

ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP KẾT HỢP HAI MÔ HÌNH SWAT VÀ MODFLOW TRONG ĐÁNH GIÁ TÀI NGUYÊN NƯỚC

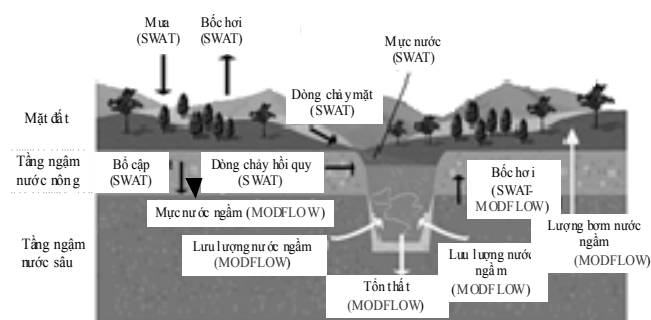
Đỗ Xuân Khánh, Nguyễn Hồ Phương Thảo
 Trường Đại học Thủy lợi, email: khanh.thuyluc@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong những thập kỉ gần đây, nhu cầu sử dụng nước của con người ngày càng tăng cao. Việc thiếu hụt tài nguyên nước trở thành một vấn đề đáng lo ngại, đặc biệt là ở những khu vực thường xuyên xảy ra tình trạng khô hạn. Thông thường, các nghiên cứu về tài nguyên nước chỉ tập trung một cách riêng rẽ vào tài nguyên nước mặt hoặc nước ngầm (Winter và nnk. 1998). Tuy nhiên, trong một chu trình thủy văn, nước mặt và nước ngầm luôn có mối liên hệ chặt chẽ không thể tách rời. Có thể thấy hầu hết các nguồn tài nguyên nước mặt như sông, hồ chứa, đầm lầy và vùng cửa sông luôn có sự kết nối với nước ngầm thông qua các quá trình thủy lực khác nhau. Mặc dù vậy, mối quan hệ qua lại này rất khó có thể quan sát, đo đạc được và thường được bỏ qua khi nghiên cứu về tài nguyên nước. Trong các nghiên cứu về chủ đề này, mô hình toán luôn đóng một vai trò vô cùng quan trọng bởi tính tổng quát và quy mô của chúng. Trong các mô hình toán, mô hình thủy văn SWAT và nước ngầm MODFLOW là hai mô hình tiêu biểu, đã được ứng dụng rộng rãi và chứng minh tính hiệu quả bởi rất nhiều nghiên cứu của các nhà khoa học trong nước và quốc tế (Au và nnk. 2013, Quan và nnk. 2014, Chau và Khanh 2017, Putthividya và nnk. 2017, Kim và nnk. 2008, Guzman và nnk. 2015, Dowlatabadi và nnk. 2015). SWAT và MODFLOW là hai mô hình độc lập mô phỏng 2 môi trường nước mặt và nước ngầm khác nhau. Mỗi mô hình đều có những điểm mạnh và hạn chế riêng. Do đó việc đề xuất một phương pháp hợp lý

để kết hợp những ưu điểm của hai mô hình này thành một công cụ hữu hiệu trong đánh giá tài nguyên nước bao gồm cả nước mặt và nước ngầm là rất cần thiết.

Một mặt SWAT là mô hình bán phân bố, trong đó lưu vực sông được chia thành những lưu vực con, mỗi lưu vực con lại có thể được chia thành một hoặc nhiều đơn vị thủy văn (HRU). SWAT có thể mô phỏng dòng chảy trên bề mặt và dòng chảy sát mặt (tầng nông) (Hình 1). Tuy nhiên do đặc điểm bán phân bố, SWAT chỉ có thể đưa kết quả tại cửa ra của các tiểu lưu vực. Hơn nữa, đối với những dòng chảy ở tầng sâu (hơn 6m), mô hình sẽ coi dòng chảy là thoát ra khỏi hệ thống (Neitsh et al., 2011).



Hình 1. Sơ đồ mô phỏng liên kết SWAT và MODFLOW (Kim et al., 2008)

Mặt khác, MODFLOW là mô hình phân bố, có thể tính toán dòng chảy ngầm ở cả tầng nông và tầng sâu (Hình 1) với kết quả được tính toán tại các ô lưới. Mô hình có nhược điểm là không thể mô phỏng được mối liên hệ nước ngầm với nước mặt (Anh và nnk. 2009, Hiep và nnk. 2012, Quỳnh và nnk. 2014). Trong các nghiên cứu này, lượng bổ cập nước ngầm – dữ liệu đầu vào rất quan

trọng cho mô hình nước ngầm - không được tính toán từ các thành phần thủy văn như mưa, bốc hơi, dòng chảy mặt, mà lại được ước lượng bằng phương pháp thử dần (trial and error) qua quá trình hiệu chỉnh mô hình.

Qua những phân tích trên có thể thấy lưu lượng bổ cập từ đầu ra của mô hình SWAT có thể là nguồn dữ liệu đầu vào hữu hiệu cho mô hình MODFLOW. Tuy nhiên, do tính chất khác nhau (bán phần bố và phân bố) nên việc kết hợp này cần có những phương pháp riêng. Mục tiêu của nghiên cứu này là đề xuất phương pháp hợp lý kết hợp hai mô hình SWAT và MODFLOW trong đánh giá tài nguyên nước. Kết quả sẽ được áp dụng cho lưu vực sông Đồng Nai, trên địa bàn tỉnh Tây Nguyên.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Dữ liệu đầu vào của mô hình SWAT bao gồm, bản đồ cao độ số, bản đồ sử dụng đất, bản đồ đất, các bảng biểu đo mưa, nhiệt độ, độ ẩm và gió. Hình 2 mô tả vị trí lưu vực Đồng Nai và các trạm đo khí tượng thủy văn. Để bắt đầu với mô hình SWAT, lưu vực sông sẽ được phân chia thành các tiểu lưu vực. Việc phân chia tiểu lưu vực là tự động dựa trên bản đồ cao độ số (DEM) với sự hỗ trợ của GIS trong (SWAT). Sự phân chia này sẽ tạo ra những khu vực hay những diện tích mặt đất được giới hạn bởi đường phân thủy đón nhận nước rơi và hội tụ dòng chảy về một điểm chung nào đó thuộc một khu chứa nước cụ thể như sông, suối, đầm lầy, hồ.

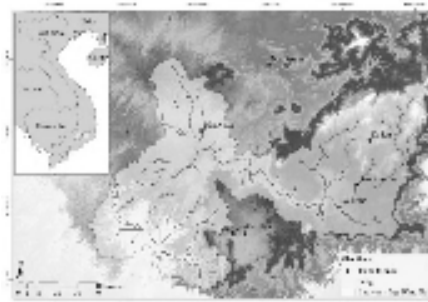
Sau đó các tiểu lưu vực này lại có thể được chia thành một hoặc nhiều đơn vị thủy văn (HRUs). Những diện tích có cùng một đơn vị thủy văn sẽ có cùng phản ứng với những điều kiện khí hậu thời tiết. Hiện nay, SWAT cho phép 3 phương pháp để phân chia HRU, bao gồm:

- Dominant Landuse, Soil, Slope – Một HRU cho mỗi tiểu lưu vực. SWAT sẽ lựa chọn thuộc tính của loại hình sử dụng đất, loại đất và độ dốc trung bình có diện tích lớn nhất làm đại diện cho tiểu lưu vực

- Dominant HRU – Một HRU cho một tiểu lưu vực. SWAT sẽ lựa chọn tổ hợp loại hình

sử dụng đất, loại đất và độ dốc trung bình xuất hiện nhiều nhất làm đại diện cho mỗi tiểu lưu vực

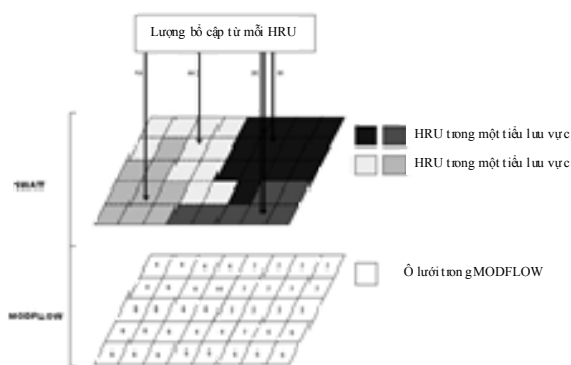
- Multiple HRUs – Nhiều HRU cho mỗi tiểu lưu vực. Số lượng HRU là số lượng tổ hợp của 3 giá trị của loại hình sử dụng đất, loại đất và độ dốc trung bình.



Hình 2. Sơ đồ mô tả vị trí lưu vực và vị trí các trạm đo khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Đồng Nai

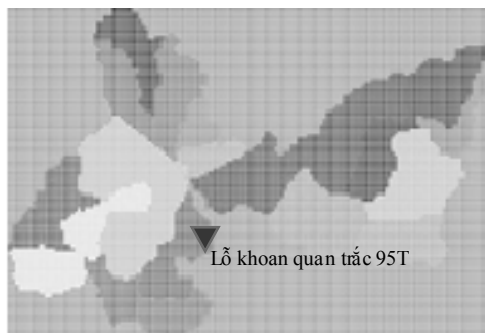
Vị trí các HRU không được xác định trong SWAT bởi tính chất bán phân bố của nó. Do vậy, để kết quả đầu ra của mô hình SWAT có thể được sử dụng trở thành dữ liệu đầu vào cho mô hình MODFLOW, lựa chọn một HRU cho mỗi tiểu lưu vực là bắt buộc. Trong nghiên cứu này, phương pháp Dominant Landuse, Soil, Slope được lựa chọn sử dụng và sơ đồ trao đổi lưu lượng bổ cập giữa mô hình SWAT và MODFLOW được thể hiện trong hình 3.

Để thiết lập điều kiện đầu vào cho mô hình MODFLOW, số lượng các ô lưới trong trong mỗi tiểu lưu vực sẽ được xác định. Lưu lượng bổ cập trong mô hình SWAT (mm) sẽ được chia cho số lượng ô tính toán trong mỗi tiểu lưu vực.



Hình 3. Sơ đồ trao đổi lưu lượng bổ cập SWAT-MODFLOW (Kim et al., 2008)

Sau đó, những giá trị này sẽ được chuyển đổi sang mm/ngày và gán vào mỗi ô lưới trong các tiểu lưu vực (Hình 4).



Hình 4. Sơ đồ các tiểu lưu vực sau khi được phân chia thành các ô tính toán trong MODFLOW

3. KẾT QUẢ

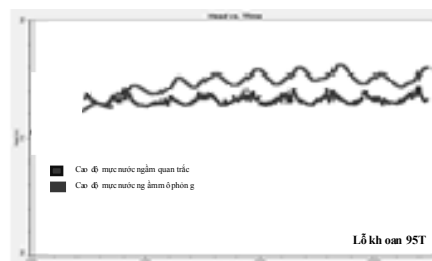
Phương pháp đề xuất đã được áp dụng để tính tiềm năng nước cho lưu vực sông Đồng Nai chảy qua địa bàn tỉnh Tây Nguyên. Chi tiết phần số liệu đầu vào dùng cho hai mô hình cũng như kết quả tiềm năng nước mặt và nước ngầm được trình bày trong nghiên cứu của Khanh và nnk. (2018). Lưu vực Đồng Nai sẽ được chia làm 21 tiểu lưu vực từ DN1-DN21, thời gian chạy mô hình SWAT và MODFLOW là từ năm 2008-2016 tương ứng với giai đoạn có số liệu đo đặc mực nước ngầm. Bảng 1 mô tả ví dụ trích xuất kết quả tính toán lượng bổ cập nước ngầm cho tiểu lưu vực DN1. Hình 5 so sánh mực nước ngầm mô phỏng bằng MODFLOW và mực nước ngầm quan trắc tại lỗ khoan 95T. Kết quả cho thấy đường quá trình mực nước mô phỏng và quan trắc có sự tương đồng lớn thể hiện qua độ lệch chuẩn (RMSE), giá trị RMSE trong quá trình kiểm định từ 2008-2014 là 1.73 m và trong quá trình kiểm định từ 2014-2016 là 1.82 m. Bản đồ cao độ mực nước ngầm được thể hiện qua Hình 6.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n}} \quad (1)$$

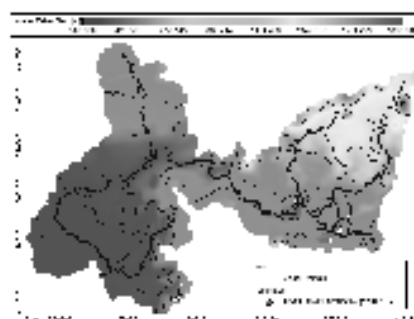
Trong đó P_i và O_i lần lượt là giá trị dự đoán và giá trị quan trắc tại thời điểm t , n số điểm quan trắc.

Bảng 1. Lưu lượng bổ cập DN1

Thời gian	Lượng bổ cập (mm)
1/1/2008	2.184
2/1/2008	2.114



Hình 5. So sánh mực nước ngầm mô phỏng và thực đo



Hình 6. Bản đồ cao độ mực nước ngầm

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất phương pháp hợp lý để kết nối hai mô hình thủy văn SWAT và nước ngầm MODFLOW. Tính hợp lý thể hiện ở cấu trúc kết hợp không quá phức tạp nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác cần thiết. Với việc lựa chọn “một HRU một tiểu lưu vực” khi phân chia HRU, kết quả bổ cập nước ngầm đầu ra của mô hình SWAT có thể sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho mô hình nước ngầm MODFLOW. Phương pháp này đã được áp dụng trên lưu vực sông Đồng Nai và cho kết quả tốt khi so sánh mực nước ngầm mô phỏng và thực đo.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Do Xuan Khanh và Nguyen Bach Thao. 2018. “Intergration of SWAT and MODFLOW model to assess the surface and ground water availability: a case study of Dong Nai basin in 2015/16”. *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, Vol 5, pp 1-8.