ĐƠN GIẢN HÓA CÔNG THỨC TÍNH CƯỜNG ĐỘ MƯA - THỜI GIAN - TẦN SUẤT TẠI MỘT SỐ THÀNH PHỐ Ở VIỆT NAM

TS. **Lương Tuấn Anh**, KS. **Nguyễn Thanh Thủy**
Trung tâm Nghiên cứu Thủy văn và Tài nguyên nước
Viện Khoa học Khí tượng Thuỷ văn và Môi trường

Bài báo trình bày một cách đơn giản hóa công thức tính cường độ mưa-thời gian-tần suất của Wenzel và cách xác định các hệ số của công thức đối với một số thành phố ở Việt Nam. Công thức tính được đề xuất đã được áp dụng trong nghiên cứu qui hoạch, thiết kế hệ thống thoát nước và cải thiện môi trường một số thành phố ở Việt Nam.

1. Mở đầu

Trong các bài toán thuộc lĩnh vực khí tượng- thủy văn ứng dụng như tính toán các đặc trưng khí tượng thủy văn phục vụ quy hoạch, thiết kế hệ thống thoát nước đô thị, khu công nghiệp, cảng hành không, các công trình dân dụng khác,..., bước khởi đầu quan trọng là đánh giá khả năng xảy ra các trận mưa với cường độ khác nhau, đồng thời quan hệ cường độ mưa- thời gian- tần suất (IDF) thường được nghiên cứu và sử dụng. Quan hệ IDF (Intensity-Duration-Frequency) [1], [2] thể hiện mối liên hệ giữa cường độ mưa (mm/h hoặc mm/phút) đo được trong một thời khoảng nhất định và tần suất lặp lại. Quan hệ IDF là một đặc trưng đầu vào quan trọng được sử dụng trong các công thức, mô hình mưa-dòng chảy để xác định lưu lượng nước thiết kế, quá trình lũ thiết kế. Bài báo này sẽ giới thiệu các bước tính và công thức tính IDF đối với một số thành phố ở nước ta.

2. Phương pháp tính toán

a) Tính độ sâu mưa (mm), cường độ mưa ứng với tần suất cho trước

Cường độ mưa là độ sâu mưa trên một đơn vị thời gian (mm/h). Trong tính toán thiết kế thuỷ văn, cường độ mưa trung bình trong thời đoạn T được tính theo công thức:

$$i = \frac{X(T)}{T} \qquad (1)$$

Trong đó: - i là cường độ mưa;
- X(T) là độ sâu mưa trong khoảng thời gian T.

Chuỗi số liệu độ sâu mưa lớn nhất của năm tương ứng với các thời đoạn khác nhau: 10, 20, 30, 60,... 1440 phút được thống kê trong thời kỳ nhiều năm tạo thành các chuỗi số liệu. Từ các chuỗi số liệu này xây dựng các đường cong phân phối xác suất thực nghiệm, sau đó lựa chọn một dạng phân phối xác suất lý thuyết mô tả quy luật phân phối xác suất thực nghiệm trên nguyên tắc thích hợp nhất. Thông thường, đối với các trị số cực trị, ở nhiều các nước khác nhau các đường cong lý thuyết Pearson III, Log-Pearson III hoặc Gumbel hay được sử dụng để nội, ngoại suy các trị số ứng với các tần suất lặp lại: 2, 5, 10,. ... 50, 100 năm.

b) Công thức tính cường độ mưa thiết kế IDF

Các đường cong Cường độ – Thời gian- Tần suất (IDF) thông thường được thể hiện dưới dạng các công thức tính để thuận lợi cho việc sử dụng. Để mô phỏng quy luật triết giảm cường độ mưa theo thời gian ứng với các tần suất, Wenzel (1982) [1] đề nghị sử dụng công thức:

$$i = \frac{c}{T^e + f} \qquad (2)$$

Trong đó: - i là cường độ mưa thiết kế; T là thời gian mưa; c, e, f là các hệ số phụ

Người phản biện: GS.TS. **Nguyễn Trọng Hiệu**

thuộc vào vị trí trạm mưa và thời gian lặp lại (tần suất).

Các hệ số trong công thức (2) được xác định cho các thời kỳ lặp lại khác nhau tại một số địa phương của Hoa Kỳ và được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các hệ số c, e, f trong phương trình (2) tại một số địa phương ở Hoa Kỳ với thời kỳ lặp lại trung bình 10 năm [1]

Địa phương	c	e	f
Atlanta	97,5	0,83	6,88
Chicago	94,9	0,88	9,04
Cleveland	73,7	0,86	8,25
Denver	96,6	0,97	13,90
Houston	97,4	0,77	4,80
Los Angeles	20,3	0,63	2,06
Miami	124,2	0,81	6,19
New York	78,1	0,82	6,57
Santa Fe	62,5	0,89	9,10
St Louis	104,7	0,89	9,44

Để thuận lợi cho việc xác định các hệ số trong công thức tính cường độ mưa- thời gian- tần suất đối với các thành phố, thị xã ở Việt Nam, chúng tôi đề nghị sử dụng công thức gần tương tự công thức Wenzel:

$$i = \frac{c}{(T+1)^e} \qquad (3)$$

Trong đó: - i là cường độ mưa thiết kế tính bằng mm/h; T là thời gian mưa tính bằng phút; c, e là hệ số phụ thuộc vào vị trí trạm đo và tần suất lặp lại.

Công thức (2) và (3) đều thể hiện quy luật triết giảm bậc e của cường độ mưa lớn nhất theo thời gian: thời gian mưa kéo dài, cường độ mưa lớn nhất giảm và ngược lại.

Trong công thức (2), nếu T tiệm cận 0, cường độ mưa sẽ tiệm cận trị số C/f hay cường độ mưa lớn nhất tức thời có thể xảy ra;

Đối với công thức (3), nếu T tiến dần tới 0, cường độ mưa tiến dần đến C.

Dễ nhận thấy rằng hệ số e thể hiện tính phi tuyến của quan hệ cường độ mưa- thời gian- tần suất.

Kết quả tính toán theo công thức (3) đối với một số thành phố ở Việt Nam :

Bảng 2. Độ sâu mưa thiết kế trạm Hải Dương tính theo đường cong Gumbel (mm)

Năm	10	30	60	120	240	480	1440
2	22,0	41,3	61,6	74,0	89,1	102,9	139,6
3	23,9	46,1	69,4	84,7	105,0	120,5	162,6
5	25,8	51,4	78,1	96,5	121,9	140,0	188,2
10	27,9	58,1	89,0	111,4	141,9	164,6	220,3
20	29,8	64,5	99,5	125,6	159,9	188,1	251,1
25	30,3	66,6	102,9	130,1	165,5	195,6	260,9

Năm	10	30	60	120	240	480	1440
30	30,8	68,2	105,6	133,8	169,9	201,7	268,9
40	31,4	70,9	109,8	139,6	176,8	211,2	281,4
50	32,0	72,9	113,1	144,1	182,0	218,6	291,0
100	33,5	79,1	123,3	157,9	197,8	241,5	320,9

Đường cong IDF được xác định dựa trên cơ sở quan hệ DDF. Đối với Hải Dương quan hệ IDF được thể hiện ở bảng 5.

Đối với các thành phố khác quy trình tính được thực hiện với các bước tương tự như đối với Hải Dương.

Bảng 3. Độ sâu mưa thiết kế trạm Hải Dương tính theo đường cong Pearson III (mm)

Năm	10	30	60	120	240	480	1440
2	0,9	-3,5	-1,3	5,0	6,6	0,8	-1,8
3	1,3	-1,7	-0,9	3,2	6,7	-0,3	-1,8
5	0,8	1,4	0,3	-0,1	4,7	-1,4	-1,0
10	0,0	6,0	2,1	-4,3	0,9	-2,1	0,6
20	-0,7	11,0	4,2	-7,9	-2,9	-2,4	2,5
25	-1,0	12,9	5,0	-9,0	-4,1	-2,4	11,0
30	-1,0	14,0	5,6	-9,8	-5,0	-2,4	3,7
40	-1,6	16,4	6,5	-10,9	-6,5	-2,4	4,5
50	-1,5	18,2	7,2	-11,8	-7,6	-2,4	5,2
100	-2,3	23,2	9,4	-14,2	-10,7	-2,2	7,2

Bảng 5. Toạ độ đường cong Cường độ - Thời gian - Tần suất trạm Hải Dương tính theo đường cong phân phối Gumbel (mm/h)

Năm	10	30	60	120	240	480	1440
2	132	82,6	61,6	37	22,3	12,9	5,8
3	143,4	92,2	69,4	42,4	26,3	15,1	6,8
5	154,8	102,8	78,1	48,3	30,5	17,5	7,8
10	167,4	116,2	89	55,7	35,5	20,6	9,2
20	178,8	129	99,5	62,8	40	23,5	10,5
25	181,8	133,2	102,9	65,1	41,4	24,5	10,9
30	184,8	136,4	105,6	66,9	42,5	25,2	11,2
40	188,4	141,8	109,8	69,8	44,2	26,4	11,7
50	192	145,8	113,1	72,1	45,5	27,3	12,1
100	201	158,2	123,3	79	49,5	30,2	13,4

c) Các thông số của công thức (3) đối với một số thành phố ở Việt Nam

Dựa trên cơ sở các số liệu tính toán được, các thông số của công thức (3) được xác định theo các phương pháp khác nhau dựa trên nguyên tắc sai số nhỏ nhất. Kết quả tính toán các thông số của các đường cong IDF đối với các trạm Hải Dương, Vinh, Đồng Hới, Đà Nẵng, Vũng Tàu được thể hiện ở các bảng 6, 7, 8, 9 và 10.

Bảng 6. Các hệ số c, e và hệ số tương quan giữa số liệu và công thức tính IDF trạm Hải Dương

STT	Tần suất lặp lại (năm)	c	e	R^2
1	2	769,0	0,6554	0,9867
2	3	812,2	0,6394	0,9844
3	5	857,3	0,6245	0,9815
4	10	910,0	0,6088	0,9775
5	20	960,0	0,5966	0,9738
6	50	1021,2	0,5831	0,9687
7	100	1063,5	0,5742	0,9646

Bảng 7. Các hệ số c, e và hệ số tương quan giữa số liệu và công thức tính IDF trạm Vinh

STT	Tần suất lặp lại (năm)	c	e	R^2
1	2	531,8	0,552	0,973
3	5	671,0	0,540	0,970
4	10	762,9	0,525	0,969
5	20	855,2	0,531	0,968
6	50	969,4	0,528	0,967
7	100	1054,7	0,525	0,966

Bảng 8. Các hệ số c, e và hệ số tương quan R2 giữa số liệu và công thức tính trạm Khí tượng Đồng Hới, Quảng Trị

STT	Tần suất lặp lại (năm)	c	c	R^2
1	2	370,89	0,4944	0,9862
2	3	425,97	0,4832	0,9882
3	5	484,75	0,4734	0,9889
4	10	559,54	0,4647	0,9896
5	25	655,94	0,4575	0,9902
6	50	727,36	0,4536	0,9904
7	100	798,31	0,4504	0,9906

Bảng 9. Các hệ số c, e và hệ số tương quan R2 giữa số liệu và công thức tính trạm Đà Nẵng

STT	Tần suất lặp lại (năm)	c	e	R^2
1	2	407,49	0,5087	0,9922
2	3	440,36	0,4978	0,9920
3	5	481,89	0,4902	0,9918
4	10	537,09	0,4843	0,9915
5	20	590,69	0,4805	0,9910
6	25	606,80	0,4793	0,9906
7	50	661,61	0,4774	0,9902
8	100	715,18	0,4759	0,9894

Bảng 10. Các hệ số c, e và hệ số tương quan giữa số liệu và công thức tính trạm Vũng Tàu

STT	Tần suất lặp lại (năm)	c	e	R^2
1	2	911,7	0,7099	0,9851
2	3	959,5	0,6929	0,9827
3	5	1014,4	0,6773	0,9805
4	10	1092,7	0,6637	0,9776
5	20	1168,1	0,6530	0,9750
6	50	1265,5	0,6471	0,9724
7	100	1345,7	0,6358	0,9707

Như vậy, kết quả tính hệ số c và e được trình bày ở các bảng trên có thể được sử dụng để tính toán cường độ mưa thiết kế tương ứng với thời gian tập trung dòng chảy cho trước phục vụ quy hoạch, thiết kế các công trình thoát nước và cải thiện môi trường đối với các khu đô thị, khu công nghiệp, công trình phát triển dân sinh, kinh tế ở các địa phương kể trên. Việc xây dựng các công thức tính IDF như vậy đối với các địa phương ở Việt Nam là cần thiết, tương tự như đã được thực hiện đối với các địa phương khác trong khu vực Đông Nam Á và ở các nơi khác trên thế giới.

Nhận xét vàkiến nghị

- Công thức (3) có ít thông số hơn công thức (2) và các thông số này dễ xác định hơn, dễ áp dụng trong thực tế hơn;

- Hệ số e có trị số nhỏ hơn 1, kết quả tính ban đầu cho thấy tại các trạm Hải Dương, Vũng Tàu e có trị số lớn hơn so với Vinh, Đồng Hới, Đà Nẵng. Trị số e giảm theo chiều tăng của số năm lặp lại;

- Hệ số c có chiều hướng đồng biến với e, hệ số c trị số lớn đối với các vị trí khi khi hệ số e có trị số lớn và tại mỗi vị trị số c tăng theo chiều tăng của tần suất lặp lại;

- Quan hệ giữa đường cong lý thuyết và thực nghiệm là khá chặt chẽ, hệ số tương quan đều lớn hơn 0.95 và có xu thế giảm theo chiều tăng của tần suất;

- Kết quả tính được đề xuất đã được áp dụng trong nghiên cứu qui hoạch, thiết kế hệ thống thoát nước và cải thiện môi trường một số thành phố ở nước ta.

- Tuy vậy, việc nghiên cứu về đường cong IDF và công thức tính dòng chảy thiết kế ở các thành phố thuộc các vùng, khu vực khác nhau ở nước ta cần được tiến hành một cách có hệ thống và đồng bộ để có thể đưa ra một số quy luật, xu thế biến đổi các đặc trưng mưa thời đoạn theo không gian nhằm phục vụ một cách có hiệu quả công tác quy hoạch, thiết kế các công trình phục vụ phát triển dân sinh - kinh tế.

Tài liệu tham khảo

1. *Chow V.T, Maidment D.R., Mays L.W. (1988) : Applied Hydrology. Mc Graw-Hill Book.*
2. *Maidment D.R. Editor in Chief 91993): Hand book of Hydrology. Mc Graw- Hill Book.*