PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH TÍNH HỆ SỐ TƯỚI CHO LÚA THEO QUAN ĐIỂM TƯỚI TUẦN TỰ

TS. Bùi Nam Sách
Viện Quy hoạch Thủy lợi

Tóm tắt: *Theo quan điểm tưới tuần tự, nghĩa là chuẩn bị gieo cấy đến đâu thì đưa nước vào đến đấy. Sau khi đưa nước vào ruộng quá trình hao nước trên ruộng diễn ra gồm bốc hơi mặt nước tự do, ngấm bão hòa tầng đất mặt ruộng, ngấm ổn định, bốc thoát hơi mặt ruộng, quá trình nâng cao, hạ thấp mực nước trên ruộng.*

Phân tích tính toán quá trình nước hao bằng cách tính lượng nước hao từng ngày cho từng thửa ruộng. Cộng tương ứng cùng thời gian lượng nước hao các thửa ruộng sẽ xác định được lượng nước hao tổng công toàn khu tưới của loại nước hao này... Trên cơ sở lượng nước hao toàn khu tưới, kết hợp với mực nước cho phép trên ruộng, lượng nước đến bằng cách tính thử dần tìm ra lượng nước tưới m_i và tính ra hệ số tưới.

Phương pháp tính trên giúp tính toán hệ số tưới theo quan điểm tưới tuần tự nhanh chóng, dễ dàng và thuận tiện hơn.

Từ khóa: Hệ số tưới; Lúa; Phương pháp Giải tích; Tưới tuần tự.

Summary: *In view of rotation irrigation, this means water is supplied whenever sowing preparation happens. After water is supplied to fields, water loss occurs including free evaporation, permeation to saturation level, stable permeation, evapotranspiration, and water level raising and lowering on fields.*

Analysis is done for each process of water loss by estimating the amount of daily water loss throughout the whole process for each plot. Adding up water loss of each plot in the same period makes the total water loss in each irrigation district. Therefore, the formula of water loss for each period is established based on analysis of total water loss of each irrigation district. The formula of other water loss processes is established in a similar method. Finally, the summation of constituent water loss line makes the general water loss line of the irrigation district. Taking into account the general water loss of the irrigation district, the required water level on fields, and inflow, the trial and error method is applied to find out the irrigation amount m_i and then estimate the irrigation coefficient

For rotation irrigation, this calculation method helps estimating irrigation coefficient in a faster, easier, and more convenient manner.

Keywords: Irrigation coefficient; Rice; Analytic method; Rotation irrigation mode.

I. MỞ ĐẦU

Hiện nay có hai quan điểm tính hệ số tưới: quan điểm tưới đồng thời và quan điểm tưới tuần tự. Trên thực tế, tính tưới theo quan điểm tưới tuần tự phù hợp với kỹ thuật canh tác và như phương thức quản lý hiện nay. Phương pháp này đã được đưa vào tiêu chuẩn thiết kế hệ số tưới cho lúa 14TCN 61-92 năm 1992. Tuy nhiên tiêu chuẩn này chưa được sử dụng trong thực tế do những nguyên nhân:

- Cách tính của phương pháp này bằng đồ giải nên phải vẽ các đường nước hao thành phần và tính đường nước hao tổng cộng nên tốn nhiều

Người phản biện: **PGS.TS Nguyễn Thế Quảng**
Ngày nhận bài: 02/4/2045
Ngày thông qua phản biện: 06/5/2015
Ngày duyệt đăng: 05/6/2015

thời gian;

- Tiêu chuẩn này chỉ tính riêng cho lúa. Trong thực tế trong tính toán cho một vùng tưới không chỉ có tưới cho lúa mà còn các loại cây trông khác, nên việc tính hệ số tưới cho các cây trồng khác vẫn phụ thuộc vào hiểu biết của mỗi người tính;

- Trong thời gian tiêu chuẩn này ra đời thì phần mềm Cropwat được đưa vào Việt Nam. Phần mềm này tính lượng nước tưới cho lúa và các cây trồng khác, việc tính toán rất nhanh chóng nên được sử dụng ở hầu hết các dự án;

Tuy vậy phần mềm Cropwat cũng có một số nhược điểm sau:

- Cách tính lượng nước tưới trong Cropwat theo quan điểm tưới đồng thời, do đó, khi tính tưới cho khu tưới lớn người ta phải chia diện tích khu tưới thành 3 đến 4 phần, tính lượng nước tưới cho từng phần, mỗi một phần được gieo cấy ở thời gian khác nhau sau đó cộng lại được lượng nước tưới chung cho toàn khu tưới;

- Cropwat tính ra lượng nước tưới trung bình trong 10 ngày nên việc tính hệ số tưới được tính bằng lượng nước tưới trong 10 ngày chia cho số ngày tưới;

- Cropwat hiện nay chỉ tính cho một lớp nước trên ruộng nhất định chưa thấy hướng dẫn tính cho lớp nước trên ruộng thay đổi.

Tính hệ số tưới theo quan điểm tưới tuần tự là phù hợp với thực tế sản xuất nên chúng tôi đã nghiên cứu tính toán hệ số tưới theo quan điển tưới tuần tự bằng giải tích để việc toán thuận tiện hơn.

II. XÁC ĐỊNH CÁC ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH NƯỚC HAO MẶT RUỘNG

2.1. Xác định các đường quá trình nước hao mặt ruộng

Khi đưa nước vào ruộng sẽ diễn ra các quá trình hao nước bao gồm:

- Lượng nước tạo thành lớp nước mặt ruộng;
- Lượng nước bốc hơi mặt nước tự do;
- Lượng nước ngấm bão hòa tầng đất mặt ruộng;
- Lượng nước ngấm ổn định;
- Lượng nước bốc thoát hơi mặt ruộng.

Quá trình các đường nước hao trên ruộng xem Hình 1

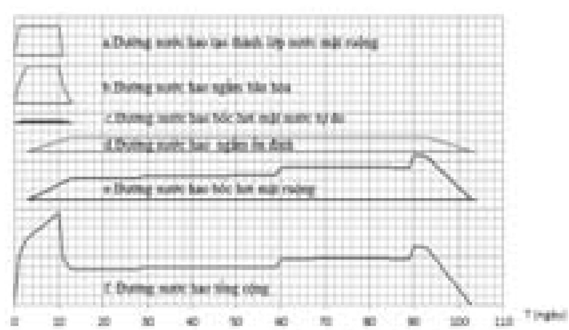
2.2. Xác định đường quá trình nước hao bốc thoát hơi mặt ruộng

Để xác định công thức tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng theo quan điểm tưới tuần tự chúng ta tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng cho một khu tưới có diện tích canh tác là 1 (ha) và thời gian cấy xong khu tưới là t_g (ngày). Như vậy mỗi ngày có $1/t_g$ (ha) được gieo cấy ta tính lượng bốc thoát hơi của t_g thửa ruộng này trong suốt quá trình sinh trưởng t_s (ngày). Để đơn giản ta lấy t_g=5 (ngày).

Nhìn chung các công thức tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng có dạng:

$$ETci = EToi \times Kci \quad (mm/ngày) \qquad (1.1)$$

- ETci: Lượng bốc thoát hơi mặt ruông tại ngày thứ i
- EToi: Lượng bốc hơi tham chiếu ở ngày thứ i (mm). Tùy theo công thức tính toán mà EToi có cách tính khác nhau
- Kci: Hệ số sinh lý cây trồng ở ngày thứ i. Tùy theo công thức tính EToi mà Kci có giá trị khác nhau.



Hình 1. Quá trình các đường nước hao trên ruộng

Dùng công thức trên ta tính ETci cho từng ngày ở từng thửa ruộng trong suốt quá trình sinh trưởng. Lượng bốc thoát hơi ở thửa ruộng thứ nhất ghi ở cột 2 Bảng 1. Tương tự ta tính được lượng bốc thoát hơi của các thửa ruộng thứ 2, 3, 4, 5. Kết quả tính được ghi các cột theo thứ tự 3, 4, 5, 6 trong bảng 1. Lượng nước hao trên toàn bộ khu tưới bằng tổng lượng bốc thoát hơi tương ứng của 5 thửa ruộng. Kết quả tính toán ghi ở cột 7 Bảng 1.

Từ quá trình bốc thoát hơi mặt ruộng khu tưới ở cột 7 trên Bảng 1 ta thấy hình thành 3 giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất từ ngày từ nhất đến ngày thứ t_g, giai đoạn thứ 2 từ ngày t_g+1 đến t và giai đoạn thứ 3 từ ngày t_s+1 đến t_s+t_g.

Bảng 1. Lượng bốc thoát hơi ở từng thửa ruộng và toàn khu tưới

Ngày	Thửa 1	Thửa 2	Thửa3	Thửa4	Thửa 5	Tổng Lượng bốc thoát hơi toàn bộ cánh đồng
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	ETo1.Kc1/tg					ETo1.Kc1/tg
2	ETo2.Kc2/tg	ETo2.Kc1/tg				ETo2.(Kc1+Kc2)/tg
3	ETo3.Kc3/tg	ETo3.Kc2/tg	ETo3.Kc1/tg			ETo3 ([illegible])/tg
4	ETo 4.Kc4/tg	ETo 4.Kc3/tg	ETo 4.Kc2/tg	ETo 4.Kc1/tg		ETo4([illegible])/tg
5 (tg)	ETo5.Kc5/tg	ETo5.Kc4/tg	ETo5.Kc3/tg	ETo5.Kc2/tg	ETo5.Kc1/0tg	ETo5 ([illegible])/tg
6	ETo6.Kc6/tg	ETo6.Kc5/tg	ETo6.Kc4/tg	ETo6.Kc3/tg	ETo6.Kc2/tg	ETo6 ($\sum$ [illegible])/tg
7	ETo7.Kc7/tg	ETo7.Kc6/tg	ETo7.Kc5/tg	ETo7.Kc4/tg	ETo7.Kc3/tg	ETo7($\sum$ [illegible])/tg
8	ETo8.Kc8/tg	ETo8.Kc7/tg	ETo8.Kc6/tg	ETo8.Kc5/tg	ETo8.Kc4/tg	ETo8($\sum$ [illegible])/tg
...	...	...	...	...	...	...
ts-1	ETo(ts-1)Kc(ts-1)/tg	ETo(ts-1)Kc(ts-2)/tg	ETo (ts-1)Kc(ts-3)/tg	ETo (ts-1)Kc(ts-4)/tg	ETo (ts-1)Kc(ts-4)/tg	ETo (ts-1)($\sum$ [illegible])/tg
ts	ETo(ts).Kc(ts)/tg	ETo(ts).Kc(ts-1)/tg	ETo(ts).Kc(ts-2))/tg	ETo (ts).Kc(ts-3)/tg	ETo(ts)Kc(ts-4)/tg	ETo ($\sum$ [illegible])/tg
ts+1		ETo(ts+1) Kc(ts)/tg	ETo(ts+1).Kc(ts-1))/tg	ETo (ts+1).Kc(ts-2)/tg	ETo(ts+1).Kc(ts-3)/tg	ETo (ts+1) ($\sum$ [illegible])/tg
ts+2			ETo A(ts+2)Kc(ts)/tg	ETo (ts+2).Kc(ts-1)/tg	ETo(ts+2)Kc(ts-2)/tg	ETo(ts+2)([illegible]
ts+3				ETo (ts+3).Kc(ts)/tg	ETo(ts+3)Kc(ts-1)/tg	ETo (ts+3)([illegible]/tg
ts+4					ETo(ts+4)Kc(ts)/tg	ETo (ts+4).Kc(ts)/tg

** Giai đoạn thứ nhất từ ngày 1 đến tg:*

Trong cột 7 Bảng 1 ở thời đoạn từ ngày thứ nhất đến ngày t_g công thức tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng khu tưới có dạng sau:

ETci = ETo i([illegible] /t_g (1.1.1a)

Nếu Kci là một hàm xác định f(Kc) thì ta có thể tính ETci theo dạng tích phân sau:

ETci = EToi $\left(\int_0^{t_g} f(Kc)\,dt\right)/t_g$ (1.1.1b)

Đặt $\overline{K_{1ci}} = \dfrac{\sum_1^{t_g} K_{ci}}{t_g}$ (1.1.1c)

Viết dưới dạng tích phân ta có:

$\overline{K_{1ci}} = \dfrac{\int_0^{t_g} f(Kc)\,dt}{t_g}$) (1.1.1d)

Gọi $\overline{K_{1ci}}$ là hệ số sinh lý cây trồng trung bình toàn khu tưới ở giai đoạn thứ nhất ta có:

ETci = EToi x $\overline{K_{1ci}}$ (1.1.1e)

Tương tự như giai đoạn thứ nhất ta có các giai đoạn khác như sau:

** Giai đoạn thứ hai từ ngày tg+1 đến ngày ts*

Công thức tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng khu tưới ở giai đoạn này có dạng:

ETci = EToi x $\overline{K_{2ci}}$ (1.1.2a)

- $\overline{K_{2ci}}$ là hệ số sinh lý cây trồng trung bình toàn khu tưới ở giai đoạn 2

Trong đó $\overline{K_{2ci}} = \dfrac{\sum_{i=t_g}^{t_s} K_{ci}}{t_s}$ (1.1.2b)

hoặc $\overline{K_{2ci}} = \dfrac{\int_{i=t_g}^{t_s} f(Kc)\,dt}{t_s}$ (1.1.2c)

** Giai đoạn thứ 3 từ ts+1 đến ts+tg*

Công thức tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng khu tưới ở giai đoạn này có dạng:

ETci = EToi x $\overline{K_{3ci}}$ (1.1.3a)

- $\overline{K_{3ci}}$: hệ số sinh lý cây trồng trung bình toàn khu tưới ở giai đoạn 3

Trong đó $\overline{K_{3ci}} = \dfrac{\sum_{i=t_s}^{t_s+t_g} K_{ci}}{t_g}$ (1.1.3b)

Hoặc $\overline{K_{3ci}} = \dfrac{\int_{t_s}^{t_s+t_g} f(Kc)\,dt}{t_g}$ (1.1.3c)

Như vậy để tính toán được **ETci** ta cần phải tính được các $\overline{K}$ci từ Kci trong suốt quá trình sinh trưởng và lượng bốc hơi tham chiếu EToi. Dùng công thức tính bốc thoát hơi mặt ruộng nào thì ta dùng Kci và công thức tính lượng bốc hơi tham chiếu của công thức ấy. Trong hội thảo từ ngày 28-31 tháng 5 năm 1990, FAO đã xem xét lại 20 công thức đã được dùng tính bốc thoát hơi mặt ruộng. Sau khi tính lượng bốc hơi tháng cho các vùng ẩm ướt, vùng bình thường và đánh giá các sai số và đã rút ra kết luận: công thức thức tính bốc hơi của Penman-Monteith cho kết quả phù hợp nhất. FAO đã đưa phần mềm tính lượng bốc hơi tham chiếu của công thức này bằng excel để mọi người tiện sử dụng. Do đó, chúng tôi sử dung công thức này để tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng.

** Tính hệ số sinh lý cây trồng trung bình khu tưới*

Tính hệ số tưới theo quan điểm tưới tuần tự cho lúa vụ xuân. Thời gian sinh trưởng của cây trồng là ts =100 ngày, với độ dài các giai đoạn sinh trưởng của lúa: giai đoạn bắt đầu T_{bd} = 20 ngày, giai đoạn phát triển T_{pt} = 25 ngày, giai đoạn giữa T_{gdg} = 35 ngày, giai đoạn cuối T_{gdc} = 20 ngày. Thời gian ngâm ruộng là tn = 3 ngày, thời gian gieo cấy tg = 10 ngày. Ngày đưa nước vào ruộng ngày 1 tháng 2, ngày gieo cấy 4 tháng 2. Lớp nước trên ruộng a_{min} = 30 mm, a_{max} = 50 mm, a_{gh} =90 mm. Cường độ ngấm hút K1 = 11,5 mm/ngày, thời gian ngấm bão hòa t_{bh} = 3 ngày chỉ số ngấm của đất α = 0.45. Cường độ bốc hơi mặt nước tự do trong tháng hai e_o =2.03 mm/ngày.

Trong khu tưới có trạm khí tượng HN ở vĩ độ 21^o.01’, cao độ trạm 5 m. Dùng công thức tính lượng bốc hơi tham chiếu EToi của Penman – Monteith ta tính được EToi ở các tháng trong năm. Các tài liệu khí tượng dùng trong tính toán hệ số tưới xem trong Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số khí tượng của trạm Hà Nội

Tháng	Tmax	Tmin	RHtb	N	Vtb	ETоi	RHmin	e_o
	(^oC)	(^oC)	(%)	(h)	(m/s)	(mm)	(%)	(mm)
1	19.3	13.7	79.7	2.34	1.9	1.97	65.65	2.23
2	19.9	15.0	82.8	1.76	2.0	1.98	70.09	2.03
3	22.8	18.1	85.1	1.52	1.9	2.21	72.85	1.85
4	27.0	21.4	85.2	3.00	2.0	2.96	71.03	2.18
5	31.5	24.3	80.8	5.70	2.1	4.25	64.09	1.85
6	32.6	25.8	80.4	5.66	1.9	4.42	64.82	3.28
7	32.9	26.1	81.0	6.10	2.0	4.59	65.34	3.16
8	31.9	25.7	83.3	5.40	1.5	4.11	68.51	2.65
9	30.9	24.7	81.4	5.66	1.5	3.91	66.84	2.88
10	28.6	21.9	79.1	5.10	1.5	3.30	63.55	3.09
11	22.2	18.5	77.4	4.62	1.6	2.57	68.60	2.93
12	21.8	15.3	77.1	3.81	1.6	2.18	61.62	2.62

Dựa vào loại cây trồng và tra Bảng 22 của FAO 56 ta có được hệ số Kc theo các giai đoạn sinh trưởng: giai đoạn bắt đầu Kcđ =1,0, giai đoạn giữa Kcg = 1,2. Ở giai đoạn cuối tại điểm cuối có giá trị Kcc =0.9.

Giá trị Kc trong Bảng 22 – FAO 56 ứng với vận tốc gió là 2m/s và độ ẩm Rhmin =45% khí độ ẩm và vận tốc gió khác với các giá trị trên thì phải hiệu chỉnh lại giá trị Kci.

Đối với lúa ở giai đoạn đầu Kcđ được tra trong Bảng 14 của FAO 56 ứng với tháng 2 có vận tốc gió là 2m/s và độ ẩm RHmin = 70% ta có Kcđ=1,1.

Giá trị giai đoạn giữa và giai đoạn cuối được hiệu chỉnh theo công thức sau:

$Kc = Kc\ (bg\ 22) + (0{,}04x(U_2 - 2) - 0{,}004x(RH_{min}-45))x(h/3)^{0,3}$ (1.1.4a)

Trong đó Kc (Bảng 22 – FAO 56) giá trị khi tính cho giai đoạn giữa lấy Kc=1,2, khi tính cho điểm cuối của giai đoạn cuối Kc=0.9. Giá trị U_2 và RH_{min} lấy ở bảng 2. Chiều cao cây lúa h=1m

Thay giá trị U_2 và RH_{min} các tháng tương ứng vào công thức (1.1.4a) ta tính được giá trị Kcg tháng 3 ký hiệu là Kcg(3), Kcg tháng 4 ký hiệu Kcg(4) và Kcc ở tháng 5 ký hiệu là Kcc(5) như sau:

- $Kcg(3) = 1,2 + (0,04(1,92-2)-0,004(72.85-45))(1/3)^{0.3} = 1,12$
- $Kcg(4) = 1,2 + (0,04(2-2)-0,004(71.03-45))(1/3)^{0.3} = 1,13$
- $Kcc(5) = 0.9 + (0,04(2,1-2)-0,004(64,09-45))(1/3)^{0.3} = 0.85$

Khác với cách xác định Kc ở những công thức trước, người ta thường cho mỗi một giai đoạn sinh trưởng có một giá trị Kc. Trong FAO 56 chỉ cho giá trị Kc ở giai đoạn bắt đầu và giai đoạn giữa là hằng số, còn giai đoạn phát triển phải tính từ giá trị giá trị Kc bắt đầu và Kc giữa và giá tri Kc ở giai đoạn cuối tính từ giá trị Kc giữa và Kc ở điểm cuối. Giá trị Kci ở từng ngày trong thời gian sinh trưởng được xác định như sau:

Giai đoạn đầu **Kci** = **Kcđ** (1.1.4b)

Giai đoạn phát triển **Kci** = **Kcđ** + (i - $T_{bđ}$)(**Kcg** - **Kcđ**)/ T_{pt} (1.1.4c)

Giai đoạn giữa **Kci** = **Kcg** (1.1.4d)

Giai đoạn cuối Kci = **Kcg** + ((i – ($T_{bđ}$ +T_{pt}+$T_{gđg}$))(**Kcc** - **Kcg**)/$T_{gđc}$ (1.1.4đ)

Trong đó i : Khoảng thời gian tính toán kể từ lúc bắt đầu cấy đến thời điểm tính

Dùng những công thức trên ta xác định được giá trị Kci từng ngày trong suốt quá trình sinh trưởng của cây trồng. Cộng dồn hệ số Kci từ ngày thứ nhất đến ngày t_s. Dùng các công thức sau tính giá trị $\overline{K}$ci cho từng ngày trong quá trình sinh trưởng toàn khu tưới:

Từ ngày thứ nhất đến ngày thứ tg là :

$\overline{K}$ci = [illegible]/t_g (1.1.4e)

Từ ngày t_g +1 đến ngày t_s:

$\overline{K}$ci = ([illegible] - [illegible])/t_g (1.1.4g)

Từ ngày ts+1 đến ts+tg $\overline{K}$ci = ([illegible] - [illegible])/t_g (1.1.4h)

** Tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng toàn khu tưới*

Lượng bốc thoát hơi mặt ruộng toàn khu tưới cho lúa được xác định theo công thức

ETci = $\overline{K}$ci x EToi (mm) (1.1.5)

Với giá trị EToi ở Bảng 2, dùng công thức (1.1.5) ta tính được ETci cho từng ngày trong thời gian sinh trưởng kết quả xem ở đường e Hình 1.

2.2. Lượng nước hao tạo thành lớp nước mặt ruộng

Thời gian tạo thành lớp nước mặt ruộng t_h =1 ngày, thời gian gieo cấy t_g =10 (ngày), lớp nước a_{min} = 30mm.

Đường nước hao tạo thành lớp nước mặt ruộng $Wa_{min\ i}$ = a_{min}/t_g = 30/10 =3 (mm/ngày).

Quá trình đường nước hao Wa_{min} xem đường a Hình 1.

2.3. Lượng nước bốc hơi mặt nước tự do:

Đường quá trình nước hao bôc hơi mặt nước tự do (W_{etd}) có 3 thời đoạn:

- Từ 1 đến t_n ngày W_{eoi} = e_{oi} i/t_g (mm/ha) (1.3a)

- Từ ngày thứ t_n+1 đến thứ t_g W_{eoi} = e_{oi} t_n/t_g (mm/ha) (1.3b)

- Từ t_g+1 đến t_g+t_h W_{eoi} = e_{oi} (t_n + t_g - i)/t_g (mm/ha) (1.3c)

Dùng các công thức trên ta tính được W_{eoi} từng ngày khi biết cường độ nước hao e_{oi} từng ngày. Trong khu tưới đã cho t_n = 3 ngày, t_g =10 ngày, lượng bốc hơi mặt tự do trung bình tháng hai e_o =2,03 mm thay các giá trị vào công thức trên cho kết quả tính đường nước hao mặt nước tự do xem đường c Hình 1.

2.4. Lượng nước bão hoà tầng đất mặt ruộng

Khi đưa nước vào ruộng một phần lượng nước được ngấm vào tầng đất canh tác làm bão hòa tầng đất mặt ruộng thời gian bão hòa tầng đất mặt ruộng tùy thuộc vào loại đất, độ ẩm ban đầu, chiều dầy tầng đất canh tác, thông thường thời gian bão hòa tầng đất mặt ruộng từ 3 đến 5 ngày, nhỏ hơn thời gian gieo cấy.

Cũng làm tương tự như tính lượng nước bốc thoát hơi mặt ruộng và từ quá trình nước bão hòa tầng đất mặt ruộng toàn khu tưới ta xác định được công thức tính lượng bão hòa tầng đất mặt ruộng ở ba giai đoạn như sau:

- Giai đoạn từ ngày thứ nhất đến ngày t_{bh}:

$W_{bh(i)}$ = [illegible] (mm/ngày) (1.4.1)

- Giai đoạn từ ngày từ t_{bh} +1 đến t_g:

$W_{bh(i)}$ = [illegible] (mm/ngày) (1.4.2)

- Giai đoạn từ t_g +1 đến t_g +t_{bh} :

$W_{bh(i)}$ = [illegible] (mm/ngày) (1.4.3)

Khi biết cường độ ngấm bão hòa tầng đất mặt ruộng theo từng ngày và thời gian bão hòa tầng đất mặt ruộng t_{bh}, thời gian áp dụng công thức trên, xác định được lượng nước hao ngấm bão hòa toàn khu tưới.

Viện sỹ Cốt-chia-cốp đã đưa ra công thức tính cường độ ngấm hút trong giai đoạn ngấm bão hòa tầng đất mặt ruộng như sau:

$K_{bh(t)} = K_1 / t^{\alpha}$ (mm/h) (1.4.4)

Trong đó:

- $K_{bh(i)}$: cường độ ngấm hút ở tại thời gian t
- K_1: cường độ ngấm hút ở đơn vị thời gian thứ nhất
- t : thời gian (giờ, hoặc ngày)
- α : chỉ số ngấm của đất

Tích phân công thức (1.4.4) ở trên ta tìm được công thức tính lượng nước bão hòa trên khu tưới như sau:

Giai đoạn từ ngày thứ nhất đến t_{bh}:

$$W_{bh(i)} = \frac{K_1 (t)^{(1-\alpha)}}{(1-\alpha) t_g}$$ (mm/ngày) (1.4.5)

Giai đoạn từ ngày t_{bh}+1 đến t_g:

$$W_{bh(i)} = \frac{K_1 (t_{bh})^{(1-\alpha)}}{(1-\alpha) t_g}$$ (mm/ngày) (1.4.6)

Giai đoạn từ t_g+1 đến $t_g + t_{bh}$:

$$W_{bh(i)} = \frac{K_1 \left((t_{bh})^{(1-\alpha)} - (t - t_{bh})^{(1-\alpha)} \right)}{(1-\alpha) t_g}$$

(mm/ngày) (1.4.7)

Biết cường độ ngấm hút giai đoạn bão hòa tầng đất mặt ruộng K_1 = 11,5 mm/ngày, α = 0.45, t_{bh} = 3 ngày, t_g= 10 ngày. Dựa vào các công thức trên ta tính được giá trị của $W_{bh(i)}$ kết quả xem đường b Hình 1.

2.5. Lượng nước hao do ngấm ổn định:

Tiếp sau quá trình ngấm bão hoà tầng đất mặt ruộng là quá trình ngấm ổn định. Cường độ ngấm ổn định hiện nay thường được lấy bằng hằng số cho tất cả các quá trình sinh trưởng của cây lúa. Tuy nhiên, trên thực tế cường độ ngấm ổn định thường thay đổi do quá trình biến đổi mực nước trên ruộng khi áp dụng phương pháp tưới tiết kiệm có giai đoạn tháo cạn ruộng do đó ta cần phải xác định các công thức tính lượng nước hao do ngấm ổn định cho từng giai đoạn khi cường độ ngấm thay đổi. Tương tự như phần tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng ta tính lượng ngấm ổn định cho từng thửa ruộng trong suốt quá trình diễn ra quá trình hao nước. Sau đó cộng tương ứng cùng thời gian và ta được đường lượng nước hao do ngấm ổn định trên toàn khu tưới.

- Từ t_{bh}+1 đến $t_{bh} + t_g$:

$$W_{ôđ(i)} = \frac{\sum_1^i K_{ôđ(i)}}{t_g}$$ (mm/ha) (1.5.1)

- Từ $t_{bh}+t_g$+1 đến $t_{bh}+t_s$: $W_{ôđ(i)}$

$$= \frac{\sum_{i-t_g}^{i} K_{ôđ(i)}}{t_g}$$ (mm /ha) (1.5.2)

- Từ $t_{bh}+t_s$+1 đến $t_{bh}+t_s+t_g$: $W_{ôđ(i)}$

$$\frac{\sum_{i-t_g}^{i} K_{ôđ(i)}}{t_g}$$ (mm/ha) (1.5.3)

Cách tính $W_{ôđ(i)}$ cũng tương tự như cách tính $\bar{K}$ci đã giới thiệu ở phần trên. Tuy nhiên với $K_{ôđ(i)}$ là hằng số ta có quá trình trình ngấm ổn định ở ba giai đoạn như sau:

- Từ t_{bh}+1 đến $t_{bh}+t_g$: $W_{ôđ(i)} = (i-t_{bh}) \times K_{ôđ(i)} / t_g$ (mm/ha) (1.5.4)
- Từ $t_{bh}+t_g$+1 đến $t_{bh}+t_s$: $W_{ôđ}$ i = $K_{ôđ(i)}$ (mm /ha) (1.5.5)
- Từ $t_{bh}+t_s$+1 đến $t_{bh}+t_s+t_g$: $W_{ôđ}$ i = $K_{ôđ(i)} \times (t_{bh}+t_s+t_g-i)/t_g$ (mm/ha) (1.5.6)

Với $K_{ôđ(i)}$= 1,5 mm/ngày tg=10 ngày, t_{bh}= 3 ngày, ts = 100 ngày, thời gian tháo nước trước khi thu hoạch là 10 ngày ta thay ts=100-10 =90 ngày vào các công thức trên để tinh lượng nước hao do ngấm ổn định kết quả tính toán xem đường d Hình 1.

2.6. Tính lượng nước hao tổng cộng toàn khu tưới

Đường nước hao tổng cộng bằng tổng tương ứng cùng thời gian các đường nước hao thành phần như đường nước hao tạo thành lớp nước mặt ruộng, ngấm bão hòa tầng đất mặt ruộng, ngấm ổn định, bốc hơi mặt nước tự do, bốc thoát hơi mặt ruộng. Kết quả tính toán lượng nước hao tổng cộng xem đường f Hình 1.

2.7. Tính toán lượng mưa

Lượng nước mưa tính toán là lượng nước mưa rơi trên các thửa ruộng diễn ra quá trình hao nước được xác định như sau:

Thời gian từ ngày thứ nhất đến ngày t_g:

$Ptt_i = i \times P_i / t_g$ (mm/ngày) (1.7.1)

Thời gian từ t_g+1 đến đến $t_n + t_s$:

$Ptt_i = P_i$ (mm/ngày) (1.7.2)

Thời gian từ t_n+t_s+1 đến $t_n+t_s+t_g$:

$Ptt_i = P_i(t_n+t_s+t_g - i)/t_g$ (mm/ngày) (1.7.3)

Trong đó :

- Ptt_i: lượng mưa tính toán ở ngày thứ i (mm/ngày)
- Pi: lượng mưa ở ngày thứ i (mm/ngày)
- i: thời gian (ngày). Từ ngày đầu tiên đưa nước vào ruộng đến ngày xảy ra trận mưa.

Từ tài liệu khí tượng của trạm ta có lượng mưa P_i.

Dựa vào các công thức trên tính được Ptt_i kết quả xem ở Hình 2.

2.8. Tính toán hệ số tưới

Để tính hệ số tưới ta cần tính giới hạn mực nước a_{min}, a_{max}, a_{gh}

Các đường giới hạn mực nước trên ruộng ở từng giai đoạn như sau:

- Giai đoạn từ ngày 1 đến ngày 10:

$a_{mini} = i \times 3$ (mm), $a_{maxi} = i \times 5$ (mm), $a_{ghi} = i \times 9$ (mm)

- Giai đoạn từ ngày 11 đến ngày 90:

$a_{mini} = 30$ (mm), $a_{maxi} = 50$ (mm), $a_{ghi} = 90$ (mm)

- Giai đoạn từ ngày 81 đến ngày 100:

$a_{mini} = 30 - (i-90) \times 3$ (mm)

$a_{maxi} = 50 - (i-90) \times 5$ (mm)

$a_{ghi} = 90 - (i-90) \times 9$ (mm)

Kết quả tính toán a_{mini}, a_{maxi}, a_{ghi} xem hình 2.

Lượng nước tưới m_i được xác định phối hợp với lớp nước trên ruộng a_{min}, a_{max}, a_{gh} và theo công thức sau:

$H_{ri} = H_{r(i-1)} + P_{tti} - W_{haoi} + m_i - P_{xả}$ (mm/ngày) (1.8.1)

Trong đó:

- H_{ri}: lớp nước trên ruộng ở ngày thứ i (mm/ngày)
- $H_{r(i-1)}$: lớp nước trên ruộng ở ngày i-1 (ngày)
- m_i: lượng nước tưới ở ngày thứ i (mm/ngày)
- P_{xa}: lượng nước xả (mm/ngày)

Khi mực nước trên ruộng vượt quá lớp nước a_{gh} thì ta xả nước đưa mực nước trên ruộng về a_{gh} (mm/ngày)

Hệ số tưới được xác định theo công thức:

$q_i = m_i/8,64$ (l/s.ha) (1.8.2)

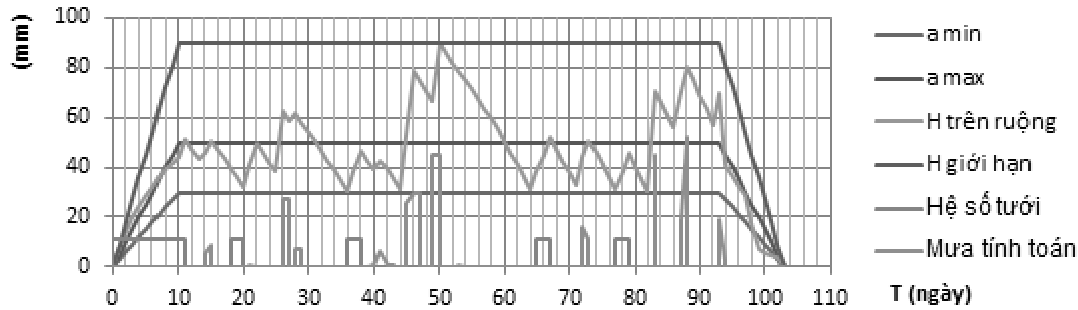
Trong đó:

- q_i : hệ số tưới (l/s.ha)
- m_i: mức tưới mỗi ngày (mm/ngày)

Cần chú ý rằng ngày đầu tiên nếu ta tưới bằng W_{hao1} thì mực nước trên ruộng bằng mực nước a_{mini} vì lượng nước hao này đã tính lượng nước tạo thành lớp nước mặt ruộng. Để tiện tính toán ta lấy $H_{r(0)} = a_{min}/t_g$.

Dùng công thức (1.8.1) giả thiết m_i để tính ra H_{ri}. So sánh H_{ri} với mực nước trên ruộng a_{min}, a_{max}, a_{gh} Mực nước trên ruộng H_{ri} không được thấp hơn a_{mini}.

Khi $H_{ri} < a_{mini}$ thì phải tưới để mực nước trên ruộng lớn hơn a_{mini}, khi tưới không nên để mực nước trên ruộng H_{ri} vượt quá a_{maxi}. Khi gặp mưa lớn mực nước trên ruộng lớn hơn lớp nước a_{ghi} thì xả về bằng a_{ghi}. Trong trường hợp cần tháo cạn thì ta phải tháo nước trở về mực nước cho phép. Kết quả tính toán m_i và mực nước $H_{ri,}$ diễn biến mực nước trên ruộng và hệ số tưới xem Hình 2.



Hình 2. Diễn biến dường mực nước trên ruộng và biểu đồ hệ số tưới

III. KẾT LUẬN

Các công thức tính hệ số sinh lý cây trồng trung bình khu tưới giúp cho việc tính toán lượng bốc thoát hơi mặt ruộng nhanh chóng. Các công thức trên được tính với thời gian là ngày nên có thể ứng dụng tính với bất kỳ công thức tính lượng bốc thoát hơi mặt ruộng nào chỉ cần xác định được giá trị Kci trong quá trình sinh trưởng.

Các công thức tính lượng nước hao được xây dựng trên quan điểm tưới tuần tự, thời gian tính toán là ngày nên đáp ứng được các trường hợp xảy ra trong thực tế.

Phương pháp giải tích tính hệ số tưới cho lúa đã nhanh chóng hơn so với phương pháp đồ giải nhưng muốn được sử dụng rộng rãi cần xây dựng một phần mền tính toán hệ số tưới cho các loại cây trồng phù hợp với các hình thức tưới.

Qua hình vẽ lượng nước hao bốc thoát hơi mặt ruộng thấy lượng nước hao này gần như bằng nhau trong một tháng do ta tính lượng bốc hơi tham chiếu trung bình tháng. Muốn phản ánh đúng được các đợt nắng nóng hay gió Lào ở miền Trung cần phải tính lượng bốc hơi tham chiếu theo ngày.

Qua những tài liệu tính tưới của các dự án hiện nay thường không có tài liệu thí nghiệm về cơ lý của đất, độ ẩm đồng ruộng trước lúc tưới, cường độ ngấm bão hòa, thời gian bão hòa tầng đất mặt ruộng của vùng nghiên cứu mà thường lấy theo hướng dẫn trong tính toán của Cropwat. Nên kết quả tính ít phù hợp với thực tế. Theo chúng tôi cần xây dựng lại quy chuẩn tính toán hệ số tưới cho cây trồng (cho lúa và cây trồng cạn) và có những quy định cụ thể về tài liệu dùng trong tính toán hệ số tưới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Fao irrigation and drainage paper No33

[2] FAO Irrigation and drainage paper No56 Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements.

[3] CROPWAT 8.0 Example.pdf. (Example of the use cropwat 8.0)

[4] Giáo trình quy hoạch và thiết kế hệ thống thủy lợi tập 1 (Hà Nội – 2006)