



Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:  
Các Khoa học Trái đất và Môi trường

Website: <https://js.vnu.edu.vn/EES>



## Ứng dụng mô hình biến thiên khả năng thấm (VIC) tính toán các chỉ số hạn cho tỉnh Bình Thuận

Nguyễn Quang Hưng\*, Lê Đức Khánh, Nguyễn Thị Liên

*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,  
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 30 tháng 11 năm 2018

Chỉnh sửa ngày 10 tháng 12 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 25 tháng 12 năm 2018

**Tóm tắt:** Hạn hán là một mối nguy hiểm tự nhiên phức tạp, để đánh giá mức độ hạn hán đã có nhiều các chỉ số được xây dựng. Trong nghiên cứu này, dựa trên các quá trình trao đổi nước bề mặt, mô hình Biến thiên khả năng thấm (VIC) được sử dụng để tính toán mô phỏng diễn biến độ ẩm tương đối của đất khu vực tỉnh Bình Thuận. Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng xảy ra hạn hán của lưu vực nghiên cứu cao, diễn biến hạn hán phức tạp, cho thấy rõ ảnh hưởng của lượng mưa, nhiệt độ và thấm phù đến quá trình trao đổi nước trong đất, độ ẩm đất. Kết quả nghiên cứu thể hiện mô hình VIC có tính ứng dụng cao, có thể dùng làm cơ sở để phát triển các công cụ dự báo hạn hán phục vụ lên kế hoạch sản xuất nông nghiệp, quản lý lập quy hoạch tài nguyên nước.

*Từ khóa:* Hạn hán, Mô hình VIC, Độ ẩm tương đối của đất, tỉnh Bình Thuận.

### 1. Giới thiệu chung

Hạn hán xuất hiện trên khắp thế giới, được coi là một trong những thảm họa phức tạp và khó hiểu trong thiên nhiên. Hạn hán thường xảy ra do một hoặc nhiều nhân tố, bao gồm sự thiếu hụt mưa, lượng bốc hơi lớn và việc khai thác quá mức nguồn tài nguyên nước. Việc đánh giá thảm họa do hạn hán là rất khó thực hiện bởi vì không có phương pháp cụ thể nào để xác định đầy đủ, rõ ràng về định lượng và tác động của hạn hán. Hiện nay để đánh giá diễn biến hạn hán trên thế giới đã sử dụng nhiều loại chỉ số

khác nhau để đánh giá. Chỉ số PN (Percent of Normal) là thước đo sự chênh lệch giữa lượng mưa thực tế  $R$  so với giá trị trung bình nhiều năm  $\bar{R}$  (giá trị chuẩn). Giá trị chuẩn có thể được tính cho từng tháng, từng mùa hoặc từng năm và sẽ được xem bằng 100%. Chỉ số cán cân nước (K) là chỉ số thông dụng ở Việt Nam, được tính theo công thức sau:  $K=E/R$ . Trong đó:  $E$  là lượng bốc hơi trong khoảng thời gian xác định;  $R$  là lượng mưa trung bình trong khoảng thời gian xác định.

Việc xác định diễn biến độ ẩm tương đối của đất có thể xác định bằng biện pháp đo đạc khảo sát trực tiếp ngoài thực địa, nhưng biện pháp này khó khả thi nếu muốn thu thập số liệu chi tiết cho một diện tích lớn. Tuy nhiên, việc ứng dụng các mô hình toán để mô phỏng chu

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-913502727.

E-mail: [nguyenquanghung@gmail.com](mailto:nguyenquanghung@gmail.com)

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4334>

trình thủy văn của lưu vực có thể mô phỏng được diễn biến độ ẩm của đất theo các thời đoạn khác nhau. Mô hình thủy văn về sự biến đổi khả năng thấm (Variable Infiltration Capacity, VIC) là một mô hình mô phỏng quá trình thủy văn lưu vực, thông qua tính toán trao đổi nước và năng lượng giữa đất và khí quyển, có tính toán đến các đặc tính của thảm phủ như cây cối, ao hồ, loại đất. Mô hình mô phỏng các dòng trao đổi nước/năng lượng giữa đất và khí quyển tại mỗi ô lưới riêng biệt, sau đó mô đun định tuyến dòng chảy (routing) sẽ được sử dụng để tính toán mô phỏng dòng chảy trong từng ô lưới dựa trên tổng lượng dòng chảy cơ sở và dòng chảy mặt.

Mô hình VIC là mô hình mã nguồn mở được xây dựng bởi Liang và cộng sự, sau đó được nâng cấp bởi Lohmann, gần đây nhất là Liang & Xie [1]. Mô hình VIC đã được hiệu chỉnh và áp dụng tốt ở một số lưu vực sông lớn trên lãnh thổ Mỹ và trên thế giới [2]. VIC đã tham gia vào dự án WCRP Liên minh các dự án tham số bề mặt đất (PILPS) và Hệ thống đồng hóa dữ liệu đất Bắc Mỹ (NLDAS) [3]. Nó cũng đã được đánh giá bằng cách sử dụng các số liệu quan trắc độ ẩm đất tại Hoa Kỳ [4] và dữ liệu mức độ che phủ tuyết toàn cầu [5]. Mô hình VIC tại Mỹ và Mexico đã ứng dụng để tính toán dữ liệu dài hạn về dòng trên mặt đất [6-7]. Các ứng dụng khác của VIC có thể kể đến như mô phỏng các thông số dòng chảy và thủy văn cho mục đích dự báo, tính toán cân bằng nước, mô phỏng vận hành hồ chứa, tái tạo và phân tích các sự kiện hạn hán, nghiên cứu hiện tượng gió mùa Bắc Mỹ, dự báo hạn hán, quản lý nguồn nước...

## 2. Lý thuyết mô hình VIC

Mô hình VIC được sử dụng để mô phỏng quá trình thay đổi đặc tính vật lý của nước và năng lượng trong đất, thảm phủ và không khí trên bề mặt thảm phủ trong quá trình di chuyển của không khí. Các đặc tính của mô hình VIC thể hiện trên việc tính toán thông qua các lưới

tính, với tham số không đồng nhất của thảm thực vật, các lớp đất đá địa tầng khác nhau, biến thiên thấm và dòng chảy phi tuyến tính. Các tính năng cơ bản của VIC như sau:

Mặt đất được mô hình hoá như một lưới diện tích lớn (> 1km), mỗi ô lưới tính toán được coi là đồng nhất.

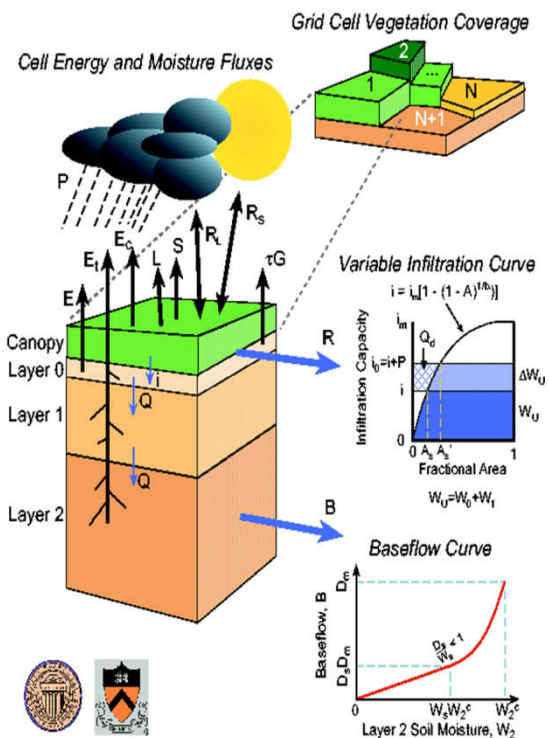
Đầu vào là chuỗi thời gian của các số liệu khí tượng hàng ngày (lượng mưa, nhiệt độ không khí, tốc độ gió...).

Bước tính cân bằng nước và năng lượng giữa khí quyển và bề mặt đất, được mô phỏng theo bước thời gian hàng ngày.

Nước chỉ có thể vào ô lưới tính toán thông qua các điều kiện đầu vào khí tượng.

Các ô lưới tính toán được mô phỏng độc lập với nhau, và toàn bộ mô phỏng được chạy cho từng ô lưới một cách riêng rẽ.

Sơ đồ cấu trúc của mô hình thủy văn VIC được thể hiện trong hình 1.



Hình 1. Cấu trúc hoạt động mô hình thủy văn VIC.

Như thể hiện trong hình 1, khu vực tính toán sẽ được chia thành các ô lưới riêng biệt, mỗi ô sẽ chia làm N+1 lớp phủ trong đó N thể hiện số loại thảm thực vật khác nhau và lớp cuối cùng  $n = N+1$  là lớp đất đá nền. Đối với mỗi thảm thực vật, các đặc điểm của thảm thực vật, như chỉ số diện tích lá (LAI), albedo bề mặt, sức cản khí khổng tối thiểu, sức cản kiến trúc, chiều dài nhám, phần rễ trong mỗi lớp đất và chiều dài thay thế (trong trường hợp LAI) được mô tả và gán giá trị. Quá trình thoát bốc hơi nước được tính toán theo phương trình Penman-Monteith. Phía dưới của các lớp che phủ là lớp đất, thông thường được mô tả gồm một lớp tán (canopy) duy nhất và nhiều lớp đất khác nhau tùy thuộc vào các số liệu địa chất địa tầng của khu vực nghiên cứu. Lớp tán tiếp nhận nước mưa dựa trên các thông số tương tác sinh quyển khí quyển (BATS) như là một hàm của LAI. Tầng đất dưới cùng nhận được độ ẩm từ lớp giữa thông qua quá trình thoát nước trọng lực, được điều chỉnh theo quan hệ Brooks-Corey áp dụng với độ dẫn thủy lực không bão hòa. Trong mô hình, phân bố độ ẩm đất, thấm, dòng chảy giữa các lớp đất, dòng chảy bề mặt, và dòng chảy dưới mặt đất đều được tính toán cho mỗi lớp che phủ đất tại mỗi bước thời gian. Sau đó, đối với mỗi ô lưới, tổng lượng nhiệt, nhiệt độ bề mặt hiệu quả, và tổng lượng dòng chảy bề mặt và dòng chảy dưới mặt đất được tính bằng cách tổng hợp các giá trị trên tất cả các ô phủ đất với các trọng số phân đoạn.

Phương trình liên tục được sử dụng để cân bằng nước cho mô hình VIC trong từng bước thời gian:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = P - E - R$$

Trong đó  $dS/dt$ , P, E, và R là sự thay đổi trữ nước, lượng mưa, sự bốc hơi, và dòng chảy. Trong bước thời gian, tất cả các đơn vị của các biến trên là mm. Trên các vùng thực vật, phương trình cân bằng nước trong lớp tán là:

$$\frac{\partial W_i}{\partial t} = P - E_c - P_t$$

Trong đó:

$W_i$  là lớp tán cây chặn nước (mm),

$E_c$ : bốc hơi từ tán lá và  $P_t$  là mưa vượt thấm.

Để mô phỏng dòng chảy, kết quả của mô hình VIC (bao gồm các giá trị theo từng bước thời gian tại từng ô lưới) thường được xử lý bằng một mô hình định tuyến riêng (routing) [8] dựa trên 1 hàm truyền tải tuyến tính để mô phỏng dòng chảy (hình 2). Về cơ bản mô hình định tuyến dòng chảy tính toán thời gian tập trung cho dòng chảy chảy tới đầu ra của một ô lưới cũng như dòng chảy trong mạng lưới sông. Giả thiết rằng hầu hết lưu lượng ngang trong ô lưới đều tới mạng kênh trong ô lưới trước khi nó đi qua biên giới vào ô lưới lân cận. Khi nước chảy vào kênh mương, nó không chảy ngược trở lại khỏi kênh và do đó nó loại ra khỏi chu trình thủy văn của các ô lưới.

Dòng chảy bề mặt và dòng chảy ngầm được tính toán trong mô hình VIC từ mỗi ô lưới bằng phương pháp đơn vị thủy văn tam giác và sau đó được mô phỏng trong kênh mương cho đến khi tới điểm ra của mô hình.

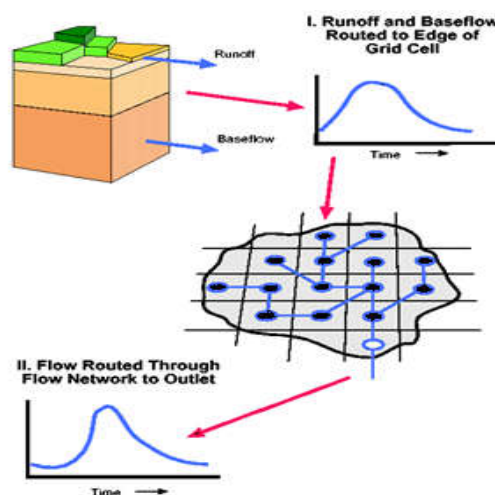
$$R_1 = \sum_{j=1}^{i-1} Q_j$$

$R_1$  = Dòng chảy trong bên trong mỗi ô lưới.

$Q_j$  = Dòng chảy tràn.

$j$  = Các bước thời gian của chuỗi thời gian chảy ra.

$i$  = Tổng số bước thời gian trong chuỗi thời gian chảy.



Hình 2. Sơ đồ mô phỏng tính toán dòng chảy.

### 3. Lưu vực nghiên cứu

#### 3.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 3. Bản đồ hành chính tỉnh Bình Thuận.

Bình Thuận là tỉnh có dãy đất bắt đầu chuyển hướng từ Nam sang Tây của phần còn lại của Việt Nam trên bản đồ hình chữ S, có tọa độ địa lý từ  $10^{\circ}33'42''$  đến  $11^{\circ}33'18''$  vĩ độ Bắc, từ  $107^{\circ}23'41''$  đến  $108^{\circ}52'18''$  kinh độ Đông. Địa hình Bình Thuận chủ yếu là đồi núi thấp, đồng bằng ven biển nhỏ hẹp, địa hình hẹp ngang kéo theo hướng đông bắc - tây nam. Với diện tích tự nhiên  $7.828,4 \text{ km}^2$  địa hình Bình Thuận được phân làm 4 vùng chính gồm đất cát và cồn cát ven biển chiếm 18,22%, đồng bằng phù sa chiếm 9,43%, vùng đồi gò chiếm 31,65% và vùng núi thấp chiếm 40,7% diện tích đất tự nhiên.

Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, nhiều nắng, nhiều gió, không có mùa đông và khô hạn nhất cả nước. Nhiệt độ cao đều, trung bình trong năm là  $26 - 27^{\circ}\text{C}$ , độ ẩm trung bình 75 - 85%, lượng mưa trung bình 800 - 2000 mm/năm, phân hóa theo mùa và khu vực theo hướng tăng dần về phía Nam. Khí hậu nơi đây phân hóa thành 2 mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa thường bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Trên thực tế mùa mưa chỉ tập trung vào 3 tháng 8, 9 và tháng 10, vì vậy mùa khô thực tế thường kéo dài.

Sông ngòi tại Bình Thuận đều thuộc lớp sông có chiều dài ngắn, lượng nước không điều hòa, mùa mưa thì nước sông chảy mạnh, mùa nắng làm sông bị khô hạn. Tính chung, các đoạn sông qua Bình Thuận có tổng chiều dài 663 km, trong đó có sông Cà Ty (76 km), sông La Ngà (74 km), sông Quao (63 km), sông Lòng Sông (43 km), sông Phan (40 km), sông Mao (29 km) và sông Lũy (25 km).

#### 3.2. Số liệu sử dụng trong mô hình

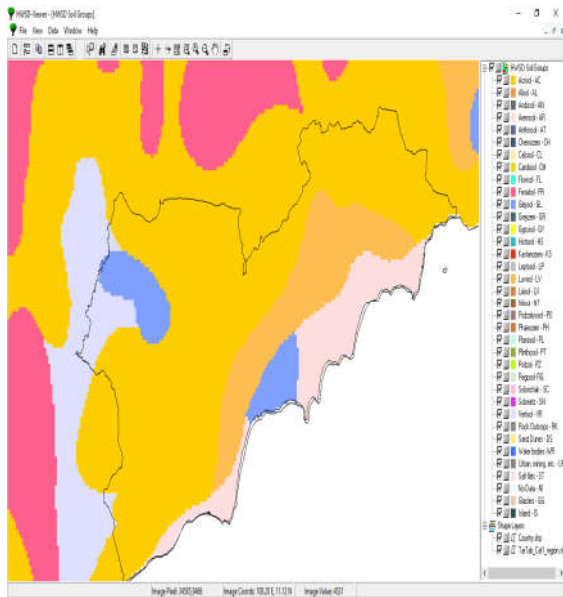
Mô hình VIC và mô đun Routing được áp dụng cho lưu vực tỉnh Bình Thuận, lưu vực nghiên cứu được chia thành 47 ô lưới vuông với kích thước ô lưới mô phỏng có tỉ lệ 0,125 độ ( $13,9 \text{ km}$ ). Các dữ liệu về đất, khí tượng, thảm thực vật được lưu trữ theo từng ô lưới riêng biệt trong từng tệp tin tham số đầu vào cho mô hình VIC. Mô phỏng sẽ được thực hiện độc lập trong từng ô lưới, sau đó, sẽ sử dụng mô hình định tuyến dòng chảy để diễn toán chênh lệch cao độ, lượng nước để cân bằng và đưa ra hướng dòng chảy giữa các ô lưới.

Số liệu khí tượng được sử dụng trong mô hình bao gồm số liệu thu thập trên địa bàn khu vực nghiên cứu và các số liệu quốc tế tại cơ sở dữ liệu National Climatic Data tại địa chỉ <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod>.

Các số liệu mưa cũng được đồng bộ hóa giữa số liệu có sẵn tại trạm quan trắc Phan Thiết và các số liệu quốc tế tại địa chỉ <http://www.chikyu.ac.jp/precip>. Ngoài ra, các số liệu mưa dự báo được sử dụng từ nguồn lượng mưa ước tính của dự án Quan trắc lượng mưa nhiệt đới giữa cơ quan hàng không vũ trụ Mỹ và cơ quan thăm dò vũ trụ Nhật Bản TRMM, được công bố và cập nhật liên tục trên internet tại địa chỉ website [http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac/bin/G3/gui.cgi?instance\\_id=MODIS\\_DAILY\\_L3](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac/bin/G3/gui.cgi?instance_id=MODIS_DAILY_L3).

Trên lưu vực nghiên cứu, ngoài số liệu mưa địa phương, các số liệu từ trạm thủy văn Tà Pao, Sông Lũy được bổ sung cho chuỗi số liệu tính toán.

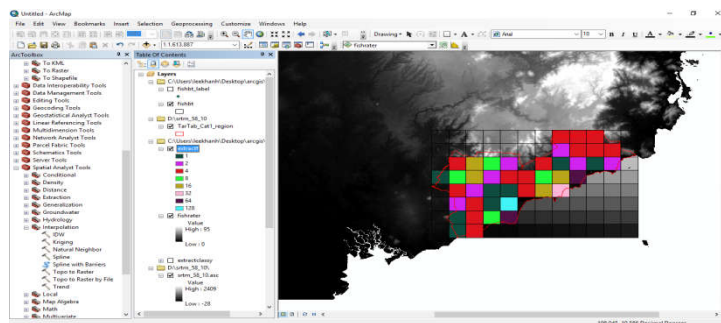




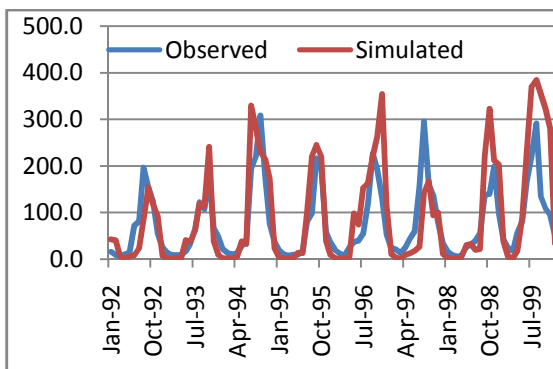
Hình 4. Bản đồ các loại đất khu vực nghiên cứu.

Số liệu về các thông số lớp đất được sử dụng từ nguồn công bố số liệu quốc tế Harmonized World Soil Database v 1.2 tại địa chỉ <http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC> và được xử lý bằng công cụ GIS như hình 4. Các thông tin được thể hiện trong ArcGIS tương đương với việc Bình Thuận có 10 loại đất với 20 tổ đất khác nhau, có kiểu rừng gỗ lá rộng, kiểu rừng rụng lá, kiểu rừng hỗn giao lá kim chiếm ưu thế, kiểu rừng hỗn giao và tre nứa thuần loại.

Tập tin hướng dòng chảy là tập tin quan trọng để quyết định cho mô hình định tuyến dòng chảy tính toán và diễn toán dòng chảy trong lưu vực dựa trên sự chênh lệch độ cao giữa các ô lưới. Độ cao từng ô lưới được trích xuất từ các kết quả công bố trong dự án “Shuttle Radar Topography Mission” (STRM DEM) tại địa chỉ <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc>, được xử lý trong ArcMap như trong hình 5.



Hình 5. Xử lý tập tin hướng dòng từ bản đồ số độ cao (DEM).



Hình 6. Dòng chảy bình quân tháng mô phỏng và thực đo tại trạm sông Lũy (1992 -1999).

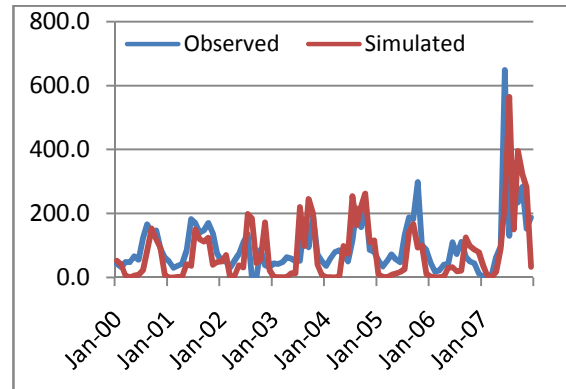
### 3.3. Kết quả tính toán mô hình VIC cho Bình Thuận

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho tỉnh Bình Thuận.

Các số liệu khí tượng thủy văn được thu thập và biên tập trong mô hình từ năm 1992 đến năm 2007, trong đó thời đoạn từ năm 1992 đến năm 1999 được sử dụng để hiệu chỉnh và từ năm 2000 đến 2007 được sử dụng để kiểm định. Số liệu dòng chảy đo đạc tại trạm sông Lũy được sử dụng để hiệu chỉnh kiểm định mô hình định tuyến dòng chảy. Kết quả tính toán hiệu chỉnh kiểm định được thể hiện sơ bộ trong hình 6 và hình 7.

Kết quả tính toán lưu lượng bình quân ngày cho thấy đường quá trình tính toán tương đối phù hợp với thực đo tại trạm sông Lũy, với các chỉ số NSE là 74%, RE là 7,3%.

Kết quả tính toán dòng chảy tại cửa ra của lưu vực được thể hiện ở hình 7, với các chỉ tiêu đánh giá NSE là 67%, RE là 6,6%. Như vậy có thể nói quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình VIC cho khu vực Bình Thuận đã thu được kết quả khá, mô hình có thể áp dụng được theo hai chỉ tiêu đánh giá NSE và RE. Bộ thông số mô hình (Bảng 1) có thể sử dụng để tính toán dòng chảy cho khu vực đã chọn.



Hình 7. Dòng chảy bình quân tháng mô phỏng và thực đo tại Bình Thuận (2000 -2007).

Bảng 1. Các thông số hiệu chỉnh trong mô hình VIC

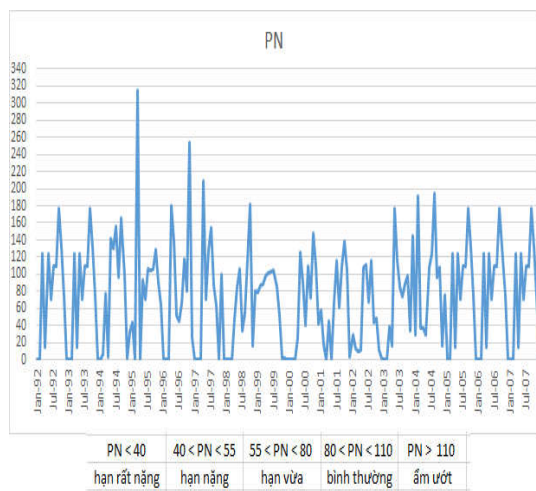
Tham số	Đơn vị	Giá trị của tham số	Ý nghĩa vật lý của các tham số
Dm	mm/d	4,0	Giá trị dòng chảy cơ bản ngày lớn nhất (mm)
Ds		1,0	Phân số của Dm xuất hiện dòng chảy cơ bản phi tuyến
Ws		1,0	Phân số của độ ẩm đất lớn nhất trong tầng đất thấp hơn với dòng chảy cơ bản phi tuyến xảy ra
d1	m	0,1	Độ dày của lớp đất thứ nhất
d2	m	0,4	Độ dày của lớp đất thứ hai
d3	m	1.0	Độ dày của lớp đất thứ ba
Bi		0,3	Hệ số của đường cong thấm

Kết quả tính toán mô phỏng của mô hình VIC cho tỉnh Ninh Thuận bao gồm 47 ô lưới với mỗi ô lưới có các chuỗi giá trị ngày từ năm 1992 cho tới 2007 gồm các thông số: Mưa, bốc hơi, dòng chảy mặt, dòng chảy cơ sở, độ ẩm lớp đất thứ 1, độ ẩm lớp đất thứ 2, độ ẩm lớp đất thứ 3, đặc trưng lớp đất, gió, nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối, tốc độ gió, và bốc hơi tiềm năng. Như vậy có thể nói các kết quả tính toán mô hình đã cho ta một lượng thông tin rất dồi dào về khu vực nghiên cứu. Một trong những thế mạnh của mô hình VIC là tính toán được chi tiết độ ẩm của từng lớp đất cũng như khả năng bốc thoát hơi của các lớp thâm phủ.

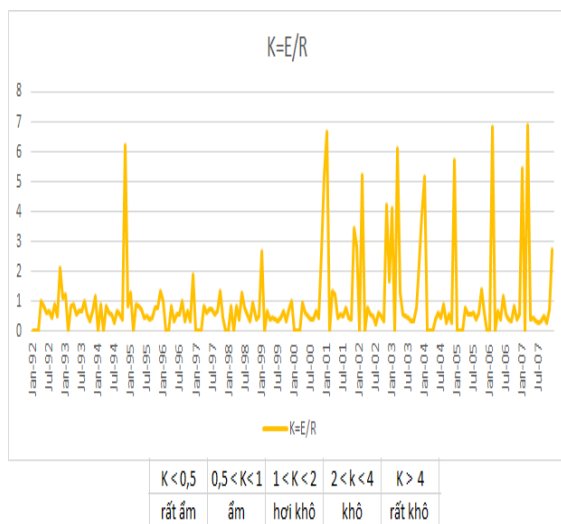
Như đã nhắc đến ở phần đầu nghiên cứu, có rất nhiều các chỉ số hạn khác nhau được xây dựng để đánh giá các loại hạn hán khác nhau như hạn nông nghiệp, hạn thủy văn, hay ảnh hưởng của bàn tay con người đến hiện trạng

hạn hán. Nhóm chỉ số đơn giản như chỉ số MI tính theo tỷ lệ mưa và bốc hơi, chỉ số K khô hạn của Bộ Tài nguyên và Môi trường tính toán theo lượng mưa tháng và bốc hơi tháng, chỉ số RSM tính toán theo độ ẩm đất và chỉ số SPI tính toán theo các đặc trưng của mưa [9-11]. Hai chỉ số PN và K được áp dụng tính toán thử nghiệm tại điểm cửa ra của sông Lũy trên lưu vực, các kết quả trình bày trong hình 8 và 9.

Kết quả tính toán thấy rõ khả năng xảy ra hạn hán của khu vực nghiên cứu rất cao, diễn biến phức tạp và thay đổi liên tục từng năm. Các chỉ số cũng chỉ ra rõ các đợt hạn nặng và rất nặng đã xảy ra trong quá khứ. Chỉ số PN, thể hiện sự biến động của lượng mưa so với lượng mưa bình quân nhiều năm, cho thấy thời gian mưa thiếu hụt (PN<80) tăng dần từ sau đợt hạn hán 1999 cho tới nay.

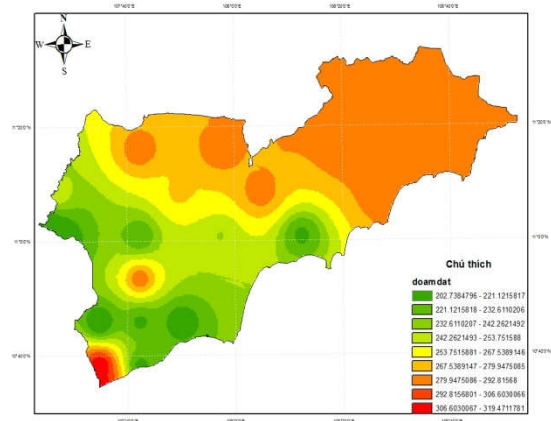


Hình 8. Diễn biến hạn theo chỉ số PN (1992 - 2007).

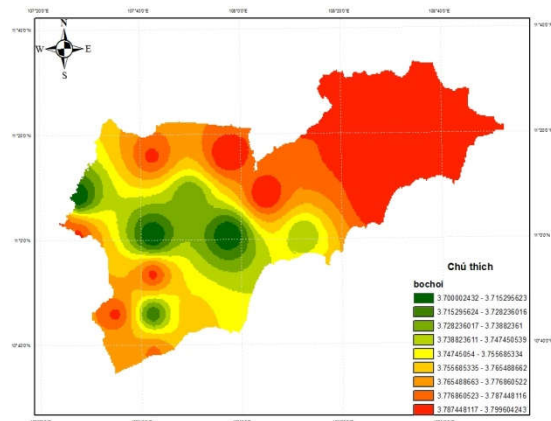


Hình 9. Diễn biến hạn theo chỉ số K (1992 – 2007).

Hình 9 minh họa kết quả tính toán chỉ số K, đại diện cho tỷ lệ giữa lượng bốc hơi và lượng mưa, cho thấy tình hình hạn có diễn biến kéo thời gian hơn trong các năm gần đây như những năm từ sau năm 1999, tương tự như kết luận theo tính toán chỉ số PN. Kết quả K đã chỉ ra lượng nước trữ trong đất dưới hình thức độ ẩm ngày càng thấp, thể hiện có sự ảnh hưởng mạnh của các quá trình trao đổi nước trong đất, độ ẩm đất và ảnh hưởng của nhiệt độ, thảm phủ... một cách rõ rệt.



Hình 10. Phân bố độ ẩm đất trung bình nhiều năm.



Hình 11. Phân bố lượng bốc hơi tiềm năng trung bình nhiều năm.

Một trong những khả năng vượt trội của mô hình VIC như đã mô tả ở trên là có khả năng tính toán nhiều thông số cho từng ô lưới. Trong nghiên cứu, độ ẩm đất được tính toán cho 3 lớp đất mô phỏng, bản đồ độ ẩm trung bình nhiều năm được thiết lập để có một cái nhìn tổng quát phân bố độ ẩm đất trên khu vực nghiên cứu tại hình 10.

Nhìn vào kết quả ta có thể thấy phía Bắc của tỉnh trữ lượng ẩm lớn hơn và giảm dần xuống phía nam. Tương tự như vậy, một sản phẩm khác của kết quả mô hình VIC là bản đồ bốc hơi tiềm năng trung bình nhiều năm cũng được thiết lập như trong hình 11. Rõ ràng lượng

bốc hơi tiềm năng khu vực phía Bắc khá lớn, biến động nhiều ở khoảng giữa cho đến phía Nam của tỉnh. Kết quả này cũng tương đồng với kết quả của phân bố độ ẩm đất trung bình nhiều năm.

#### 4. Kết luận

Như vậy, có thể nói mô hình VIC đã bước đầu ứng dụng thành công để mô phỏng các quá trình trao đổi năng lượng và độ ẩm theo từng ô lưới trên lưu vực tỉnh Bình Thuận. Dòng chảy tính toán được hiệu chỉnh kiểm định với các số liệu thực đo tại trạm quan trắc thủy văn sông Lũy, Bình Thuận khẳng định độ chính xác của mô hình. Dựa trên các kết quả thu được của mô hình VIC, các chỉ số hạn hán khác nhau được tính toán cho từng ô lưới. Việc ứng dụng các kết quả dự báo khí tượng cũng như dự báo mưa rõ ràng là một hướng nghiên cứu tiềm năng để xây dựng các kết quả dự báo hạn hán ngắn hạn cũng như dài hạn cho khu vực nghiên cứu, có tính thực tế cao. Mô hình VIC được khuyến cáo sử dụng cho các lưu vực diện tích lớn, tuy nhiên với nghiên cứu này cho thấy bước lưới của mô hình nhỏ (13,9km) là hoàn toàn khả thi với lưu vực tỉnh Bình Thuận, với đặc trưng bề ngang lưu vực nhỏ, độ dốc cao, sông ngòi ngắn, khí hậu nhiệt đới. Qua nghiên cứu này cho thấy mô hình VIC cần được xem xét triển khai nghiên cứu nhiều hơn tại các lưu vực khác để khẳng định tính khả thi của mô hình với điều kiện Việt Nam.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Liang, X., D. P. Lettenmaier, E. F. Wood, and S. J. Burges (1994), A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models, *J. Geophys. Res.*, 99(D7), 14415–14428, doi:10.1029/94JD00483.
- [2] Bowling, L., et al. (2008), Current capabilities in soil thermal representations within a large scale hydrology model, in 9th International Conference on Permafrost, edited, Fairbanks, AK.
- [3] Bowling, L., et al. (2008), Current capabilities in soil thermal representations within a large scale hydrology model, in 9th International Conference on Permafrost, edited, Fairbanks, AK.
- [4] Maurer, E. P., et al. (2002), A long-term hydrologically based dataset of land surface fluxes and states for the conterminous United States, *J. Clim.*, 15(22), 3237-3251.
- [5] Nijssen, B., et al. (2001b), Global retrospective estimation of soil moisture using the variable infiltration capacity land surface model, 1980-93, *J. Clim.*, 14(8), 1790-1808.
- [6] Maurer, E. P., et al. (2002), A long-term hydrologically based dataset of land surface fluxes and states for the conterminous United States, *J. Clim.*, 15(22), 3237-3251.
- [7] Zhu, C. M., and D. P. Lettenmaier (2007), Long-term climate and derived surface hydrology and energy flux data for Mexico: 1925-2004, *J. Clim.*, 20(9), 1936-1946.
- [8] Lohmann, D., et al. (1998a), Regional scale hydrology: I. Formulation of the VIC-2L model coupled to a routing model, *Hydrol. Sci. J.-J. Sci. Hydrol.*, 43(1), 131-141.
- [9] Nguyễn Lương Bằng, Trần Quốc Lập (2014), Ứng dụng mô hình VIC trong đánh giá hạn hán ở lưu vực sông Cái, *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* - số 46 (9/2014).
- [10] Phạm Quang Vinh, Phạm Thị Thanh Hương (2012), Đánh giá hạn nông nghiệp tỉnh Bình Thuận theo kịch bản Biến đổi khí hậu, *Tạp chí Các khoa học về trái đất*, 34(4), 513-523.
- [11] Ngô Thanh Sơn và nnk (2018), Đánh giá tình hình hạn hán tại tỉnh Bình Thuận giai đoạn 1984-2016, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam* 2018, 16(4): 339-350.



## Application of Variable Infiltration Capacity Model (VIC) for Calculating Drought Indicators for Binh Thuan Province

Nguyen Quang Hung, Le Duc Khanh, Nguyen Thi Lien

*Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography, VNU University of Science,  
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** Drought is a complex natural hazard; so far, there have been several ways to assess drought levels using different indices. In this study, the Variable Infiltration Capacity (VIC) model was used to calculate the relative changes of soil moisture in Binh Thuan province based on surface-subsurface water exchange processes. Model results are then used to quantify drought indicators for assessment of drought situations in Binh Thuan province. Modeled results show that drought occurrences in the study basin are high and complicated, clearly indicating the effect of rainfall, temperature and vegetation cover to water exchange and soil moisture. This work demonstrates the applicability of VIC model for the development of drought forecasting tools for agricultur and water resources planning.

*Keywords:* Drought, VIC model, relative soil humidity, Bình Thuận.