

Ứng dụng thuật toán D8 và GIS xác định lưu vực thoát nước mưa tại TP. Hồ Chí Minh

■ **ThS. NGUYỄN HỮU ĐỨC^(*); ThS. NGUYỄN VĂN TUẤN**
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh
Email: ^(*)nhduc@hcmunre.edu.vn

TÓM TẮT: TP. Hồ Chí Minh là khu vực có hệ thống sông ngòi và kênh rạch dày đặc, với mật độ 3,38 km/km². Lượng mưa hàng năm tại TP. Hồ Chí Minh khá cao với vũ lượng 1.949 mm/năm. Việc tính toán các lưu vực thoát nước mưa chính xác có thể giúp cho các nhà quy hoạch định hướng xây dựng các công trình thoát nước theo từng lưu vực nhỏ, từ đó tăng khả năng giải quyết bài toán ngập lụt một cách triệt để và khoa học. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu sử dụng dữ liệu độ cao từ nguồn ảnh Aster GDEM, sử dụng thuật toán D8 trong các công cụ phân tích trên ArcGIS để xác định hướng dòng chảy và đường tụ thủy, từ đó xác định các lưu vực thoát nước mưa.

TỪ KHÓA: Lưu vực, Aster GDEM, D8, Watershed.

ABSTRACT: Ho Chi Minh City is an area with a density system of rivers and canals, about 3.38 km/km². The rainfall of HCMC is high with an average annual rainfall of 1,949 mm/year. The calculation of rainwater drainage basins can help planners orient the construction of drainage works in each small basin, thereby increasing the ability to solve the problem of flooding thoroughly and scientifically. In this paper, we study and use elevation data from Aster GDEM image source, use the D8 algorithm in analysis tools on ArcGIS to determine flow direction and hydro-condensation from which to determine flows and rainwater drainage area.

KEYWORDS: Basin, Aster GDEM, D8, Watershed.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc xác định chính xác lưu vực của dòng chảy có nhiều giá trị trong việc xác định vị trí, quy mô xây dựng các công trình thoát nước. Với sự hỗ trợ của các công cụ GIS thì việc xác định chính xác lưu vực của dòng chảy được xác định một cách nhanh chóng và chính xác. Việc ứng dụng GIS trong công tác xác định lưu vực sông được ứng dụng từ khá lâu, như ứng dụng ArcView xác định lưu vực sông Đồng Nai [1], hay ứng dụng MapWindow GIS và SWAT phân chia lưu vực sông Đồng Nai [2]. Trong bài báo này, tác giả sử dụng các công cụ có sẵn trong ArcGIS và nguồn dữ liệu DEM có sẵn và miễn phí để xác định nhanh vị trí, diện tích của các lưu vực của dòng chảy cho khu vực TP. Hồ Chí Minh.

2. MÔ TẢ VÙNG NGHIÊN CỨU

TP. Hồ Chí Minh có tổng diện tích 2.061 km², nằm ở hạ lưu sông Đồng Nai và sông Sài Gòn, mạng lưới sông ngòi, kênh rạch ở Thành phố khá dày đặc với mật độ 3,38 km/km².

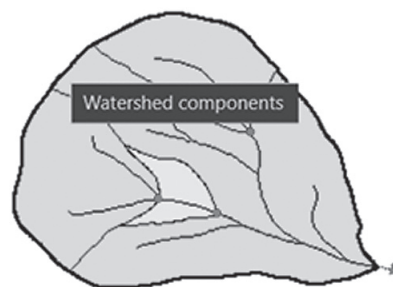
Lượng mưa trung bình của TP. Hồ Chí Minh đạt 1.949 mm/năm, trong đó năm 1908 đạt cao nhất 2.718 mm, thấp nhất xuống 1.392 mm vào năm 1958.

Một năm, ở Thành phố có trung bình 159 ngày mưa, tập trung nhiều nhất vào các tháng từ 5 tới 11, chiếm khoảng 90%, đặc biệt hai tháng 6 và 9. Trên phạm vi không gian thành phố, lượng mưa phân bố không đều, khuynh hướng tăng theo trục Tây Nam - Đông Bắc.

Lưu vực là phần diện tích bề mặt (được giới hạn bởi đường phân thủy) đón nhận lượng nước rơi và hội tụ dòng chảy về một điểm chung nào đó thuộc một thực thể chứa nước cụ thể như: Sông, suối, ao, hồ, đầm, lầy.

Lưu vực được xác định dựa vào ranh giới của nó, đó là một đường khép kín tính theo điểm đầu ra của lưu vực. Trong mỗi lưu vực có thể bao gồm nhiều lưu vực nhỏ hơn (gọi là tiểu lưu vực).

Các đặc điểm của lưu vực: Gồm các lưu vực nhỏ hợp thành (subbasin), nước chảy về các đường tụ thủy (stream network), các điểm thấp nhất trong tụ thủy (Outlet), phân tách các lưu vực là các đường phân thủy (drainage divides).



- Watershed boundary
- Subbasin
- Drainage divides
- Stream network
- Outlets (pour points)

Hình 2.1: Các thành phần của lưu vực

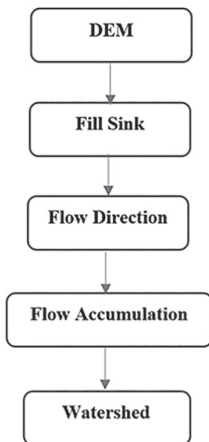
3. DỮ LIỆU NGHIÊN CỨU

Dữ liệu độ cao khu vực được tải từ trang Aster GDEM [3] với độ phân giải là 1"x1" (tương ứng (30x30)m cho khu vực TP. Hồ Chí Minh).



Hình 3.1: Dữ liệu DEM của khu vực TP. Hồ Chí Minh

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

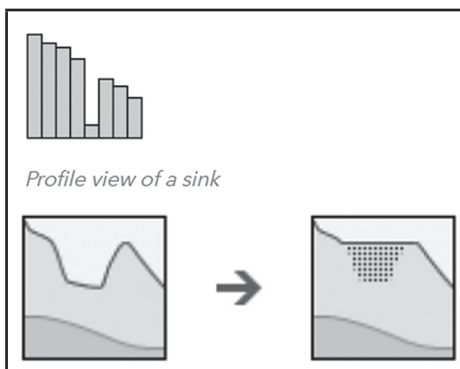


Hình 4.1: Quy trình xác định lưu vực và dòng chảy trên ArcGIS

Phương pháp cơ bản trong nghiên cứu bao gồm 4 bước chính được thể hiện ở Hình 4.1, cụ thể: (1) Xử lý các điểm Sink; (2) Xác định hướng dòng chảy với Flow Direction; (3) Xác định đường tụ thủy với công cụ Flow Accumulation; (4) Xác định lưu vực với công cụ Watershed.

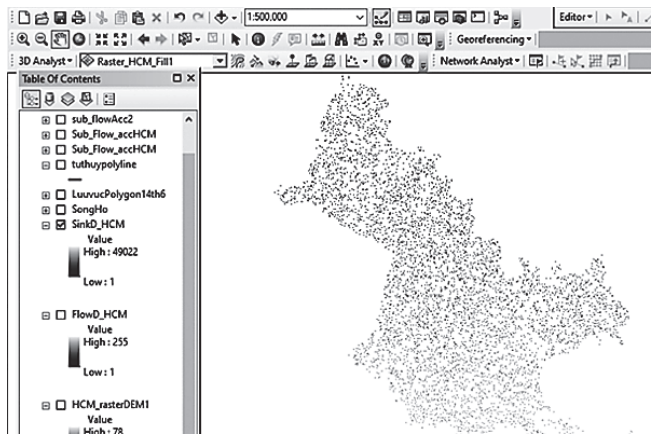
4.1. Xử lý các điểm Sink

Các điểm Sink là các điểm mà các cell xung quanh đều cao hơn, nên không xác định được hướng nước chảy từ cell đó. Do đó, trước khi xác định hướng nước chảy từ các cell của dữ liệu DEM cần xử lý các điểm Sink này trong dữ liệu DEM thu thập được. Sử dụng công cụ Fill để “lấp” các điểm sink.



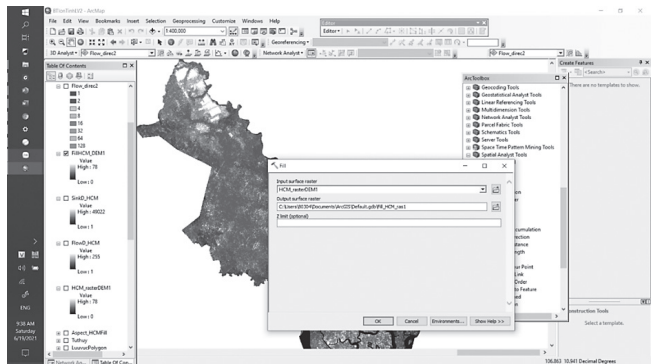
Hình 4.2: Điểm Sink và cách xử lý các điểm Sink trước khi xác định hướng dòng chảy

Sử dụng công cụ Sink để xác định các điểm này trong dữ liệu DEM.



Hình 4.3: Phát hiện các điểm Sink trong dữ liệu DEM của khu vực

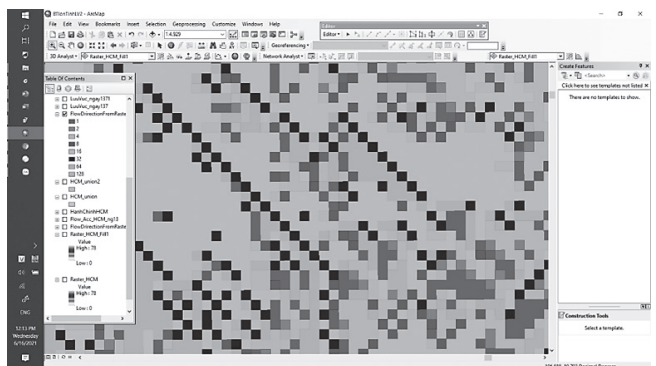
Sử dụng công cụ Fill để “lấp” các sink. Khi sử dụng Fill thì phần mềm sẽ “lấp” các pixel sink.



Hình 4.4: Kết quả Fill cho dữ liệu DEM

4.2. Xác định hướng dòng chảy với Flow Direction

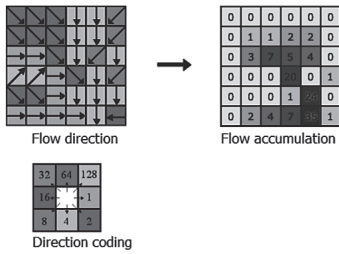
Sau khi xử lý các điểm sink thì tiến hành xác định hướng dòng chảy với công cụ Flow Direction. Việc xác định hướng dòng chảy theo mô hình D8 [4]. Trong mô hình D8 thì từ cell cần xác định sẽ có 8 hướng khác nhau mà nước có thể chảy ra, được mã hóa bằng 8 giá trị khác nhau.



Hình 4.5: Kết quả xác định hướng nước chảy cho các cell từ dữ liệu DEM

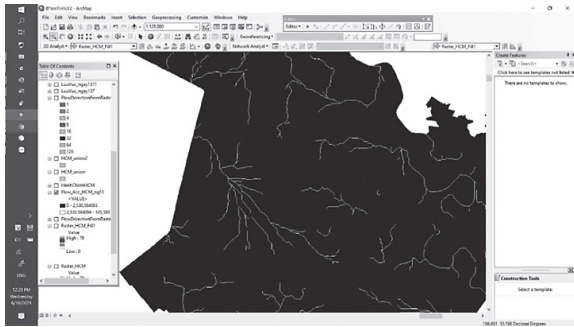
4.3. Xác định đường tụ thủy với công cụ Flow Accumulation

Giá trị cell sau khi thực hiện Flow Accumulation là tổng số cell chảy vào. Do đó, tập hợp các điểm cell có trị số lớn chính là các điểm tụ thủy.



Hình 4.6: Xác định đường tụ thủy với công cụ Flow accumulation

Sau khi chạy thì tạo được lớp dữ liệu hướng dòng chảy Flow Accumulation nhưng giá trị của các cell trải rộng nên khó xác định các cell có trị số lớn (là các điểm nằm trên đường tụ thủy) nên cần chọn phân loại lại theo 2 classes.

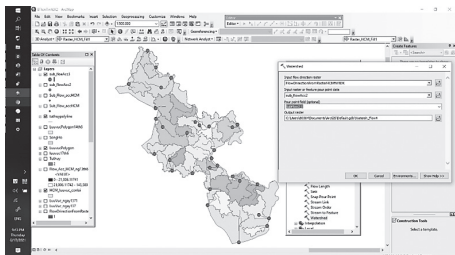


Hình 4.7: Kết quả xác định các đường tụ thủy

4.4. Xác định lưu vực với công cụ Watershed

Để xác định được lưu vực cần hướng chảy của các Cell (tạo từ Flow Direction) và điểm Outlet nằm trên tụ thủy (tạo từ Flow Accumulation).

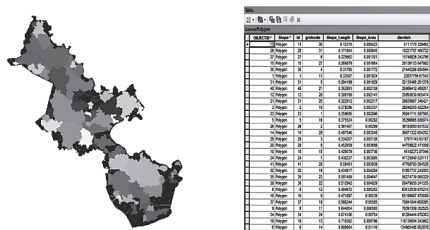
Cần tạo 1 lớp dữ liệu shape file mới và xác định các điểm outlet (pour point) dựa vào đường tụ thủy. Các điểm này nằm ở các vị trí gốc của các đường tụ thủy.



Hình 4.8: Xác định lưu vực với dữ liệu là hướng dòng chảy và các điểm Pour point

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Với các công cụ có sẵn trên ArcGIS thì ta dễ dàng xác định vị trí cụ thể và tính toán được diện tích các lưu vực một cách nhanh chóng và chi tiết (Hình 5.1).



Hình 5.1: Kết quả xác định các lưu vực nhỏ

Tuy nhiên, khu vực TP. Hồ Chí Minh có mật độ xây dựng cao nên độ chính xác của DEM và hướng dòng chảy thực tế sẽ bị ảnh hưởng, do đó đường tụ thủy xác định trên dữ liệu có thể không trùng hoàn toàn hệ thống thủy hệ thực tế. Tổng số lưu vực con của kết quả phân tích là 40 lưu vực, với diện tích dao động 0,5 - 135 ha, diện tích lưu vực nhỏ trung bình là 34,5 ha (Bảng 5.1), diện tích chênh lệch giữa các lưu vực là lớn, có thể gộp các lưu vực nhỏ lân cận mà không có độ chênh cao lớn.

Bảng 5.1. Kết quả tính toán các lưu vực

Lưu vực	Diện tích (m ²)
Lưu vực nhỏ nhất	5.111.770,329
Lưu vực lớn nhất	134.905.406,953
Tổng diện tích lưu vực tính	1.380.920.547,674
Diện tích trung bình	34.523.013,456

6. KẾT LUẬN

Kết quả tính toán và xác định các lưu vực nước mưa của khu vực TP. Hồ Chí Minh bằng việc sử dụng dữ liệu Aster GDEM và thuật toán D8 bằng phần mềm ArcGIS cung cấp các vị trí, diện tích lưu vực nước mưa một cách nhanh chóng, độ chính xác của phương pháp này phụ thuộc vào độ chính xác của mô hình DEM. Để tăng độ chính của việc xác định vị trí và diện tích này cần thêm dữ liệu về các công trình xây dựng, hệ thống thoát nước, đồng thời có thể tiến hành đo bổ sung dữ liệu độ cao để hiệu chỉnh độ cao của mô hình Aster GDEM.

Chúng ta hoàn toàn có thể dựa vào các lưu vực được xác định và số liệu lượng mưa hàng năm kết hợp hệ thống kênh mương trên khu vực có thể tính toán mở rộng các kênh mương cho hợp lý hơn. Cũng từ kết quả này có thể xây dựng các quy hoạch về thoát nước mưa, các quy hoạch xây dựng để tránh việc ngập lụt cục bộ do bít dòng chảy.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Đỗ Đức Dũng (2009), *Phương pháp xác định lưu vực sông*, Viện Quy hoạch thủy lợi Miền Nam.
- [2]. Nguyễn Duy Liêm, Nguyễn Kim Lợi, Lê Tú Hoàng (2010), *Ứng dụng MapWindow GIS và SWAT phân chia lưu vực tại lưu vực sông Đồng Nai*, Hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc.
- [3]. AsterGDEM, https://gdemdl.aster.jspacesystems.or.jp/index_en.html, [Accessed 20 04 2024].
- [4]. Jenson and Domingue (1988), *Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis*, Photogrammetric engineering & Remote sensing.

Ngày nhận bài: 26/7/2024
Ngày nhận bài sửa: 12/8/2024
Ngày chấp nhận đăng: 26/8/2024