตร ราคาขายดอกดาวเรืองเท่ากับ 0.5 บาทต่อดอก และเกรด D ราคาขายดอกดาวเรืองเท่ากับ 0.3-0.25 บาทต่อดอก (Office of Agricultural Economics, 2019) เมื่อพิจารณาคุณภาพและมาตรฐานของดอกดาวเรืองที่ทำให้น้ำทั้ง 4 กรรมวิธี พบว่า ดอกดาวเรืองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.75 - 6.89 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ในระดับเกรด C ตามมาตรฐานการซื้อขายดอกดาวเรือง อย่างไรก็ตามขนาดดังกล่าว เป็นขนาดที่ตลาดมีต้องการสูง และเป็นที่นิยมปลูกโดยทั่วไป

ประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตดาวเรือง (Table 3) พบว่า การให้ตามกรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำตามเกษตรกรนิยมปฏิบัติ ให้น้ำทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง โดยแบ่งการให้น้ำเป็น 2 ช่วงเวลา คือ เวลาเช้า (7.00 น.) และเวลาเย็น (17.00 น.) ในอัตรารวม 10.62 มิลลิเมตร ใช้น้ำสูงสุดที่ 1,529.28 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อฤดูการผลิต ซึ่งมากกว่า กรรมวิธี 2-4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของปริมาณน้ำที่ใช้ระหว่างการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2 - 4 ที่ใช้น้ำอยู่ในช่วง 304.91 - 306.82 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อฤดูการผลิต

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการใช้น้ำ ซึ่งประเมินได้จากปริมาณผลผลิตทั้งหมด (Table 2) ต่อปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด (สมการที่ 3) พบว่า ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.56-3.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม การให้น้ำที่แตกต่างกันทั้ง 4 กรรมวิธี ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำของดาวเรืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 2 การให้น้ำทุกวันตามอัตราการคายระเหย มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุดเท่ากับ 3.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ไม่แตกต่างจากการให้น้ำในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 ที่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำเท่ากับ 3.21 และ 2.02 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 0.56 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรใช้น้ำในการผลิตดาวเรืองมากเกินความจำเป็น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำตามกรรมวิธีที่ 2-4 ซึ่งให้น้ำโดยประเมินจากค่าอัตราการคายระเหยของดอกดาวเรือง (กรรมวิธีที่ 2) ร่วมกับสมบัติในการอุ้มน้ำของดิน (กรรมวิธีที่ 3 และ 4) มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 ซึ่งทำให้ประหยัดการใช้น้ำได้ถึงร้อยละ 80 อย่างไรก็ตาม Massoud *et al.* (2014) ศึกษาผลของ

Table 3. Water use efficiency of marigolds under water application

Treatment	Total water application (m^3/rai/crop)	WUE (kg/m^3)
Control	1529.28 a	0.56 b
ETc	306.58 b	3.41 a
AWC30%	306.82 b	3.02 a
AWC50%	304.91 b	2.06 a
CV(%)	16.7	17.3
$LSD_{0.05}$	*	*

* Means in each column, followed by different lowercase letters, indicate significant differences based on LSD at $P < 0.05$

ความต้องการน้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง (*Calendula officinales* L.) โดยทดลองให้น้ำที่แตกต่างกัน 2,738 5,476 และ 8,214 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ พบว่า การให้น้ำที่ 8,214 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ทำให้การเจริญเติบโตของดาวเรืองและผลผลิตสูงสุด สูงกว่าการให้น้ำที่ 2,738 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการใช้น้ำ (WUE) สูงที่สุดเมื่อให้น้ำที่ 2,738 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ Tsirogiannis *et al*., 2010 ศึกษาผลกระทบของการจัดการระบบการให้น้ำที่แตกต่างกันต่อปริมาณและคุณภาพของดอกเยอบีรา พบว่า การให้น้ำที่มีประสิทธิภาพส่งผลให้ได้ผลผลิตดอกเยอบีราที่สูงขึ้น โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลผลิต ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ให้ ความถี่ในการให้น้ำ และช่วงเวลาในการให้น้ำที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชในแต่ละระยะการเจริญเติบโต นอกจากปริมาณแล้ว คุณภาพของดอกเยอบีร่า ได้แก่ ขนาดของดอก สีสัน ความทนทาน และ อายุการใช้งานของดอก ซึ่งการให้น้ำที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ดอกที่มีคุณภาพดีและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

สรุป

การศึกษาอิทธิพลของการให้น้ำต่อการเติบโต คุณภาพ และผลผลิตของดาวเรือง ที่ปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 พบว่า การให้น้ำดาวเรืองตามค่าอัตราการคายระเหยของดาวเรือง (ETc) ช่วยส่งเสริมการเติบโต โดยมีความสูง ขนาดทรงพุ่ม และเส้นผ่าศูนย์กลางดอกมากที่สุด เท่ากับ 64.13 55.03 และ 6.89 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด เท่ากับ 3.41 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม การให้น้ำทุกกรรมวิธีส่งผลให้ปริมาณ และคุณภาพผลผลิตของดอกดาวเรืองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ในการผลิตดาวเรืองเพื่อให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ ตลอดจนการใช้น้ำในกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ควรให้น้ำตามค่าอัตราการคายระเหยของดาวเรือง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยสาธิตและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยตลอดจนการเอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์ และสถานที่ทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Rome. 300 p.

Armitage, A.M. and T. Kowalski. 1983. Effect of irrigation frequency during greenhouse production on the postproduction quality of Petunia *hybrida Vilm.* Journal of the American Society for Horticultural Science 108(1): 118-121.

Aydinsakir, K., I.H. Tuzel and D. Buyuktas. 2011. The effects of different irrigation levels on flowering and flower quality of carnation (*Dianthus Caryophyllus* L.) irrigated by drip irrigation. African Journal of Biotechnology 10(66): 14826-14835.

Bakht, J., M. Shafi, M. Yousaf, R. Raziuddin and M.A. Khan. 2010. Effect of irrigation on physiology and yield of sunflower hybrids. Pakistan Journal of Botany 42(2): 1317-1326.

Boonyatharokul, W. 1983. Irrigation Principles. Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok. 274 p. (in Thai)

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of

phosphorus in soils. Soil Science 59(1): 39-45.

Bureau of Agricultural Commodities Promotion and Management. 2021. Marigolds. (Online). Available: http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/41marigold.pdf (February 6, 2022). (in Thai)

Buriro, M., A.S. Sanjrani, Q.I. Chachar, N.A. Chachar, S.D. Chachar, B. Buriro, A.W. Gandahi and T. Mangan. 2015. Effect of water stress on growth and yield of sunflower. Journal of Agricultural Technology 11(7): 1547-1563.

Chawla, S.L. 2006. Effect of irrigation regimes and mulching on flowers of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. 'Double Mix'. South Indian Horticulture 44(1-2): 102-103.

Chew, B.P., M.W. Wong and T.S. Wong. 1996. Effects of lutein from marigold extract on immunity and growth of mammary tumors in mice. Anticancer Research 16: 3689-3694.

Department of Agricultural Extension. 2013. Knowledge Increases Production Efficiency to Become Smart Officer Ornamental Plant. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd., Bangkok. 146 p. (in Thai)

Department of Irrigation. 2019. Crop coefficients (Kc) of 40 crops. (Online). Available: http://water.rid.go.th/hwm/ cropwater/CWR data/Kc/kc_th.pdf (March 28, 2024). (in Thai)

Department of Meteorology. 2021. Monthly weather data for the past 30 years of Chiang Mai. (Online). Available: https://www.tmd.go.th/province_weather_stat.php?StationNumber=48327 (November 6, 2021). (in Thai)

Goksoy, A.T., A.O. Demir, Z.M. Turan and N. Dagustu. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research 87(2-3): 167-178.

Helmke, P.A. and D.L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. pp. 551-574. *In*: D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnson and M.E. Sumner. (eds.). Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods. Soil Science Society of America Book Series No. 5. Soil Science Society of America, Inc. and American Society of Agronomy, Inc., Madison.

Katsoulas, N., C. Kittas, G. Dimokas and C.h. Lykas. 2006. Effect of irrigation frequency on rose flower production and quality. Biosystems Engineering 93(2): 237-244.

Ketsa, S. 1988. Postharvest Technology of Cut Flowers. Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. 291 p. (in Thai)

Kittithanawat, S. 2020. The situation and direction of ornamental flower in Thailand in 2020. (Online). Available: http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/41marigold.pdf (February 6, 2022). (in Thai)

Kramer, P.J. 1969. Plant and Soil Water Relationship. McGraw-Hill Company, New York. 390 p.

Kramer, P.J. and J.S. Boye. 1995. Water Relations of Plants and Soils. Academic Press, San Diego. 495 p.

Liang, Z., J. Yang, H. Shao and R. Han. 2006. Investigation on water consumption characteristics and water use efficiency of poplar under soil water deficits on the Loess Plateau. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 53(1): 23-28.

Manikandan, R., A.V. Anand, S. Kumar and Pushpa. 2016. Phytochemical and *in vitro* antidiabetic activity of *Psidium guajava* leaves. Pharmacognosy Journal 8(4): 392-394.

Massoud, H.Y.A., M.N. Sharef El-Deen, R.M.M. Yousef and M.S. Megahed. 2014. Effect of water requirement and organic fertilization on growth and yield of marigold (*Calendula officinales* L.) plant under sandy soil conditions. Journal of Plant Production 5(11): 1849-1865.

Matchamek, T. and S. Puchai. 2009. Deficit Irrigation Effects on Marigold Yield. B.E. Project in Irrigation Engineering. Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok. 68 p. (in Thai)

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1980. Total nitrogen analysis of soil and plant tissue. Journal of AOAC International 63(4): 770-778.

Office of Agricultural Economics. 2019. Agriculture production information (orchids). (Online). Available: https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_72343 (December 10, 2022). (in Thai)

Palasri, K. 1996. Effect of planting date and spacing on seed yield and seed quality of marigolds. M.S. Thesis. Kasetsart University, Bangkok. 67 p. (in Thai)

Poruksa, R., S. Punthachot and S. Changjeraja. 2002. A study of use of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. Journal of Agriculture 18(1): 18-23. (in Thai)

Prakunhungsit, S., P. Bunpen, S. Tonwiboonsak, W. Kongkaew, S. Kaewlumyai and S. Charoenying. 2001. A study on consumptive use of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* L.). Khon Kaen Agriculture Journal 29(2): 91-95. (in Thai)

Promthong, W. 1998. Popular Flowers of Compositae Family. Matichon Publishing House, Bangkok. 115 p. (in Thai)

Reginato, R.J. and C.H.M. van Bavel. 1962. Pressure cell for soil cores. Soil Science Society of America Journal 26(1): 1-3.

Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. pp. 167-179. *In*: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (eds.). Method of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. American Society of Agronomy, Inc., and Soil Science Society of America, Inc., Madison.

Rioba, N.B. 2015. Effects of Nitrogen, Phosphorus and Watering Regimes on growth, leaf yield and essential oils of sage (*Salvia officinalis* L.). Ph.D. Dissertation. Egerton University, Egertion-Njoro. 170 p.

Singh, G., P. Singh and R. Sharda. 2021. Effect of irrigation levels and mulching on growth and flower production in African marigold (*Tagetes erecta* L.). Journal of Agricultural Research 58(4): 693-697.

Singto, A. 2021. Recurrent Drought in Northern Thailand. Office of Natural Calamity and Agricultural Risk Prevention, Bangkok. 170 p. (in Thai)

Siwasil, N. 1984. A Handbook of Soil, Plant and Fertilizer Analysis. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai. 138 p. (in Thai)

Sujitha, E., S. Kumarasamy and G. Thiyagarajan. 2020. Estimation of crop coefficient for marigold (*Tagetes erecta* L.) under drip irrigated greenhouse. Applied and Natural Science Journal 12(2): 128-132.

Suwanmek, P. and P. Puengwikrai. 2019. Ornamental plant situation. (Online).

Available: http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2563/75-76.pdf (February 6, 2022). (in Thai)

Techapinyawat, S. 2001. Plant Physiology, 3rd ed. Kasetsart University, Bangkok. 237 p. (in Thai)

Thongpae, S. 2015. Fundamental knowledge of soil-fertilizer-water for growing plants. Kasetsart Extension Journal 60(3): 82-96. (in Thai)

Tsirogiannis, I., N. Katsoulas and C. Kittas. 2010. Effect of irrigation scheduling on gerbera flower yield and quality. HortScience 45(2): 265–270.

Vijayakumar, S., R.H. Laxman, S.A. Nair and A.K. Nair. 2020. Effect of different moisture regimes on the yield, quality and water use efficiency of chrysanthemum var. marigold. Current Microbiology and Applied Sciences International Journal 9(4): 3138-3151.

Weiss, E. A. 1983. Oilseed Crop. Longman Group, New York. 389 p.

Wutticamnong, K. 1986. Soil and Water Mangement. Faculty of Agricultural Production, Maejo Institute of Agricultural Technology, Chiang Mai. 289 p. (in Thai)

Zhu, H., M.C. Lamb, C.L. Butts and P.D.Blankenship. 2004. Improving peanut yield and grade with surface drip irrigation in undulating fields. American Society of Agricultural and Biological Engineers 20(1): 17-23.