

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP THOMAS-FIERING ĐỂ Kéo DÀI CHUỖI SỐ LIỆU LƯU LƯỢNG NƯỚC

TRẦN THUC,

TRẦN BÍCH NGÀ

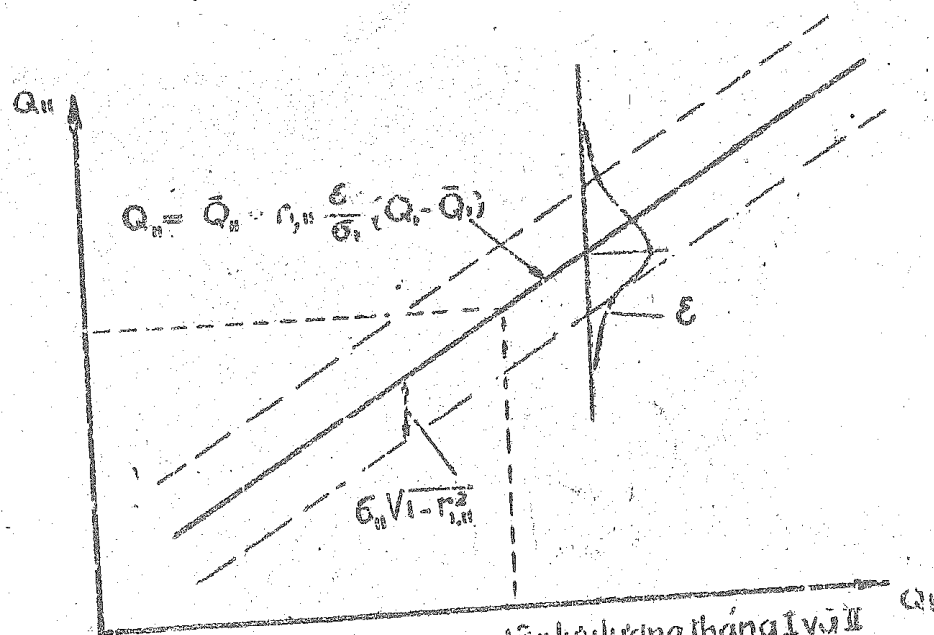
Viện Khí tượng Thủy văn

Trong việc tính toán thủy văn trên sông Đ, chúng tôi gặp phải vấn đề là liệt tài liệu lưu lượng hiện có còn quá ngắn, chỉ có 9 năm số liệu, không bảo đảm cho việc tính toán tần suất phục vụ công trình lấy nước trên sông. Việc bổ sung tài liệu gặp nhiều khó khăn, vì địa điểm tính toán tại H trên sông Đ nằm trong vùng ảnh hưởng triều, nên không thể kéo dài tài liệu lưu lượng theo mực nước và cũng không có trạm kế cận có tài liệu đủ dài để lập tương quan. Hơn nữa, 9 năm số liệu của trạm là không liên tục, do đó cũng không thể dùng phương pháp Monte Carlo dưới dạng quá trình Markov để tính toán. Phương pháp có nhiều khả năng áp dụng là phương pháp Thomas - Fiering.

I - CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP

Thomas và Fiering (1962) đã xây dựng mô hình nhằm tính toán kéo dài tài liệu dòng chảy tháng. Theo phương pháp này, tài liệu của năm quan trắc được chia ra thành 12 liệt, mỗi tháng thành một liệt. Xác định hàm phân phối xác suất của mỗi liệt và bằng cách tạo các số ngẫu nhiên phân bố đều: trong khoảng $[0,1]$, chuyển phân phối này sang hàm phân phối xác suất của đối số nghiên cứu để xác định lần lượt các giá trị lưu lượng bình quân tháng là một hàm hồi qui của tháng trước nó. Dùng 12 phương trình hồi qui đơn, và coi dòng chảy của tháng sau chỉ do ảnh hưởng của dòng chảy tháng trước nó. Điều này gây bởi ảnh hưởng của sự trữ nước trong sông, cũng như độ ẩm trong đất và nước ngầm.

Đối với mỗi tháng cần xác định quan hệ hồi qui với tháng trước nó (hình 1).



H.1 Quan hệ tương quan giữa lưu lượng tháng I và II

Phương trình hồi qui tuyến tính có dạng:

$$Q_i = Q_{i/i-1} + \varepsilon.$$

trong đó:

$\bar{Q}_{i/i-1}$: là một giá trị bình quân có điều kiện của lưu lượng tháng thứ i khi Q_{i-1} đã xuất hiện.

$$\bar{Q}_{i/i-1} = \bar{Q}_i + r \frac{\delta_i}{\delta_{i-1}} (Q_{i-1} - \bar{Q}_{i-1})$$

ε : khoảng lệch quanh giá trị trung bình có điều kiện $Q_{i/i-1}$. Nó biểu thị sai số tiêu chuẩn trong việc xác định Q_i . ε là thành phần ngẫu nhiên của mô hình mà phương trình hồi qui không biểu hiện được, nó có phân phối chuẩn và độc lập theo thời gian cũng như đối với biến Q . Tuy nhiên theo Raudkivi và Lawgun (1972) thì các phân phối khác như phân phối loga chuẩn, phân phối Pearson III cũng có thể dùng được.

$$\varepsilon = \delta_{i/i-1} \cdot tp = tp \cdot \delta_i \sqrt{1 - r_{i, i-1}^2}$$

Q_i : lưu lượng nước của tháng thứ i

Q_{i-1} : lưu lượng của tháng thứ $i-1$.

$r_{i, i-1}$: hệ số tương quan giữa lưu lượng tháng thứ i và thứ $i-1$.

δ_i : sai số quân phương của lưu lượng tháng thứ i

δ_{i-1} : sai số quân phương của lưu lượng tháng thứ $i-1$.

tp : khoảng lệch tung độ của hàm phân phối xác suất chuẩn.

Vậy:

$$Q_i = \bar{Q}_i + r_{i, i-1} \frac{\delta_i}{\delta_{i-1}} (Q_{i-1} - \bar{Q}_{i-1}) + tp \cdot \delta_i \sqrt{1 - r_{i, i-1}^2}$$

Trong tính toán kéo dài tài liệu theo mô hình của Thomas — Fiering, cần phải xác định 36 thông số, gồm 12 giá trị bình quân tháng ($\bar{Q}_i$), 12 giá trị sai số quân phương (δ_i) và 12 hệ số tương quan ($r_{i, i-1}$).

II — ÁP DỤNG ĐỂ TÍNH TOÁN KÉO DÀI TÀI LIỆU LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN THÁNG TRẠM H SÔNG Đ

Tài liệu lưu lượng bình quân tháng trạm H, sông Đ, thực có 9 năm và được sắp xếp theo từng tháng (bảng 1), các thông số thống kê như trị số bình quân, sai số quân phương, hệ số tương quan đã được tính toán. Tương quan giữa lưu lượng tháng XII và lưu lượng tháng I vẫn được tính có bước trượt bằng 1 tháng (có nghĩa là tính tương quan giữa lưu lượng tháng XII năm trước với lưu lượng tháng I năm sau). (xem bảng 1)

Các phương trình hồi qui là:

$$\begin{aligned}
 Q_I &= 107 + 0,346 Q_{XII} + 47,5 \text{ tp} \\
 Q_{II} &= -12 + 0,832 Q_I + 48,5 \text{ tp} \\
 Q_{III} &= -71 + 1,29 Q_{II} + 62,4 \text{ tp} \\
 Q_{IV} &= 118 + 0,633 Q_{III} + 23,4 \text{ tp} \\
 Q_V &= 198 + 0,218 Q_{IV} + 41,7 \text{ tp} \\
 Q_{VI} &= 80,2 + 1,48 Q_V + 159 \text{ tp} \\
 Q_{VII} &= 710 + 0,206 Q_{VI} + 138 \text{ tp} \\
 Q_{VIII} &= 323 + 0,892 Q_{VII} + 273 \text{ tp} \\
 Q_{IX} &= 765 + 0,167 Q_{VIII} + 378 \text{ tp} \\
 Q_X &= 618 + 0,314 Q_{IX} + 228 \text{ tp} \\
 Q_{XI} &= 377 + 0,107 Q_X + 132 \text{ tp} \\
 Q_{XII} &= 1,58 + 0,646 Q_{XI} + 82,4 \text{ tp}
 \end{aligned}$$

Bảng 1: Tài liệu lưu lượng bình quân tháng trạm H sông Đ

Năm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Bình quân năm
1969	233	144	82,3	173	263	377	794	937	1880	1240	519	302	590
1970	256	174	172	228	246	472	739	1087	1140	1420	568	414	576
1971	251	219	121	196	303	375	859	670	789	840	307	283	434
1972	201	65	96	135	200	356	864	1065	1720	979	358	300	528
73	179	126	40	166	153	266	793	805	1260	1190	363	179	459
1975	189	177	157	222	256	762	725	810	792	900	473	186	471
1977	363	303	410	381	256	354	679	799	1040	589	450	329	496
1981	229	220	177	227	253	702	680	1650	1020	994	589	269	584
1982	193	211	216	267	282	582	1140	1580	1640	864	735	575	691
t.b	233	182	164	222	246	472	808	1040	1250	1010	485	315	536
σ	56,2	67,4	107	71,7	44,5	172	143	301	403	261	135	120	81,4
T _{i,i-1}	0,57	0,69	0,81	0,94	0,95	0,98	0,25	0,42	0,35	0,48	0,20	0,73	

Việc tính toán kéo dài được thực hiện như sau:

Để tính lưu lượng cho tháng I của năm đầu tiên, ta dùng lưu lượng tháng XII của năm cuối cùng của liệt tài liệu thực có (lưu lượng của tháng XII năm 1982, $Q_{XII} = 575 \text{ m}^3/\text{s}$). Dùng thủ thuật tạo số ngẫu nhiên trên máy tính ta được số $P = 53,5$ dùng số này tra trong bảng phân phối xác suất chuẩn, được $\text{tp} = -0,088$. Thay các giá trị Q_{XII} và tp vào phương trình (1), tính ra được lưu lượng tháng I của năm đầu tiên là:

$$Q_I = 107 + 0,346 \cdot 575 + 47,5 (-0,088) = 302 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Việc tính toán được thực hiện tương tự như trên, bằng cách tạo các số ngẫu nhiên, thay vào phương trình (1), tính được lưu lượng bình quân tháng cho 31 năm (kết quả quá nhiều không nêu ở đây). Từ các lưu lượng bình quân tháng tính ra lưu lượng bình quân năm, cộng với 9 năm hiện có hành 40 năm tài liệu, dùng để tính tần suất.

Bảng 2: Tài liệu lưu lượng bình quân nam trạm II, sông Đ,
sau khi đã kéo dài

TT	$\bar{Q}$ năm	TT	$\bar{Q}$ năm	TT	$\bar{Q}$ năm	TT	$\bar{Q}$ năm
1	590	11	558	21	491	31	581
2	576	12	448	22	494	32	633
3	434	13	467	23	530	33	609
4	528	14	529	24	583	34	712
5	459	15	478	25	543	35	571
6	471	16	612	26	450	36	582
7	496	17	536	27	484	37	659
8	584	18	486	28	630	38	544
9	691	19	559	29	505	39	644
10	516	20	453	30	618	40	659

Đem so sánh các thông số thống kê của tài liệu đã được kéo dài, ta thấy trị số bình quân hầu như không đổi.

$$\bar{Q}_9 \text{ năm} = 536 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\bar{Q}_{40 \text{ năm}} = 551 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta \bar{Q} \% = 3 \%$$

trị số δ -giảm

$$\delta_9 \text{ năm} = 81,4$$

$$\delta_{40 \text{ năm}} = 73,9$$

$$\Delta \delta \% = 9 \%$$

Chuỗi tài liệu dài nên tính đại biểu được nâng cao. việc xác định lưu lượng ở khoảng tần suất bé và lớn có độ tin cậy cao hơn. Tài liệu đã kéo dài vẫn giữ được tính chất của liệt tài liệu cũ, do đó dùng phương pháp Thomas-Fiering kéo dài tài liệu lưu lượng tháng để tính tần suất là hợp lý.

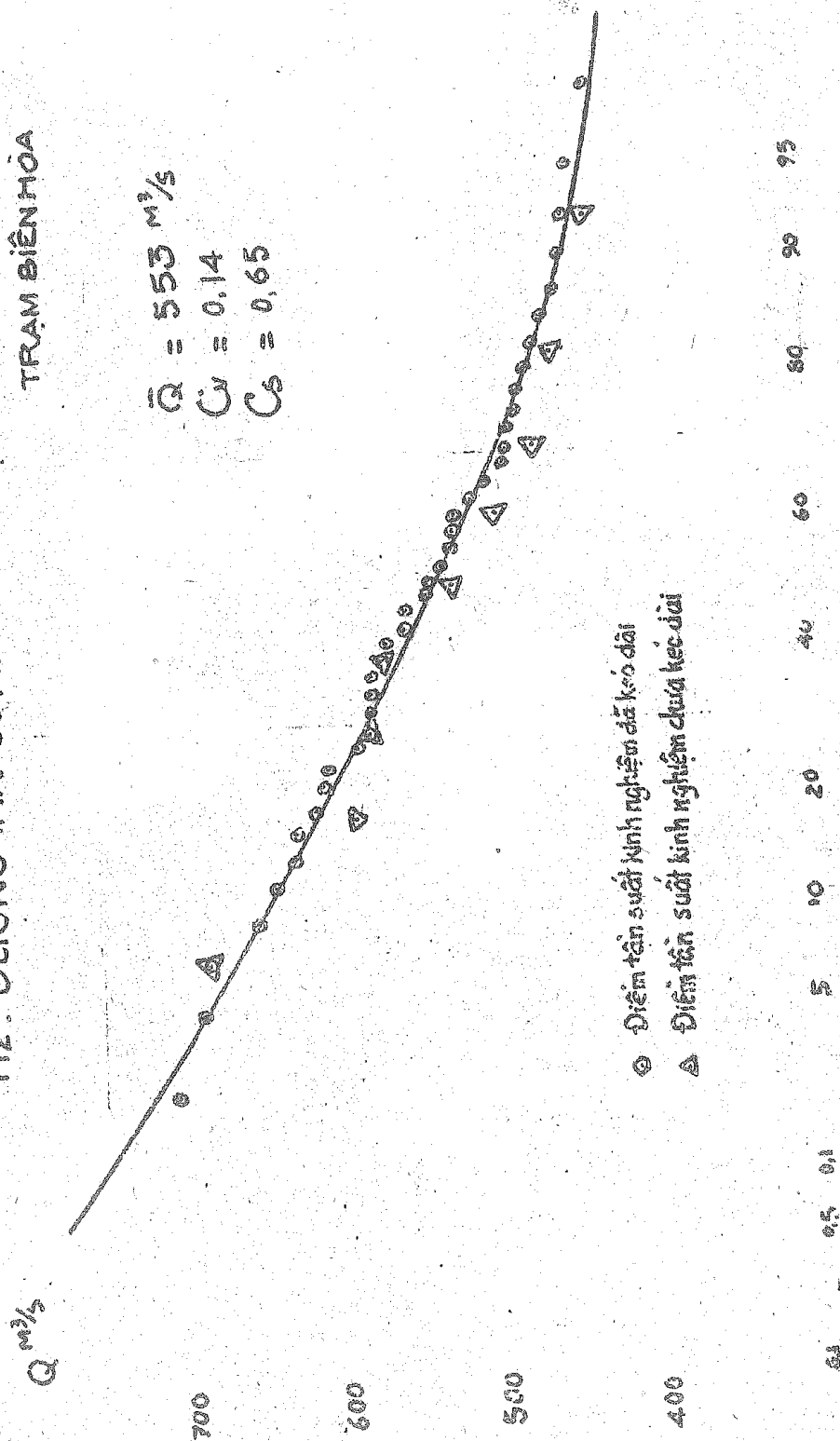
Bằng cách áp dụng xích Markov, ta còn có thể dùng phương pháp Thomas-Fiering nói riêng và phương pháp Monte-Carlo nói chung để tính toán kéo dài tài liệu khí tượng thủy văn cho những thời đoạn tính toán khác như một năm, một ngày hoặc nhỏ hơn nữa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. X.M ERMARKOV. Phương pháp Monte-Carlo và các vấn đề liên quan NXB khoa học kỹ thuật, năm 1977
2. ARVEDJ. RAVDKOVI — Hydrology, an advance introduction to hydrological processes and modelling — Pergamon Press — 1979.
3. Trần Tuấn Điệp — Lý Hoàng Tú. Lý thuyết xác suất và thống kê toán học NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, 1979.

H2. ĐƯỜNG TẦN SUẤT LƯU LƯỢNG BÌNH QUÂN NĂM TRẠM BIÊN HÒA

$$\begin{aligned}\bar{Q} &= 553 \text{ m}^3/\text{s} \\ C_v &= 0.14 \\ C_s &= 0.65\end{aligned}$$



- Điểm tần suất hình nghiệm đã kéo dài
- △ Điểm tần suất hình nghiệm chưa kéo dài