

TÍNH TOÁN CÁC ĐẶC TRƯNG MƯA TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH PHỤC VỤ CÔNG TÁC CHỐNG NGẬP

CN. **Hồ Bảo Linh** - Viện Khoa học và Công nghệ Tính toán Tp. HCM,

PGS.TS. **Nguyễn Kỳ Phùng** - Phân Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Bài báo mô tả việc xây dựng mô hình tính toán các đặc trưng mưa trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh, đánh giá diễn biến mưa trên khu vực nghiên cứu. Từ đó đưa ra được những kết luận đúng đắn về diễn biến cũng như các thời kỳ xuất hiện của mưa để có những biện pháp phòng

tránh hiệu quả.

1. Đặt vấn đề

Nguyên nhân khách quan dẫn đến hiện tượng ngập nước của thành phố Hồ Chí Minh là do địa hình phần lớn có cao độ thấp, trên 70% diện tích đất tự nhiên nằm trong vùng ngập triều, bán ngập triều. Sự kết hợp giữa triều và mưa là một trong những nguyên nhân chính dẫn đến hiện tượng ngập lụt ở thành phố. Tình hình ngập sẽ diễn ra trên diện rộng trong trường hợp mưa (giữa tháng 6 đến nửa đầu tháng 10) trùng với đỉnh triều hàng ngày diễn ra vào buổi chiều và vào thời kỳ triều cường trong tháng. Trong vòng 50 năm nay, lượng mưa cũng có khuynh hướng gia tăng. Cường độ mưa hàng năm cũng đang có xu thế tăng dần, đó là một trong những nguyên nhân gây ra ngập lụt. Bên cạnh đó, hệ thống cống thoát nước lâu năm đã quá cũ, còn thiếu về mật độ và về tiết diện, hư hỏng nhiều ở khu vực hệ thống cống vòm cũ cũng gây ảnh hưởng đến việc ngập lụt ở thành phố.

Bên cạnh những nguyên nhân khách quan, vấn đề ngập lụt ở thành phố Hồ Chí Minh còn do nhiều nguyên nhân chủ quan như: ảnh hưởng của quá trình đô thị hoá, công tác quản lý yếu kém, ý thức của người dân chưa tốt và các giải pháp được thực hiện chưa hiệu quả.

Để giải quyết những vấn đề ngập lụt do mưa, một số nhà khoa học đã đưa ra những phương pháp tính toán để áp dụng trong việc tính toán lượng mưa. Và bài viết này tập trung xây dựng phần mềm tự động hóa việc tính toán các đặc trưng mưa.

2. Xây dựng phần mềm tính toán các đặc trưng mưa

a. Cơ sở dữ liệu tính toán

Sử dụng số liệu mưa thời đoạn (15', 30', 45',...)

trong các năm từ 1952 đến 2001 của trạm Tân Sơn Hòa và số liệu mưa ngày từ năm 1978 đến năm 2001 của các trạm trong và lân cận TPHCM

b. Các đặc trưng tính toán: chương trình được thiết kế để tính toán các đặc trưng sau

1) Xác định lượng mưa điểm thiết kế ứng với chu kỳ lặp lại khác nhau

Để nghiên cứu các biến cố thủy văn cực đoan, người ta cần chọn ra một dãy các giá trị cực hạn từ các tập số liệu đo đạc của biến đang xét.

Đối với phân bố giá trị cực hạn loại I (EVI) ta có hàm phân bố xác suất là:

$$F(x) = \exp[-\exp(-\frac{x-u}{\alpha})] \quad -\infty \leq x \leq +\infty \quad (1)$$

Trong đó: lượng mưa trung bình của các năm với mỗi thời đoạn mưa: T_D :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Độ lệch chuẩn:

$$S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}S}{\pi} \quad (4)$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\alpha \quad (5)$$

Tham số u là số đồng của phân bố (điểm tại đó có mật độ xác suất lớn nhất).

Nếu đặt :

$$y = \frac{x-u}{\alpha} \quad (6)$$

$$\rightarrow y_T = -\ln[\ln(\frac{T}{T-1})] \quad (7)$$

Người phản biện: **Đặng Ngọc Tinh**

Trong đó T: chu kỳ (năm) lặp lại .

Đối với phân bố cực hạn loại I, x_T liên hệ với y_T bằng pt (3) hay:

$$x_T = u + \alpha \cdot y_T \quad (7)$$

Trong phương trình (8): x_T là lượng mưa điểm cần xác định ứng với mỗi thời đoạn và chu kỳ lặp lại khác nhau. Dựa vào số liệu mưa lớn nhất được cung cấp ứng với mỗi thời đoạn qua các năm ta lần lượt tính được u, α thông qua phương trình (4) và (5) và sử dụng hàm phân bố xác suất F(x), ta xác định được x_T thông qua phương trình (8).

c. Quan hệ cường độ mưa (I) – Thời gian mưa (D) – Tần suất (F) đường cong IDF.

Cường độ mưa là lượng mưa trên một đơn vị thời gian (đơn vị là mm/h hay in/h). Nó có thể là cường độ mưa tức thời hay cường độ mưa trung bình trong một thời gian mưa. Trong tính toán người ta thường dùng cường độ mưa trung bình và đại lượng này được biểu thị bởi:

$$i = \frac{P}{T_d} \quad (9)$$

Trong đó:

P là lượng mưa (đo bằng mm hoặc in)

T_d là thời gian mưa (thường tính bằng giờ)

Tần suất thường được biểu thị theo chu kỳ lặp lại, đó là khoảng thời gian trung bình giữa các biến cố mưa có độ lớn bằng hoặc vượt trị số thiết kế.

* Xây dựng các đường cong IDF bằng phân tích tần suất

Sử dụng phân bố giá trị cực hạn loại I hay phân bố Gumbel. Ứng với mỗi thời gian mưa lựa chọn, ta thống kê ra các lượng mưa lớn nhất hàng năm từ chuỗi số liệu mưa thực đo, sau đó tiến hành phân tích tần suất trên chuỗi số liệu năm.

Công thức xác định lượng mưa đã được thiết lập:

$$x_{T,T_d} = \bar{x}_{T_d} + K_T S_{T_d} \quad (10)$$

Với hệ số tần suất K_T:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \quad (11)$$

* Phương trình của đường cong IDF

Phương trình do Welzel (1982) đề nghị:

$$i = \frac{c}{T_d^c + f} \quad (12)$$

Trong đó: i là cường độ mưa thiết kế (tính bằng mm/h hay in/h)

T_d là thời gian mưa hay thời đoạn (thường được tính bằng phút)

e, f, c là các hệ số phụ thuộc vào địa điểm và thời kỳ xuất hiện lại.

Một số phương trình khác:

$$i = \frac{cT^m}{T_d + f} \quad (13)$$

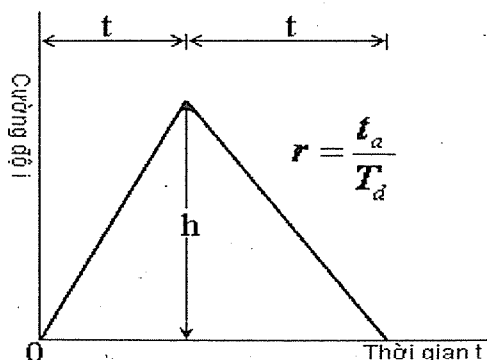
Hoặc:
$$i = \frac{cT^m}{T_d^c + f} \quad (14)$$

d. Xây dựng biểu đồ mưa thiết kế sử dụng phương pháp biểu đồ hình tam giác

Phương pháp biểu đồ hình tam giác là một trong những phương pháp thiết kế thủy văn dựa trên việc phân tích các trận mưa rào thực đo, người ta có thể xác định được phân bố theo thời gian của mưa trong các trận mưa điển hình.

Xét biểu đồ hình tam giác như trong hình với chiều dài đáy là T_d và chiều cao là h. Tổng lượng mưa trong đường quá trình là $P = \frac{1}{2} T_d h$, (T_d: thời gian mưa) do đó:

$$h = \frac{2P}{T_d} \quad (15)$$



Hình 1. Biểu đồ quá trình mưa thiết kế hình tam giác

Gọi r là hệ số trước đỉnh mưa. Do đó r là tỉ số của thời gian xuất hiện đỉnh mưa so với tổng thời gian mưa T_d :

$$r = \frac{t_a}{T_d} \quad (16)$$

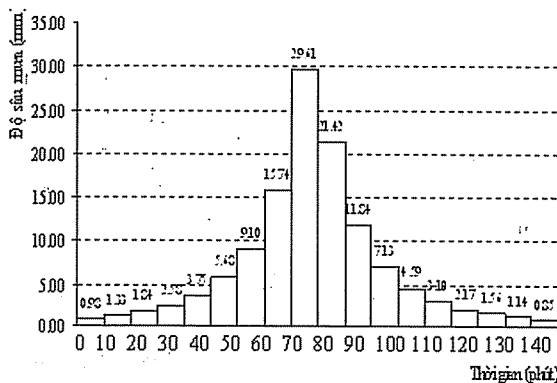
Từ đó ta có thời gian sau đỉnh mưa tb là:

$$T_b = (1 - r) T_d \quad (17)$$

e. Xây dựng biểu đồ quá trình mưa thiết kế từ quan hệ IDF

1) Phương pháp khối xen kẽ

Trong phương pháp khối xen kẽ, người ta xây dựng đường quá trình mưa thiết kế từ một đường cong quan hệ cường độ - thời gian mưa - tần suất (tức đường IDF). Biểu đồ quá trình mưa thiết kế do phương pháp này tạo ra được đặc trưng bởi lượng mưa xuất hiện trong n khoảng thời gian Δt kế tiếp nhau trên tổng thời gian mưa $T_d = n\Delta t$



Hình 2. Biểu đồ quá trình mưa thiết kế thời kì lặp lại 10 năm, thời gian mưa 180 phút tại trạm Tân Sơn Hòa được xây dựng bằng phương pháp khối xen kẽ.

2) Phương pháp cường độ mưa tức thời

Lượng mưa ứng với một thời gian mưa T_d chung quanh đỉnh mưa bằng với giá trị xác định bằng đường cong hoặc bằng phương trình của đường cong IDF. Điều khác biệt so với phương pháp khối xen kẽ là cường độ mưa ở đây được coi là biến đổi một cách liên tục trong suốt quá trình mưa, thay vì biến đổi theo từng thời khoảng xác định.

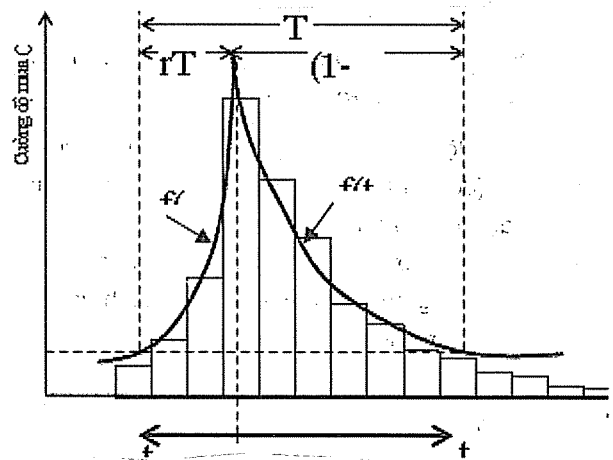
3) Hệ số mưa không đều

Hệ số mưa không đều còn được gọi là hệ số phân bố mưa. Hệ số mưa không đều $h_{(S)}$ trên một khu vực có diện tích S :

$$h_{(S)} = \frac{x_{tb(S)}}{x_{max(S)}} \quad (18)$$

Trong đó: $x_{tb(S)}$ là lượng mưa trung bình trên diện tích S (hay lượng mưa diện) (đơn vị là mm hoặc in).

$x_{max(S)}$ là lượng mưa lớn nhất trên diện tích S (đơn vị là mm hoặc in).



Hình 3. Biểu đồ biểu thị quá trình mưa bằng các đường

3. Các ứng dụng của phần mềm

Trên cơ sở lý thuyết được trình bày, phần mềm đã được xây dựng nhằm tính toán và mô phỏng các đặc trưng của mưa tại TPHCM. Trên nguyên tắc phần mềm này có thể sử dụng cho bất kỳ nơi nào với điều kiện người sử dụng phải có bộ dữ liệu mưa tại khu vực nghiên cứu.

Chi tiết từng màn hình tính toán và thống kê được mô tả dưới đây:

Màn hình 1: màn hình flash (hình 1) - hiện thông tin mở màn của chương trình (như tên mô hình và năm thực hiện).

Màn hình 2: màn hình chính (hình 2) - thể hiện các chức năng và công việc chính của chương trình giúp người dùng có thể lựa chọn các thao tác thực hiện cần thiết.

Màn hình 3: màn hình phân bố mưa ngày lớn nhất (hình 3) - tính toán lượng mưa ngày lớn nhất với các chu kỳ khác nhau, với số liệu nhập vào là lượng mưa ngày lớn nhất của các năm. Mô hình xuất ra số liệu tính toán và đồ thị minh họa.

Màn hình 4: màn hình tính lượng mưa bằng phương pháp Gumbel (hình 4) - tính lượng mưa bằng phương pháp Gumbel ứng với mỗi thời đoạn và chu kỳ khác nhau khi người dùng nhập vào mưa thời đoạn của các năm. Mô hình xuất ra số liệu tính toán và đồ thị minh họa ứng với mỗi thời đoạn.

Màn hình 5: màn hình tính cường độ mưa bằng phương pháp Welzel (hình 5) - tính cường độ mưa bằng phương pháp Welzel ứng với mỗi chu kỳ và thời đoạn khác nhau khi người dùng nhập vào mưa thời đoạn của các năm. Mô hình xuất ra số liệu tính toán và đồ thị đường cong IDF ứng với chu kỳ và thời đoạn đã chọn.

Màn hình 6: màn hình so sánh cường độ mưa sử dụng 2 phương pháp khác nhau, sau khi người dùng đã tính cường độ bằng phương pháp Welzel (hình 6) - so sánh cường độ mưa khi tính bằng 2 công thức khác nhau, công thức của Welzel và công thức rút gọn. Mô hình xuất ra bảng số liệu cả 2 phương pháp và đồ thị đường cong IDF tương ứng trên cùng hệ trục tọa độ với chu kỳ đã chọn để thuận lợi cho việc so sánh.

Màn hình 7: màn hình tính hệ số mưa không đều sử dụng công thức tính hệ số mưa không đều (hình 7) - tính hệ số mưa không đều trên vùng xác định, số liệu nhập vào là lượng mưa trong cùng một thời gian của các trạm.

Màn hình 8: màn hình tính lượng đỉnh mưa sử dụng phương pháp biểu đồ hình tam giác (hình 8) - tính lượng đỉnh mưa sử dụng phương pháp biểu đồ hình tam giác với chu kỳ và thời đoạn đã chọn, số liệu nhập vào là mưa thời đoạn của các năm. Mô hình xuất ra bảng số liệu và biểu đồ hình tam giác với chu kỳ, thời đoạn và hệ số mưa trước đỉnh như đã chọn.

Màn hình 9: màn hình tính lượng mưa sử dụng

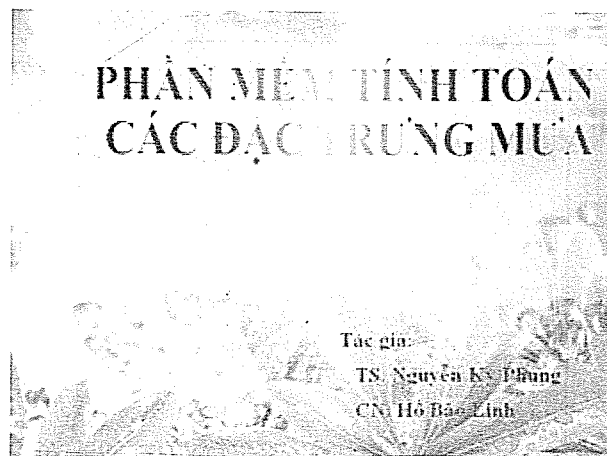
phương pháp khối xen kẽ (hình 9) - tính lượng mưa sử dụng phương pháp khối xen kẽ ứng với chu kỳ và thời đoạn đã chọn, số liệu nhập vào là mưa thời đoạn của các năm. Mô hình xuất ra bảng số liệu và biểu đồ khối xen kẽ với chu kỳ đã chọn.

Màn hình 10: màn hình tính cường độ mưa sử dụng phương pháp cường độ mưa tức thời (hình 10) - tính cường độ mưa sử dụng phương pháp cường độ mưa tức thời ứng với chu kỳ và thời đoạn đã chọn và sử dụng hệ số mưa trước đỉnh $r = 0$, số liệu nhập vào là mưa thời đoạn của các năm. Mô hình xuất ra bảng số liệu và biểu đồ cường độ mưa tức thời với chu kỳ đã chọn.

Màn hình 11: màn hình thống kê lượng mưa trong năm (hình 11) - thực hiện các chức năng thống kê và tính toán lượng mưa trong năm, bộ số liệu nhập vào là lượng mưa từng ngày trong năm. Mô hình xuất ra bảng thống kê và biểu đồ lượng mưa của các tháng trong năm.

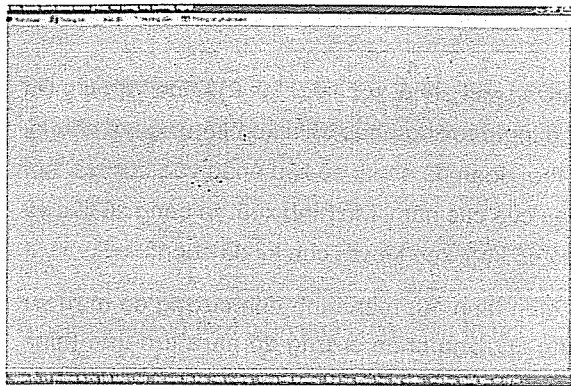
Màn hình 12: màn hình thống kê lượng mưa ngày trong năm (hình 12) - thực hiện chức năng thể hiện biểu đồ lượng mưa các ngày trong năm tại một trạm quan trắc, mục đích cho chúng ta thấy được những ngày có lượng mưa lớn hơn 40 mm.

Màn hình 13: màn hình thể hiện bản đồ đẳng lượng mưa (hình 13) - thực hiện các bản đồ đẳng lượng mưa trung bình của các tháng và năm ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh trong giai đoạn từ năm 1978 đến năm 2007.

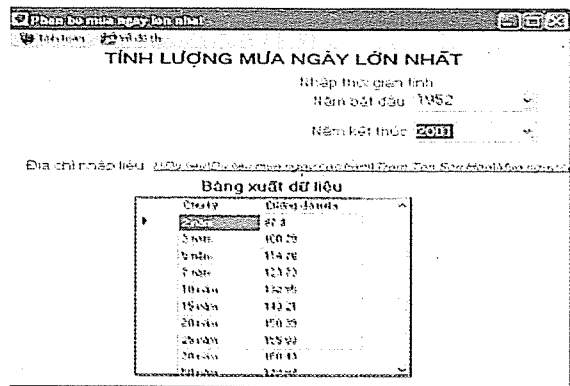


Hình 1. Màn hình flash

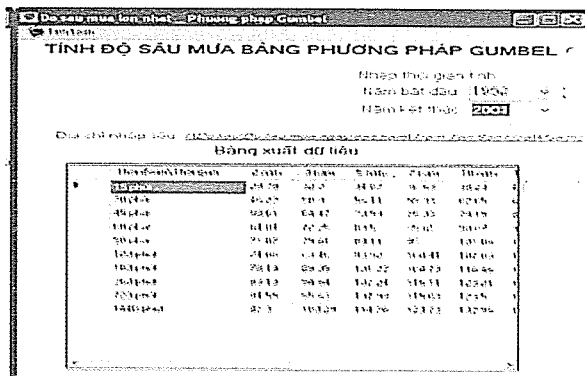
Nghiên cứu & Trao đổi



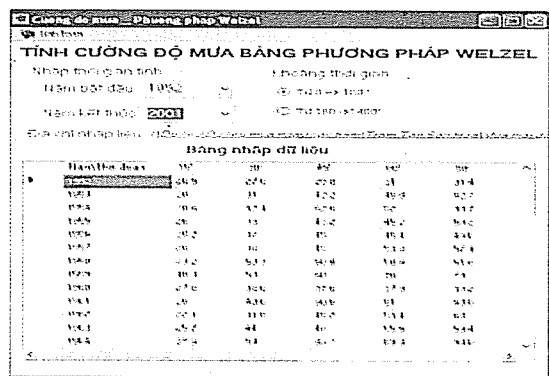
Hình 2. Màn hình chính



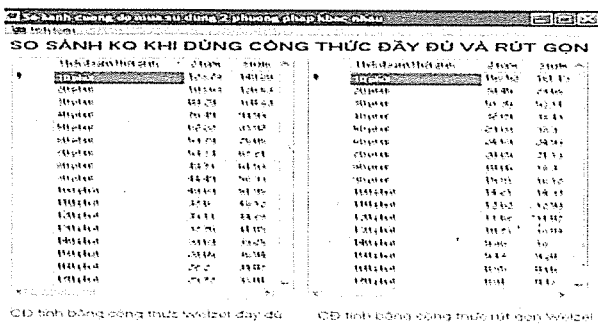
Hình 3. Màn hình phân bố mưa ngày lớn nhất



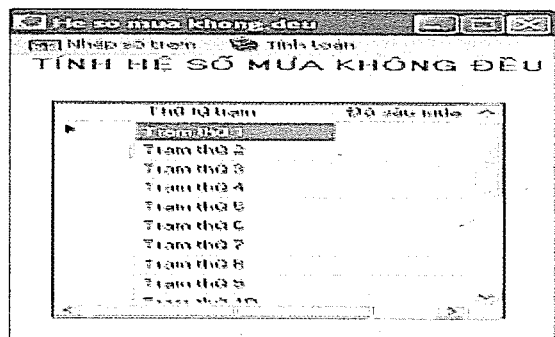
Hình 4. MH tính độ sâu mưa bằng pp Gumbel



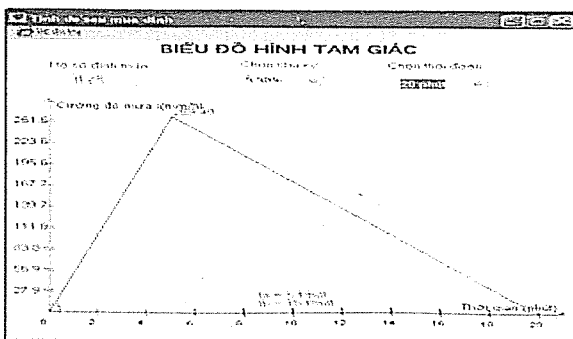
Hình 5. MH tính cường độ mưa bằng phương pháp Welzel



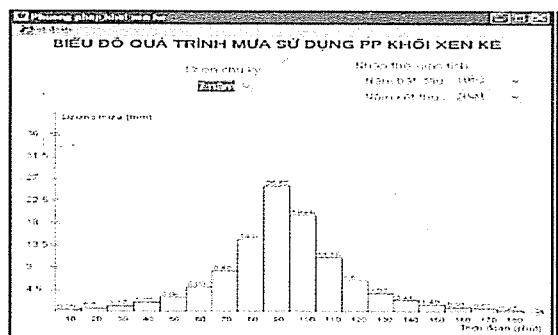
Hình 6. MH so sánh cường độ mưa sử dụng 2 pp khác nhau



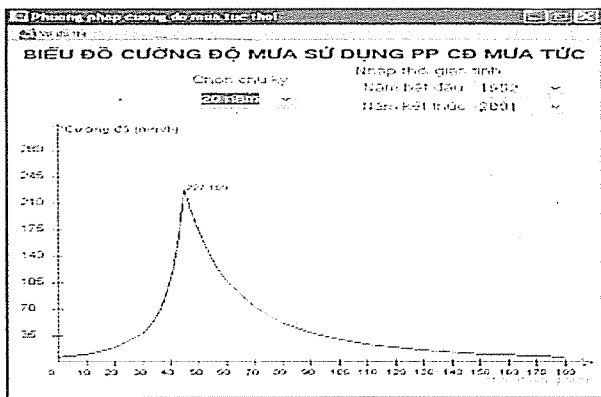
Hình 7. MH tính hệ số mưa không đều



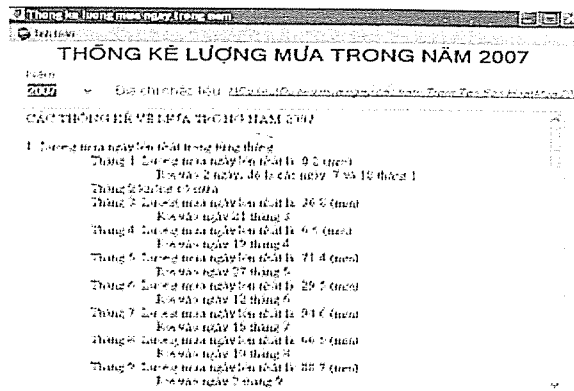
Hình 8. Màn hình tính độ sâu đỉnh mưa



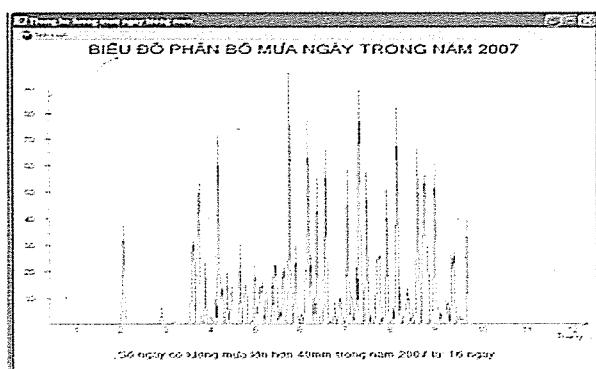
Hình 9. MH tính độ sâu mưa sd pp khối xen kẽ



Hình 10. MH tính cỡ mưa sd pp cường độ mưa tức thời



Hình 11. MH thống kê lượng mưa trong năm



Hình 12. MH bố thể hiện lượng mưa các ngày trong năm

4. Kết luận và kiến nghị

Bài báo đã xây dựng phần mềm tính toán các đặc trưng mưa:

- Tính toán các đặc trưng cơ bản về phân bố mưa: Lượng mưa trung bình, số ngày có lượng mưa trung bình lớn hơn 40mm, phân bố lượng mưa ngày lớn nhất ứng với các chu kỳ khác nhau, thời gian xảy ra và kéo dài các trận mưa lớn .

- Tính toán quan hệ cường độ mưa - thời gian mưa - tần suất.

- Phân bố mưa theo cường độ.
- Biểu đồ mưa thiết kế .
- Hệ số mưa không đều.

Mô hình được viết bằng ngôn ngữ VB.Net. Với giao diện đơn giản, đẹp mắt, mô hình đã trở nên thân thiện với người sử dụng. Với chuỗi số liệu được quan trắc ở các trạm đo mưa, mô hình đã cho ra những con số tính toán thống kê cụ thể và những biểu đồ minh họa cho kết quả tính được giúp người dùng có một cách nhìn nhanh chóng và chính xác hơn về mưa ở đây. Từ đó họ có thể đưa ra những phân tích, nhận xét và các giải pháp hợp lý phục vụ cho công tác chống ngập, cụ thể là công tác chống ngập. Bên cạnh đó, với việc ứng dụng thêm một số phần mềm chuyên về xử lý ảnh số như MapInfo, Surfer... tôi đã đưa ra một số bản đồ về phân bố lượng mưa giúp cho mô hình của mình thêm đa dạng và chi tiết hơn.

Với các chức năng lưu trữ các file dữ liệu dưới dạng hình ảnh, excel, word... Mô hình đã giúp người sử dụng có thể lưu lại để sử dụng khi cần thiết.

Tài liệu tham khảo

1. Lương Tuấn Anh, Nguyễn Thanh Thủy, Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 559 - tháng 10/2007, trang [49-53].
2. Tôn Tích Ái (2001), Phương pháp số, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 309 trang.
3. TS. Phan Văn Hoạch, Đề tài: Phân bố các đặc trưng mưa liên quan đến vấn đề tiêu thoát nước ô nhiễm môi trường và các giải pháp chống ngập ứng trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh, Trung tâm Khí tượng Thủy văn phía Nam (2000), 253 trang.
4. Đỗ Hữu Thành, Đỗ Văn Toàn (1994), Sách dịch: Thủy văn ứng dụng, NXB Giáo dục, 407 trang.
5. Chương trình hội thảo khoa học góp ý đề án "Quy hoạch thủy lợi phục vụ việc tìm kiếm giải pháp chống ngập ứng cho TPHCM", ngày 26/3/2008.