

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14272-1:2024

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG TƯỚI TIÊU - TƯỚI PHUN MƯA
- PHẦN 1: TƯỚI CHO CÂY CÔNG NGHIỆP NGẮN NGÀY**

Irrigation and drainage system - Sprinkler irrigation

- Part 1: Irrigation for short-term industrial crops

HÀ NỘI - 2024

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	5
4 Yêu cầu tài liệu dùng để tính toán	6
4.1 Tài liệu khí tượng	6
4.2 Tài liệu nguồn nước	6
4.3 Tài liệu thổ nhưỡng	6
4.4 Tài liệu cây trồng	6
4.5 Tài liệu khác	6
5 Chế độ tưới	6
5.1 Mức tưới	6
5.2 Khoảng thời gian tưới	8
5.3 Mức tưới toàn vụ	8
5.4 Chế độ tưới	9
6 Kỹ thuật tưới phun mưa	9
6.1 Thông số kỹ thuật của tưới phun mưa	9
6.2 Thời gian tưới phun mưa	11
6.3 Tưới kết hợp bón phân	11
Phụ lục A (Tham khảo): Ví dụ tính toán mức tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày	13
Phụ lục B (Tham khảo): Ví dụ tính toán chế độ tưới theo phương pháp lập bảng	15
Phụ lục C (Tham khảo): Chế độ tưới cho cây dừa áp dụng kỹ thuật tưới phun mưa	21
Phụ lục D (Tham khảo): Chế độ tưới cho cây lạc khu vực miền Trung áp dụng kỹ thuật tưới phun mưa	23
Phụ lục E (Tham khảo): Kỹ thuật tưới phun mưa kết hợp bón phân	26
Thư mục tài liệu tham khảo	27

Lời nói đầu

TCVN 14272-1:2024 cùng với TCVN 14242-2:2024 và TCVN 14271:2024 thay thế TCVN 9170:2012. TCVN 14272-1:2024 do Viện Nước, Tưới tiêu và Môi trường biên soạn, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ thẩm định, công bố.

Hệ thống tưới tiêu - Tưới phun mưa - Phần 1: Tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày

Irrigation and drainage system - Sprinkler irrigation - Part 1. Irrigation for short-term industrial crops

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng đối với hệ thống tưới phun mưa cho cây công nghiệp ngắn ngày.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 8729, *Đất xây dựng công trình thủy lợi - Phương pháp xác định khối lượng thể tích của đất tại hiện trường*.

TCVN 14271, *Hệ thống tưới tiêu - Tưới phun mưa - Yêu cầu thiết kế*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Mức tưới toàn vụ (Total irrigation rate)

Lượng nước tưới tổng cộng cho một đơn vị diện tích canh tác trong suốt thời gian sinh trưởng của cây trồng trong một vụ, ký hiệu là M (m^3/ha).

3.2

Chế độ tưới cho cây trồng (Irrigation regime for crops)

Chế độ tưới cho cây trồng thường được tính bằng lượng nước tưới bổ sung trong thời kỳ canh tác theo vụ hoặc theo năm của từng loại cây trồng và được biểu thị bằng các đại lượng như: Mùa tưới; thời gian tưới; thời gian tưới tiếp theo, khoảng thời gian tưới; mức tưới; số lần tưới ... để đạt năng suất phần đầu của cây trồng.

3.3

TCVN 14272-1 : 2024

Cây công nghiệp ngắn ngày (Short-term industrial crops)

Cây trồng có thời gian sinh trưởng và cho thu hoạch trong vài tháng (không quá 12 tháng), sản phẩm được dùng để làm nguyên liệu cho sản xuất công nghiệp hoặc phải qua chế biến mới sử dụng được như cây lạc, đậu tương, đậu xanh, mía, dứa, thuốc lá, đay, bông vải, cói, gai xanh.

4 Yêu cầu tài liệu để tính toán

4.1 Tài liệu khí tượng

Tài liệu về khí tượng gồm: Lượng mưa, bốc hơi, nhiệt độ, độ ẩm không khí, vận tốc gió, bức xạ, số giờ nắng.

4.2 Tài liệu nguồn nước

Tài liệu nguồn nước gồm: Vị trí nguồn nước, chất lượng của nguồn nước, diễn biến mực nước, trữ lượng và lưu lượng khai thác; áp suất tại điểm cấp nước (đối với hệ thống cấp nước có áp). Chất lượng nước tưới cần đáp ứng theo các quy định hiện hành và hàm lượng tổng chất rắn hòa tan không vượt quá 2 000 mg/l để tránh gây tắc vòi phun mưa.

4.3 Tài liệu thổ nhưỡng

Tài liệu về thổ nhưỡng gồm: Loại đất, dung trọng đất khô, độ ẩm tối đa đồng ruộng, độ ẩm cây héo, hệ số thấm của đất, độ sâu tầng đất canh tác trong khu tưới.

4.4 Tài liệu cây trồng

Tài liệu về cây trồng gồm: Loại cây trồng, thời vụ, thời kỳ sinh trưởng, kỹ thuật canh tác, chiều sâu bộ rễ; đặc điểm sinh lý nước đối với các giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây trồng.

4.5 Tài liệu khác

Các tài liệu về hệ thống tưới phun mưa, nhân lực quản lý vận hành.

5 Chế độ tưới

5.1 Mức tưới

5.1.1 Mức tưới mặt ruộng

Mức tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày tại mặt ruộng khi tưới phun mưa được xác định theo công thức (1):

$$m_{mr} = 10 \times H \times \gamma_k \times K_{th} \times (\beta_{dr} - \beta_{ch}) \quad (1)$$

trong đó:

m_{mr} là mức tưới tại mặt ruộng, m³/ha;

H là chiều sâu tưới, mm. H thường lấy theo chiều sâu vùng rễ hiệu quả của cây trồng theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng, được xác định bằng thực nghiệm;

γ_k là dung trọng khô của đất, t/m³. γ_k xác định theo TCVN 8729;

β_{dr} là giá trị độ ẩm tối đa đồng ruộng của đất, được tính theo phần trăm trọng lượng đất khô, %. β_{dr} được xác định bằng phương pháp lấy mẫu và cân, sấy hoặc đo bằng thiết bị đo áp lực ẩm (tensiometer), chi tiết phương pháp xác định β_{dr} theo TCVN 14271. Giá trị độ ẩm tối đa đồng ruộng và dung trọng đất khô theo loại đất theo TCVN 14271 khi không có tài liệu đo đạc;

β_{ch} là giá trị độ ẩm cây héo của đất, được tính theo phần trăm trọng lượng đất khô, %. β_{ch} được xác định bằng phương pháp lấy mẫu và cân, sấy hoặc đo bằng thiết bị tensiometer, chi tiết phương pháp xác định β_{ch} theo TCVN 14271. Giá trị độ ẩm cây héo và dung trọng đất khô theo loại đất theo TCVN 14271 khi không có tài liệu đo đạc;

K_{th} là hệ số biểu thị độ thiếu hụt cho phép của tổng lượng nước hữu ích trong đất ($\beta_{dr} - \beta_{ch}$) và được xác định bằng thí nghiệm hoặc thực nghiệm. Trường hợp không có số liệu thí nghiệm hoặc thực nghiệm có thể lấy giá trị K_{th} như sau:

- $K_{th} = 0,3$: Áp dụng cho cây công nghiệp ngắn ngày giai đoạn cây non;
- $K_{th} = 0,5$: Áp dụng cho cây công nghiệp ngắn ngày như cây lạc, đậu tương, đậu xanh, mía, dứa, thuốc lá;
- $K_{th} = 0,7$: Áp dụng cho cây công nghiệp ngắn ngày như cây đay, bông vải, cói, gai xanh.

5.1.2 Mức tưới

Mức tưới có xét đến tổn thất nước trong quá trình tưới (bốc hơi và gió cuốn đi, giữ lại trên thảm phủ bề mặt), được xác định theo công thức (2):

$$m = \frac{m_{mr}}{\eta} \quad (2)$$

trong đó:

m là mức tưới, m³/ha;

m_{mr} là mức tưới mặt ruộng, m³/ha;

η là hiệu quả tưới phun mưa, có thể chọn trong các khoảng sau tùy theo điều kiện khí hậu:

- Khi tốc độ gió nhỏ hơn 3,4 m/s, η lấy từ 0,8 đến 0,9;
- Khi tốc độ gió từ 3,4 m/s đến 5,4 m/s, η lấy từ 0,7 đến 0,8.

CHI CHÚ: Đối với các khu vực có nhiệt độ cao, độ ẩm thấp hoặc đất có khả năng giữ nước thấp, lấy η nhỏ. Đối với các khu vực có nhiệt độ thấp, độ ẩm cao lấy η lớn.

5.1.3 Công thức tưới

5.1.3.1 Tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày là tưới không bão hòa tầng đất được tưới. Trong quản lý tưới thường áp dụng các công thức tưới sau:

- Tưới ướt là duy trì độ ẩm của đất (β_i) trong khoảng $\beta_{dr} \geq \beta_i \geq \beta_{dr} - 0,3 \times (\beta_{dr} - \beta_{ch})$, áp dụng cho giai đoạn cây non;

- Tưới khô là duy trì độ ẩm của đất (β_i) trong khoảng $\beta_{dr} \geq \beta_i \geq \beta_{dr} - 0,7 \times (\beta_{dr} - \beta_{ch})$, áp dụng cho cây đay, bông vải, cói, gai xanh;

- Tưới trung bình là duy trì độ ẩm của đất (β_i) trong khoảng $\beta_{dr} \geq \beta_i \geq \beta_{dr} - 0,5 \times (\beta_{dr} - \beta_{ch})$, áp dụng cho cây lạc, đậu tương, đậu xanh, mía, dứa, thuốc lá.

5.1.3.2 Sử dụng thiết bị đo độ ẩm đất để xác định giá trị β_i và thời điểm cần tưới nước.

5.2 Khoảng thời gian tưới

5.2.1 Khoảng thời gian của lần tưới kế tiếp được xác định theo công thức (3):

$$T = \frac{m_{mr}}{10 \times ET_c} \quad (3)$$

trong đó:

T là khoảng thời gian tưới, d;

m_{mr} là mức mặt ruộng, m^3/ha ;

ET_c là lượng bốc thoát hơi nước mặt ruộng, mm/d. ET_c được xác định theo công thức (4):

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad (4)$$

K_c là hệ số cây trồng, phụ thuộc vào vị trí địa lý của vùng canh tác, loại cây trồng và giai đoạn sinh trưởng. K_c được xác định thông qua kết quả nghiên cứu thí nghiệm ở hiện trường trong điều kiện tưới phun mưa. Khi không có tài liệu thí nghiệm hiện trường, có thể tham khảo sử dụng hệ số K_c cho cây công nghiệp ngắn ngày trong TCVN 8641;

ET_0 là lượng bốc thoát hơi nước tiềm năng (bốc hơi nước tiêu chuẩn), mm/d. ET_0 được xác định bằng đo đạc tại hiện trường từ lượng bốc hơi của cây trồng tiêu chuẩn hoặc tính toán từ các số liệu khí tượng. ET_0 cũng có thể được tính toán từ số liệu đo lượng bốc hơi nước mặt thoáng bằng chậu đo bốc hơi theo công thức (5):

$$ET_0 = K_p \times E_p \quad (5)$$

trong đó:

E_p là lượng bốc hơi mặt thoáng bằng chậu đo bốc hơi, mm/d;

K_p là hệ số bốc hơi chậu. K_p phụ thuộc vào hình dáng chậu đo bốc hơi, vị trí đặt chậu, điều kiện khí hậu. Đối với chậu đo bốc hơi hình tròn, giá trị K_p thường trong khoảng từ 0,35 đến 0,85 và trung bình có thể chọn $K_p = 0,70$; đối với chậu đo bốc hơi hình vuông, giá trị K_p thường trong khoảng từ 0,45 đến 1,10 và trung bình có thể chọn $K_p = 0,80$.

5.3 Mức tưới toàn vụ

Mức tưới toàn vụ được xác định theo công thức (6):

$$M = \sum_{i=1}^{n_i} m_i \quad (6)$$

trong đó:

M là mức tưới toàn vụ, m^3/ha ;

m_i là mức tưới lần tưới thứ i , m^3/ha ;

n_i là số lần tưới trong vụ.

5.4 Chế độ tưới

5.4.1 Chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày có thể xác định theo phương pháp lập bảng (tham khảo Phụ lục B) hoặc bằng các phần mềm chuyên ngành về tưới. Ví dụ chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày tham khảo Phụ lục C và Phụ lục D.

5.4.2 Điều chỉnh chế độ tưới

5.4.2.1 Điều chỉnh mức tưới khi có mưa như sau:

- a) Khi lượng mưa $P < 50\%$ mức tưới, tưới đầy đủ mức tưới;
- b) Khi lượng mưa $50\% \leq P < 75\%$ mức tưới, tưới bổ sung 50% mức tưới;
- c) Khi $P \geq 75\%$ mức tưới, không thực hiện tưới.

5.4.2.2 Không thực hiện tưới khi tốc độ gió vượt quá 5 m/s. Không thực hiện tưới vào các giờ nắng cao điểm.

6 Kỹ thuật tưới phun mưa

6.1 Thông số kỹ thuật của tưới phun mưa

6.1.1 Cường độ phun mưa

Cường độ phun mưa không lớn hơn hệ số thấm của đất và không vượt quá cường độ phun mưa cho phép của đất. Cường độ phun mưa cho phép của đất theo TCVN 14271. Cường độ phun mưa được xác định theo công thức (7):

$$\bar{p} = \frac{\bar{h}}{t_d} \quad (7)$$

trong đó:

$\bar{p}$ là cường độ phun mưa trung bình trên diện tích được tưới phun mưa, mm/h ;

$\bar{h}$ là độ sâu lớp nước được phun trung bình tại các điểm đo, mm ;

t_d là thời gian đo lượng nước tưới phun mưa, giờ (h).

TCVN 14272-1 : 2024

6.1.2 Hệ số đồng đều của tưới phun mưa

Hệ số đồng đều của tưới phun mưa cho cả khu tưới không nhỏ hơn 0,80 và cho từng hàng phun không nhỏ hơn 0,85, được tính theo công thức (8):

$$C_u = \left(1 - \frac{|\Delta h|}{\bar{h}} \right) \quad (8)$$

trong đó:

C_u là hệ số đồng đều;

$\bar{h}$ là độ sâu lớp nước phun tại các điểm đo, mm, xác định theo công thức (9):

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad (9)$$

$|\Delta h|$ là chênh lệch bình quân ở các điểm đo, mm, xác định theo công thức (10):

$$|\Delta h| = \frac{\sum_{i=1}^n |h_i - \bar{h}|}{n} \quad (10)$$

trong đó:

h_i là độ sâu lớp nước tưới phun tại điểm i, mm;

n là số điểm đo.

6.1.3 Chỉ số sương hóa của tưới phun mưa

Chỉ số sương hóa của tưới phun mưa hay còn gọi là độ thô của hạt mưa, xác định theo công thức (11):

$$S_h = \frac{101,979 \times h_v}{d_v} \quad (11)$$

trong đó:

S_h là chỉ số sương hóa của tưới phun mưa;

h_v là áp suất thiết kế của vòi phun mưa, kPa;

d_v là đường kính miệng vòi phun mưa, mm.

Chỉ số sương hóa thích hợp đối với cây công nghiệp ngắn ngày là $S_h \geq 3000$.

6.2 Thời gian tưới phun mưa

6.2.1 Thời gian tưới của một ca tưới được xác định theo công thức (12):

$$t = \frac{m}{10 \times p} \quad (12)$$

trong đó:

t là thời gian tưới của một ca tưới, h;

m là mức tưới, m^3/ha ;

$\bar{p}$ là cường độ phun mưa trung bình, mm/h.

6.2.2 Số ca tưới trong một ngày, được xác định theo công thức (13):

$$n_d = \frac{t_d}{t} \quad (13)$$

trong đó:

n_d là số ca tưới làm việc trong một ngày;

t là thời gian tưới của một ca tưới, h;

t_d là thời gian tưới trong ngày, h. t_d thường lấy bằng 8 h đến 12 h đối với tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày.

6.3 Tưới kết hợp bón phân

6.3.1 Thời gian bón phân được xác định theo công thức (14):

$$t_p = \frac{V_p}{q_p} \quad (14)$$

trong đó:

t_p là thời gian bón phân, h;

q_p là lưu lượng hút phân từ bể chứa dung dịch phân, L/h;

V_p là thể tích bể chứa dung dịch phân, L; V_p xác định theo công thức (15):

$$V_p = \frac{W_p \times A}{S_p} \quad (15)$$

trong đó:

V_p là thể tích bể chứa dung dịch phân, L;

W_p là tổng lượng phân yêu cầu, kg/ha;

A là diện tích cần bón phân, ha;

S_p là độ hòa tan của dung dịch phân, kg/L.

6.3.2 Độ hòa của dung dịch phân nên theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Trong trường hợp sử dụng nhiều loại phân cùng một lúc, cần chú ý khả năng phối hợp giữa các loại phân để tránh xảy ra hiện tượng kết tủa. Nếu các loại phân không phù hợp với nhau thì chia làm các đợt bón khác nhau cho mỗi loại phân.

6.3.3 Thời gian tưới phân không quá 60 % thời gian một đợt tưới.

6.3.4 Sau khi bón phân cần tiếp tục duy trì tưới nước để rửa lượng phân trong đường ống và phân

TCVN 14272-1 : 2024

bám trên mặt lá cây trồng, thời gian tưới không thấp hơn 10 phút và độ ẩm đất đạt β_d . Tưới phun mưa kết hợp bốn phân tham khảo Phụ lục E.

Phụ lục A
(Tham khảo)

Ví dụ tính toán mức tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày

Bảng A.1 - Mức tưới tính theo chiều tưới và độ ẩm đất với $K_{th} = 0,5$ và $\gamma_k = 1,4 \text{ t/m}^3$

Chiều sâu tưới H mm	Mức tưới tính theo độ ẩm đất ($\beta_{max} - \beta_{min}$) m ³ /ha						
	5	6	7	8	9	10	12
1. Hiệu quả tưới phun $\eta = 0,70$							
20	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0
30	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0	33,0
50	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0
70	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0	77,0
100	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	110,0
150	75,0	90,0	105,0	120,0	135,0	150,0	165,0
200	100,0	120,0	140,0	160,0	180,0	200,0	220,0
250	125,0	150,0	175,0	200,0	225,0	250,0	275,0
300	150,0	180,0	210,0	240,0	270,0	300,0	330,0
350	175,0	210,0	245,0	280,0	315,0	350,0	385,0
400	200,0	240,0	280,0	320,0	360,0	400,0	440,0
2. Hiệu quả tưới phun $\eta = 0,80$							
20	8,8	10,5	12,3	14,0	15,8	17,5	19,3
30	13,1	15,8	18,4	21,0	23,6	26,3	28,9
50	21,9	26,3	30,6	35,0	39,4	43,8	48,1
70	30,6	36,8	42,9	49,0	55,1	61,3	67,4
100	43,8	52,5	61,3	70,0	78,8	87,5	96,3
150	65,6	78,8	91,9	105,0	118,1	131,3	144,4
200	87,5	105,0	122,5	140,0	157,5	175,0	192,5
250	109,4	131,3	153,1	175,0	196,9	218,8	240,6
300	131,3	157,5	183,8	210,0	236,3	262,5	288,8
350	153,1	183,8	214,4	245,0	275,6	306,3	336,9
400	175,0	210,0	245,0	280,0	315,0	350,0	385,0

Bảng A.1 - Mức tưới tính theo chiều tưới và độ ẩm đất với $K_{th} = 0,5$ và $\gamma_k = 1,4 \text{ t/m}^3$ (kết thúc)

Chiều sâu tưới H mm	Mức tưới tính theo độ ẩm đất ($\beta_{max} - \beta_{min}$) m ³ /ha						
	5	6	7	8	9	10	12
3. Hiệu quả tưới phun $\eta = 0,90$							
20	7,8	9,3	10,9	12,4	14,0	15,6	17,1
30	11,7	14,0	16,3	18,7	21,0	23,3	25,7
50	19,4	23,3	27,2	31,1	35,0	38,9	42,8
70	27,2	32,7	38,1	43,6	49,0	54,4	59,9
100	38,9	46,7	54,4	62,2	70,0	77,8	85,6
150	58,3	70,0	81,7	93,3	105,0	116,7	128,3
200	77,8	93,3	108,9	124,4	140,0	155,6	171,1
250	97,2	116,7	136,1	155,6	175,0	194,4	213,9
300	116,7	140,0	163,3	186,7	210,0	233,3	256,7
350	136,1	163,3	190,6	217,8	245,0	272,2	299,4

Phụ lục B
(Tham khảo)

Ví dụ tính toán chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày theo phương pháp lập bảng

B.1 Lập bảng tính toán

Chế độ tưới cho cây trồng tại một giai đoạn sinh trưởng cụ thể (thời đoạn tính toán) được xác định theo phương trình cân bằng nước theo công thức (B1).

$$m_{mrl} = (W_{haoi} + W_{ci} + W_{thaol}) - (W_{oi} + \sum P_i + \Delta W_{Hi}) \tag{B1}$$

trong đó:

- m_{mrl} là mức tưới mặt ruộng cần tưới trong thời đoạn tính toán, m³/ha;
- W_{haoi} là lượng nước hao trong thời đoạn tính toán, m³/ha ;
- W_{ci} là lượng nước cần trữ trong tầng đất canh tác ở cuối thời đoạn tính toán, m³/ha;
- W_{oi} là lượng nước sẵn có trong đất ở đầu thời đoạn tính toán, m³/ha;
- P_i là lượng nước mưa rơi xuống trong thời đoạn tính toán, m³/ha;
- ΔW_{Hi} là lượng nước cây trồng sử dụng thêm từ lượng nước sẵn có ở dưới tầng đất ẩm do sự gia tăng chiều sâu tầng đất canh tác khi bộ rễ cây phát triển, m³/ha;
- W_{thaol} là lượng nước phải tháo khi lượng nước cần trữ trong tầng đất canh tác ở cuối thời đoạn tính toán W_{ci} lớn hơn lượng nước trong đất ứng với độ ẩm cho phép lớn nhất $W_{\beta max}$, m³/ha;

Bảng B.1 giới thiệu một mẫu bảng dùng để tính toán chế độ tưới theo phương trình cân bằng nước. Thời đoạn tính toán trong bảng tính bằng ngày (1 d).

Bảng B.1 - Bảng tính toán chế độ tưới cho cây trồng theo thời đoạn một ngày

Tháng	Ngày	GĐ sinh trưởng	H _i mm	W _{haoi} m ³ /ha	P _i m ³ /ha	ΔW _{Hi} m ³ /ha	W _{βmaxi} m ³ /ha	W _{βmini} m ³ /ha	m _{mrl} m ³ /ha	W _{ci} m ³ /ha	W _{thaol} m ³ /ha
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

Cách sử dụng bảng B.1 để tính toán như sau:

- Cột (1) ghi tháng tính toán chế độ tưới nằm trong mùa vụ sinh trưởng của cây trồng;
- Cột (2) ghi ngày tính toán chế độ tưới nằm trong mùa vụ sinh trưởng của cây trồng;
- Cột (3) ghi các giai đoạn sinh trưởng khác nhau của cây trồng theo thời gian;
- Cột (4) ghi độ sâu của bộ rễ thay đổi theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây trồng (H_i);

- Cột (5) ghi kết quả tính toán lượng bốc thoát hơi nước mặt ruộng (ET_c) từng ngày (t_i) theo công thức (B2):

$$W_{haoi} = 10 \times ET_c \times t_i \quad (B2)$$

- Cột (6) ghi kết quả tính toán lượng nước mưa trong thời đoạn tính toán, được tính chuyển đơn vị từ mm sang m^3/ha ;

- Cột (7) ghi kết quả tính toán lượng nước mà cây trồng sử dụng được do sự gia tăng chiều sâu tầng đất canh tác từ thời đoạn $i-1$ đến thời đoạn i theo công thức (B3):

$$\Delta W_{hi} = 10 \times \gamma_k \times \beta_i \times (H_i - H_{i-1}) \quad (B3)$$

- Cột (8) ghi lượng nước trong đất ứng với độ ẩm đất lớn nhất, được tính toán theo công thức (B4):

$$W_{\beta max i} = 10 \times \gamma_k \times \beta_{dr} \times H_i \quad (B4)$$

- Cột (9) ghi lượng nước trong đất ứng với độ ẩm nhỏ nhất, được tính toán theo công thức (B5):

$$W_{\beta min i} = 10 \times \gamma_k \times (\beta_{dr} - K_{th} \times (\beta_{dr} - \beta_{ch})) \times H_i \quad (B5)$$

- Cột (10) ghi mức tưới mặt ruộng (m_{mri}), m^3/ha . Mức tưới mặt ruộng phải thỏa mãn điều kiện theo công thức (B6):

$$m_{mri} \leq W_{\beta max i} - W_{\beta min i} \quad (B6)$$

Trường hợp $m_{mri} < W_{haoi}$ cần tăng số lần tưới trong ngày.

- Cột (11) ghi lượng nước cần trừ trong tầng đất canh tác ở cuối thời đoạn tính toán, được tính toán theo công thức (7):

$$W_{ci} = W_{ci-1} + P_i + m_{mri} - W_{haoi} \quad (B7)$$

Lựa chọn mức tưới mặt ruộng trong công thức (B6) để W_{ci} thỏa mãn điều kiện theo công thức (B8):

$$W_{\beta max i} \leq W_{ci} \leq W_{\beta min i} \quad (B8)$$

- Cột (12) ghi lượng nước W_{thaoi} phải tháo khi lượng nước cần trừ trong tầng đất canh tác ở cuối thời đoạn tính toán W_{ci} lớn hơn lượng nước trong đất ứng với độ ẩm cho phép lớn nhất $W_{\beta max i}$:

$$W_{thaoi} = W_{ci} - W_{\beta max i} \quad (B9)$$

Sau khi tính toán xong phải kiểm tra kết quả theo công thức (B10):

$$W_c = (W_0 + \sum P_i + \sum m_{mri} + \sum \Delta W_{hi}) - (\sum W_{haoi} + \sum W_{thaoi}) \quad (B10)$$

Nếu lượng nước trong đất tại thời điểm cuối giai đoạn sinh trưởng của cây trồng tính theo bảng B.1 và kết quả tính toán W_c theo công thức (B10) chênh lệch không quá $\pm 5\%$ thì kết quả tính toán chế độ tưới cho cây trồng theo phương pháp lập bảng đảm bảo độ chính xác yêu cầu.

B.2 Ví dụ tính chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày

B.2.1 Các số liệu phục vụ tính toán

Các số liệu phục vụ tính toán như sau:

- Độ ẩm tối đa đồng ruộng của đất tính theo phần trăm dung trọng đất khô, $\beta_{dr} = 25,0 \%$;
- Độ ẩm cây héo của đất tính theo phần trăm dung trọng đất khô, $\beta_{ch} = 14,8 \%$;
- Độ ẩm ban đầu của đất tính theo phần trăm dung trọng đất khô, $\beta_0 = 16,8 \%$;
- Dung trọng đất khô, $\gamma_k = 1,43 \text{ t/m}^3$;
- Hệ số thiếu hụt $K_{th} = 0,5$;
- Chiều sâu bộ rễ cây trồng, lượng nước hao và lượng mưa như Bảng B.2.

B.2.2 Kết quả tính toán

Bảng B.2 - Bảng tính toán chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày

Tháng	Ngày	GD sinh trưởng	H _i mm	W _{haol} m ³ /ha	P _i m ³ /ha	ΔW _{hi} m ³ /ha	W _{βmaxi} m ³ /ha	W _{βmini} m ³ /ha	m _{mri} m ³ /ha	W _{ci} m ³ /ha	W _{thaoi} m ³ /ha
1		Trồng - Bén rễ	50							120,12	
	10		50	24,6			178,8	142,3	50,0	145,5	
	11		50	24,6			178,8	142,3	50,0	170,9	
	12		50	24,6			178,8	142,3		146,3	
	13		50	24,6			178,8	142,3	50,0	171,7	
	14		50	24,6			178,8	142,3		147,1	
	15		100	24,6	78,5	14,3	357,5	284,6	80,0	295,3	0
	16		100	24,6			357,5	284,6	80,0	350,7	
	17		100	24,6			357,5	284,6		326,1	
	18		100	24,6			357,5	284,6		301,5	
	19		100	24,6			357,5	284,6	80,0	356,9	
	20		100	25,0		28,6	357,5	284,6		331,9	
	21		100	25,0			357,5	284,6		306,9	
	22		100	25,0	55,5		357,5	284,6		337,4	0
	23		100	25,0			357,5	284,6		312,4	
	24		100	25,0			357,5	284,6	100,0	387,4	
	25	Phát triển	150	25,0		28,6	536,3	426,9	100,0	476,7	
	26		150	25,0			536,3	426,9		451,7	
	27		150	25,0			536,3	426,9	100,0	526,7	
	28		150	25,0			536,3	426,9		501,7	
	29		150	25,0			536,3	426,9		476,7	
	30		150	25,0			536,3	426,9		451,7	

Bảng B.2 - Bảng tính toán chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày (tiếp theo)

Tháng	Ngày	GĐ sinh trưởng	H _i mm	W _{haol} m ³ /ha	P _i m ³ /ha	ΔW _{H_i} m ³ /ha	W _{βmax} m ³ /ha	W _{βmin} m ³ /ha	m _i m ³ /ha	W _{cl} m ³ /ha	W _{thaol} m ³ /ha
	31		150	25,0			536,3	426,9	100,0	526,7	
2	1	Phát triển	150	27,5	60,2	28,6	536,3	426,9		559,4	0
	2		150	27,5			536,3	426,9		531,9	
	3		150	27,5			536,3	426,9		504,4	
	4		200	27,5			715,0	569,1	100,0	591,2	
	5		200	27,5			715,0	569,1	100,0	663,7	
	6		200	27,5			715,0	569,1		636,2	
	7		200	27,5			715,0	569,1		608,7	
	8		200	27,5	65,4		715,0	569,1		646,6	0
	9		200	27,5	30,5		715,0	569,1		649,6	0
	10		200	27,5	55,6		715,0	569,1		677,7	0
	11		200	26,8			715,0	569,1		650,9	
	12		200	26,8			715,0	569,1		624,1	
	13		200	26,8			715,0	569,1	100,0	697,3	
	14		250	26,8			893,8	711,4	100,0	784,8	
	15		250	26,8			893,8	711,4		758,0	
	16		250	26,8			893,8	711,4	100,0	831,2	
	17		250	26,8			893,8	711,4		804,4	
	18		250	26,8			893,8	711,4		777,6	
	19		250	26,8			893,8	711,4	100,0	850,8	
	20		250	26,8	50,5		893,8	711,4		874,5	0
	21		250	26,8			893,8	711,4		847,7	
	22		250	26,8			893,8	711,4		820,9	
	23		250	26,8			893,8	711,4		794,1	
	24		300	26,8			1 072,5	853,7	100,0	881,6	
	25		300	26,8	53,6		1 072,5	853,7		908,4	0
	26		300	26,8	76,8		1 072,5	853,7		958,4	0
	27		300	26,8			1 072,5	853,7		931,6	
	28		300	26,8			1 072,5	853,7	100,0	1004,8	

Bảng B.2 - Bảng tính toán chế độ tưới cho cây công nghiệp ngắn ngày (kết thúc)

Tháng	Ngày	GD sinh trưởng	H _i mm	W _{haoi} m ³ /ha	P _i m ³ /ha	ΔW _{Hi} m ³ /ha	W _{βmaxi} m ³ /ha	W _{βmini} m ³ /ha	m _i m ³ /ha	W _{ci} m ³ /ha	W _{thaoci} m ³ /ha	
3	1	Ra hoa- Tạo quả- Thu hoạch	300	29,5		28,6	1 072,5	853,7		975,3		
	2		300	29,5			1 072,5	853,7		945,8		
	3		300	29,5			1 072,5	853,7		916,3		
	4		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	986,8		
	5		300	29,5			1 072,5	853,7		957,3		
	6		300	29,5			1 072,5	853,7		927,8		
	7		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	998,3		
	8		300	29,5			1 072,5	853,7		968,8		
	9		300	29,5			1 072,5	853,7		939,3		
	10		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	1 009,8		
	11		300	29,5			1 072,5	853,7		980,3		
	12		300	29,5			1 072,5	853,7		950,8		
	13		300	29,5			1 072,5	853,7		921,3		
	14		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	991,8		
	15		300	29,5			1 072,5	853,7		962,3		
	16		300	29,5			1 072,5	853,7		932,8		
	17		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	1 003,3		
	18		300	29,5			1 072,5	853,7		973,8		
	19		300	29,5			1 072,5	853,7		944,3		
	20		300	29,5			1 072,5	853,7		914,8		
	21		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	985,3		
	22		300	29,5			1 072,5	853,7		955,8		
	23		300	29,5			1 072,5	853,7		926,3		
	24		300	29,5			1 072,5	853,7	100,0	996,8		
	25		300	29,5			1 072,5	853,7		967,3		
	26		300	29,5			1 072,5	853,7		937,8		
	27		350	29,5				1 251,3	996,0	100,0	1 022,6	
	28		350	29,5				1 251,3	996,0	100,0	1 093,1	
	29		350	29,5				1 251,3	996,0		1 063,6	
	30		350	29,5	100,5			1 251,3	996,0		1 134,6	
	31		350	29,5				1 251,3	996,0		1 105,1	
Tổng				2 217,9	627,1	85,4			2 490,0		0	

Kiểm tra kết quả tính toán theo công thức (B10). Các giá trị trong công thức gồm:

- Lượng nước đầu vụ	:	$W_0 = 120,2 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Tổng nước tưới trong vụ	:	$\Sigma m_{m\text{ti}} = 2\,490,0 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Tổng lượng nước mưa trong vụ	:	$\Sigma P_i = 627,1 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Tổng lượng nước tháo đi trong vụ	:	$\Sigma W_{\text{thaoi}} = 0 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Tổng lượng nước cây trồng sử dụng được do tăng thêm chiều sâu bộ rễ trong vụ	:	$\Sigma \Delta W_{\text{Hl}} = 84,4 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Tổng lượng nước hao trong vụ	:	$\Sigma W_{\text{haoi}} = 2\,217,9 \text{ m}^3/\text{ha}$

Thay các giá trị vào công thức (B10) xác định được W_c như sau:

$$W_c = (120,2 + 627,1 + 2\,490,0 + 84,4) - (2\,217,9 + 0) = 1\,105,1 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Lớp nước cuối vụ tính toán tính theo kết quả bảng trên: $W_c = 1\,105,1 \text{ m}^3/\text{ha}$

Sai số tính toán: $\Delta W_c = 0 \text{ m}^3/\text{ha}$. Vậy tính toán cho kết quả chính xác.

Phụ lục C
(Tham khảo)

Chế độ tưới cho cây dừa áp dụng kỹ thuật tưới phun mưa

C.1 Chiều sâu tầng đất cần tưới

Chiều sâu tầng đất cần tưới từ 0,3 m đến 0,6 m, phụ thuộc vào loại đất trồng dừa và thời đoạn sinh trưởng của cây dừa.

C.2 Độ ẩm đất thích hợp cho sự phát triển của cây dừa

Độ ẩm thích hợp cho sự phát triển của cây dừa từ 70 % đến 100 % độ ẩm tối đa đồng ruộng.

C.3 Chế độ tưới theo các thời kỳ sinh trưởng

C.3.1 Giai đoạn cây non

C.3.1.1 Thời gian sinh trưởng

Giai đoạn cây non tính từ thời điểm bắt đầu trồng đến hết giai đoạn sinh dưỡng. Thời gian sinh trưởng của giai đoạn cây non như sau:

- Sinh trưởng trong điều kiện có tưới, có tủ gốc: Từ 6 tháng đến 8 tháng;
- Sinh trưởng trong điều kiện có tưới nhưng không có tủ gốc: Từ 8 tháng đến 10 tháng;
- Sinh trưởng trong điều kiện không tưới, không có tủ gốc: Từ 10 tháng đến 12 tháng;

C.3.1.2 Chế độ tưới

a) Ngay sau khi trồng xong tưới một đợt. Sau đó 20 ngày tưới tiếp đợt thứ hai. Mức tưới mỗi đợt như sau:

- Có tủ gốc: 120 m³/ha;
- Không tủ gốc: 130 m³/ha;

b) Chế độ tưới cho cây dừa từ thời điểm cây đã bén rễ đến hết giai đoạn cây non như sau:

- Số lần tưới:
- + Có tủ gốc: 5 lần;
- + Không tủ gốc: 8 lần;
- + Khoảng cách giữa hai lần tưới: 30 ngày.
- Mức tưới mỗi lần: 120 m³/ha;

C.3.2 Giai đoạn từ xử lý ra hoa đến kết quả

Giai đoạn này kéo dài một tháng. Trước khi xử lý ra hoa tưới một lần với mức tưới là 100 m³/ha.

TCVN 14272-1 : 2024

C.3.3 Giai đoạn từ kết quả đến chín

Giai đoạn này kéo dài từ 3,5 tháng đến 4,0 tháng. Ruộng trồng dưa có tủ gốc tưới 3 lần. Ruộng không tủ gốc tưới 6 lần. Mỗi lần tưới cách nhau khoảng 20 ngày. Mức tưới mỗi lần là 120 m³/ha.

C.3.4 Giai đoạn từ chín đến thu hoạch

Giai đoạn này kéo dài từ 1,0 tháng đến 1,5 tháng: Không tưới.

C.3.5 Giai đoạn lấy chồi

Giai đoạn này kéo dài từ 3,5 tháng đến 4,0 tháng: Không tưới.

C.3.5 Tổng mức tưới cả vụ

Tổng mức tưới cả vụ khi có tủ gốc là 1 300 m³/ha và khi không có tủ gốc là 2 040 m³/ha. Giai đoạn sinh trưởng của dưa ở thời kỳ cây non và thời kỳ từ kết quả đến chín là quan trọng nhất quyết định đến năng suất và chất lượng quả dưa.

Phụ lục D
(Tham khảo)

Chế độ tưới cho cây lạc khu vực miền Trung áp dụng kỹ thuật tưới phun mưa

D.1 Xác định thời điểm tưới nước của cây lạc

D.1.1 Mùa vụ

a) Vụ Xuân:

- Vùng đất thấp, ven sông bố trí sớm tránh lụt tiểu mãn, vùng trung du miền núi bố trí sớm để tránh hạn đầu vụ. Thời gian gieo từ ngày 20 tháng 1 đến ngày 30 tháng 1;

- Vùng đồng bằng nên gieo tập trung từ ngày 1 tháng 2 đến ngày 15 tháng 2.

b) Vụ Hè thu:

- Gieo lạc từ ngày 1 tháng 6 đến ngày 15 tháng 6, gieo ngay khi thu hoạch cây vụ xuân.

c) Vụ Thu Đông:

- Gieo từ ngày 15 tháng 8 đến ngày 30 tháng 8.

D.1.2 Giới hạn độ ẩm đất cần tưới

a) Độ ẩm đất ở tầng 0 cm đến 30 cm khoảng 70 % đến 100 % độ ẩm tối đa đồng ruộng.

b) Phương pháp xác định độ ẩm đất: Sử dụng thiết bị đo độ ẩm đất như máy tensiometer (đo độ ẩm cầm tay), máy cân sấy, v.v.

D.1.3 Xác định thời điểm tưới

a) Vụ Xuân:

Giai đoạn gieo: (từ 10 đến 12 ngày) tưới 2 lần:

- Tưới lần 1: Sau gieo 1 ngày;

- Tưới lần 2: Tưới sau lần 1 khoảng 5 ngày.

Giai đoạn gieo đến ra hoa: Khoảng 30 ngày đến 32 ngày; tưới 3 lần:

- Tưới lần 4: Sau 8 ngày.

Giai đoạn: Ra hoa rộ đến quả chắc (khoảng 60 ngày); trung bình 8 ngày tưới 1 lần.

Giai đoạn quả chắc đến thu hoạch không tưới.

b) Vụ Hè thu:

Giai đoạn gieo: (từ 10 đến 12 ngày) tưới 2 lần:

- Tưới lần 1: Sau gieo 1 ngày;

TCVN 14272-1 : 2024

- Tưới lần 2: Tưới sau lần 1 khoảng 5 ngày.

Giai đoạn gieo đến ra hoa: Khoảng 30 ngày; tưới 3 lần:

- Tưới lần 4: Sau 8 ngày

Giai đoạn: Ra hoa rộ đến quả chắc (khoảng 67 ngày); tưới 6 lần, trung bình 11 ngày tưới 1 lần.

Giai đoạn quả chắc đến thu hoạch: Không tưới.

c) Vụ Thu Đông:

Giai đoạn gieo: (10 ngày đến 12 ngày) tưới 2 lần:

- Tưới lần 1: Sau gieo 1 ngày;

- Tưới lần 2: Tưới sau lần 1 khoảng 5 ngày.

Giai đoạn gieo đến ra hoa: Khoảng 30 ngày; giai đoạn này tưới 3 lần:

- Tưới lần 4: Sau 8 ngày

Giai đoạn: Ra hoa rộ đến quả chắc (khoảng 67 ngày); tưới 5 lần, trung bình 12 ngày tưới 1 lần.

Giai đoạn quả chắc đến thu hoạch không tưới.

D.2 Lượng nước tưới

Lượng nước tưới phun mưa cho cây lạc xem bảng D.1.

D.3 Điều chỉnh lịch tưới khi có mưa

D.3.1 Giai đoạn gieo đến ra hoa

a) Khi lượng mưa nhỏ hơn 5 mm tưới bình thường;

b) Khi lượng mưa từ 5 mm đến 10 mm tưới 50 % so với mức tưới bình thường;

c) Khi lượng mưa lớn hơn 10 mm không tưới.

D.3.2 Giai đoạn hoa rộ đến quả chắc

a) Khi lượng mưa nhỏ 10 mm tưới bình thường;

b) Khi lượng mưa từ 10 mm đến 15 mm tưới 50 % so với mức tưới bình thường;

c) Khi lượng mưa lớn hơn 15 mm không tưới.

Bảng D.1- Lượng nước tưới phun mưa cho cây lạc

Giai đoạn sinh trưởng	Thời gian ngày thứ	Mức tưới m³/ha	Số lần tưới
Vụ Xuân			
Gieo	Từ 0 đến 12	Từ 30 đến 35	2
Gieo - Ra hoa	Từ 13 đến 42	Từ 65 đến 70	4
Ra hoa rộ - quả chắc	Từ 43 đến 110	Từ 135 đến 140	8
Quả chắc - thu hoạch	Từ 110 đến 120		Không tưới
Tổng lượng nước tưới vụ Xuân		Từ 1 400 đến 1 470	
Vụ Hè Thu			
Gieo	Từ 0 đến 12	Từ 30 đến 35	2
Gieo - Ra hoa	Từ 13 đến 42	Từ 65 đến 70	3
Ra hoa rộ - quả chắc	Từ 43 đến 110	Từ 135 đến 140	6
Quả chắc - thu hoạch	Từ 110 đến 120		Không tưới
Tổng lượng nước tưới vụ Hè Thu		Từ 1 065 đến 1 120	
Vụ Thu Đông			
Gieo	Từ 0 đến 12	Từ 30 đến 35	2
Gieo - Ra hoa	Từ 13 đến 42	Từ 65 đến 70	2
Ra hoa rộ - quả chắc	Từ 43 đến 110	Từ 135 đến 140	5
Quả chắc - thu hoạch	Từ 110 đến 120		Không tưới
Tổng lượng nước tưới vụ Thu Đông		Từ 865 đến 910	

Phụ lục E
(Tham khảo)

Kỹ thuật tưới phun mưa kết hợp bón phân

E.1 Trường hợp không bón qua hệ thống tưới

E.1.1 Loại phân

Chọn các loại phân thông thường.

E.1.2 Chế độ bón phân

Thực hiện theo các quy trình và hướng dẫn đã được ban hành.

E.1.3 Trình tự tưới nước kết hợp bón phân

- a) Bước 1 - Làm ẩm đất: Trước khi bón phân cần tưới để làm ẩm đất và lá;
- b) Bước 2 - Tưới bón phân: Rải, bón phân xung quanh khu vực đã được làm ẩm;
- c) Bước 3 - Tưới nước: Sau khi bón phân tưới đẫm nước đến độ ẩm đất đạt β_{dr} .

E.2 Trường hợp bón qua hệ thống tưới

E.2.1 Loại phân

Chọn các loại phân có khả năng hòa tan 100 % trong nước hoặc phân chuyên dụng cho hệ thống tưới theo khuyến cáo của nhà sản xuất.

E.2.2 Hòa phân

Tỷ lệ hòa phân (nước/phân) nên theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Trong trường hợp hòa nhiều loại phân cùng một lúc, cần chú ý khả năng phối hợp giữa các loại phân. Nếu các loại phân không phù hợp với nhau thì hòa riêng và chia làm các đợt bón khác nhau.

E.2.3 Chế độ bón phân

Thực hiện theo các quy trình và hướng dẫn đã được ban hành.

E.2.4 Trình tự tưới nước kết hợp bón phân:

- a) Bước 1 - Làm ẩm đất: Trước khi bón phân cần tưới để làm ẩm đất và lá;
- b) Bước 2 - Tưới bón phân: Tùy từng khối lượng, loại phân cho mỗi lần bón mà điều chỉnh thời gian bón phân cho phù hợp để tưới hết lượng phân cần bón;
- c) Bước 3 - Tưới nước: Sau khi bón phân cần tiếp tục duy trì tưới nước để rửa lượng phân trong đường ống và phân bám trên mặt lá cây trồng, thời gian tưới không thấp hơn 10 phút và độ ẩm đất đạt β_{dr} .

Lưu ý: Không bón phân khi độ ẩm đất lớn hơn 85 % độ ẩm tối đa đồng ruộng và khi có mưa.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 14271 : 2024: Hệ thống tưới tiêu - Tưới phun mưa - Yêu cầu thiết kế
 - [2] TCVN 8641 : 2011: Công trình thủy lợi - Kỹ thuật tưới tiêu nước cho cây lương thực và cây thực phẩm.
 - [3] Quyết định số 402/QĐ-TCTL-KHCN ngày 20/09/2018 của Tổng cục Thủy lợi Ban hành Quy trình tưới phun mưa cho cây lạc khu vực miền Trung.
 - [4] Irrigation Engineering – Sprinkler, Trickle, Surface Irrigation – Principles, Design and Agricultural Practices. Irrigation Engineering Scientific Publication (IESP). 1984.
 - [5] FAO Irrigation and Drainage Paper No.56. Crop Evatranspiration. 2006.
 - [6] GB/T5005-2007: Technical specification of sprinkler engineering. Standards of China. 2007.
 - [7] N. Tiwari and T. B. S. Rajput. Micro Irrigation Systems Design. 2015.
-