

XÁC ĐỊNH TỔNG LƯỢNG NƯỚC MẶT TẠI LƯU VỰC VU GIA - THU BỒN

Trịnh Thị Hoài Thu, Nguyễn Văn Quang
Ngô Thị Mến Thương, Trần Thị Thu Trang
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Tổng lưu lượng nước mặt lưu vực liên quan chặt chẽ với lưu lượng sông trong nhiều khu vực, đóng vai trò quan trọng trong chu trình thủy văn vì nó phản ánh tác động của lượng mưa, thoát hơi nước đối với các vùng. Việc ước tính tổng lượng nước mặt của lưu vực không những giúp chúng ta quản lý tốt tài nguyên nước mà còn giúp hiểu rõ hơn về biến động tài nguyên nước và chu trình thủy văn trong lưu vực. Trong nghiên cứu này, sử dụng viễn thám, GIS và mô hình lượng mưa dòng chảy để ước tính tổng lượng nước mặt cho khu vực Vu Gia - Thu Bồn, một trong những lưu vực lớn tại Việt Nam. Tổng lượng nước mặt tại lưu vực được xác định theo phương pháp SCS-CN từ dữ liệu lượng mưa, dữ liệu thổ nhưỡng, sử dụng đất trên công nghệ GIS là 71.365,5 triệu m³. Kết quả tính sẽ được sử dụng cho các bài toán phân bổ, quy hoạch và quản trị tài nguyên nước mặt tại lưu vực.

Từ khóa: Tổng lượng nước mặt; Viễn thám; GIS.

Abstract

Determination of total surface water in Vu Gia - Thu Bon basin

The total surface water of the basin is closely related to the river discharge in many areas, playing an important role in the hydrological cycle because it reflects the impact of rainfall and evapotranspiration on each area. Estimating the total surface water volume of the basin not only helps us better manage water resources, but also helps us better understand water resource fluctuations and the water cycle in the basin. In this study, remote sensing, GIS and rainfall - runoff models were used to estimate the total surface water for the Vu Gia - Thu Bon area, one of the major watersheds in Vietnam. The total amount of surface water in the basin determined by the SCS-CN method from rainfall data, soil data, and land cover/land use within geographical information systems (GIS) environment in 2014 is 71365,5 million m³.

Keywords: Total surface water; Remote sensing; GIS.

1. Giới thiệu

Trong quản lý tài nguyên nước, việc xác định được tổng lượng nước mặt là yêu cầu cơ bản và đóng vai trò quan trọng trong quản lý tài nguyên nước. Thông thường việc xác định lượng nước thông qua các mô hình thủy văn. Chu trình thủy văn là một quá trình liên tục trong đó

nước bị bốc hơi khỏi bề mặt đại dương, di chuyển như khối không khí ẩm và tạo ra mưa. Mưa về cơ bản là cần thiết để đáp ứng các nhu cầu khác nhau bao gồm nông nghiệp, thủy điện, công nghiệp, môi trường và hệ sinh thái và là nguồn chính của “dòng chảy”. Việc xác định mối quan hệ giữa lượng mưa và dòng chảy là một trong những khía cạnh quan trọng nhất

Nghiên cứu

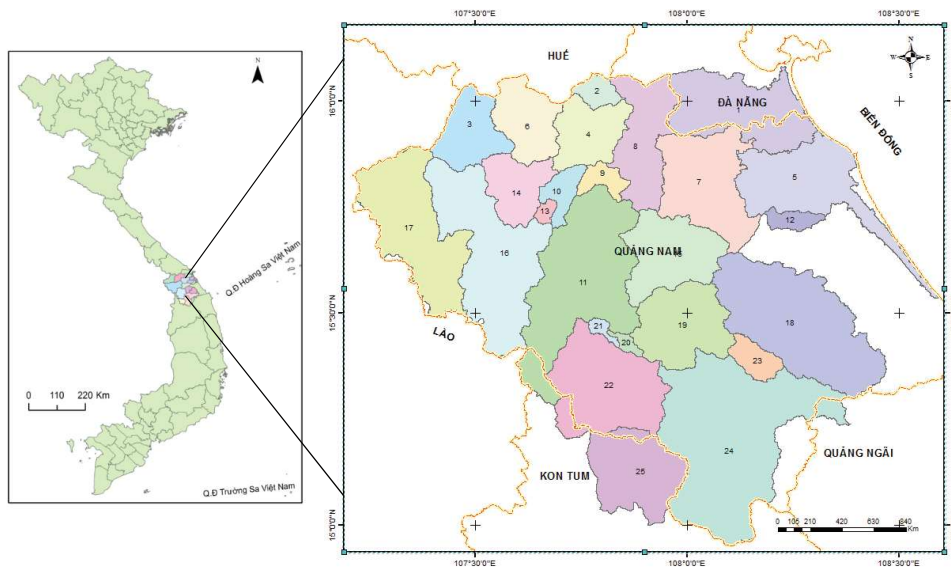
trong quản lý tài nguyên nước trong một khu vực [6, 10].

Phương pháp đường cong số do Trung tâm dịch vụ bảo tồn đất của Bộ Nông nghiệp Mỹ (USDA) xây dựng (SCS-CN) (The Soil Conservation Service - Curve Number) đóng một vai trò quan trọng trong mô hình lượng mưa dòng chảy. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi và mạnh mẽ để xác định lượng nước ở các lưu vực lớn [3]. Các thông số để xác định lượng nước không chỉ là yếu tố khí hậu, mà còn cả các đặc điểm của lưu vực như loại đất, nhóm đất, lớp phủ/ sử dụng đất. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh việc sử dụng dữ liệu viễn thám là hữu ích trong nghiên cứu tài nguyên nước [2, 5, 6]. Viễn thám cung cấp các dữ liệu như lớp phủ/ sử dụng đất bề mặt, thổ nhưỡng,

lượng mưa là những thông tin đầu vào cho mô hình lượng mưa - dòng chảy. Xử lý dữ liệu trên nền tảng GIS đã trở thành một bước quan trọng trong mô hình thủy văn vì nó góp phần tạo ra các tham số mô hình theo cách phân bố không gian [1]. Nó đã tham gia vào việc lưu trữ, truy xuất dữ liệu, lớp phủ bản đồ, phân tích không gian,... và để lấy các thông số thủy văn từ đất, lớp phủ đất và lượng mưa,... Việc sử dụng phương pháp SCS-CN trên nền tảng hệ thống thông tin địa lý (GIS) cho phép phân tích không gian một cách dễ dàng hơn, tiết kiệm thời gian hơn so với sử dụng phương pháp SCS-CN truyền thống [9]. Từ những phân tích trên, bài báo này sẽ thực hiện việc xác định lượng nước mặt tại lưu vực Vu Gia - Thu Bồn bằng phương pháp SCS-CN dựa trên nền tảng GIS có sự tham gia của dữ liệu viễn thám.

2. Khu vực và dữ liệu nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1: Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

Vu Gia - Thu Bồn là một trong chín lưu vực lớn nhất tại Việt Nam, nằm ở $14^{\circ}57'10''$ đến $16^{\circ}16'50''$ vĩ độ Bắc, $107^{\circ}53'50''$ đến $108^{\circ}12'20''$ kinh độ Đông. Địa hình của

lưu vực phức tạp, bị chia cắt mạnh và có xu hướng nghiêng. Diện tích vào khoảng $10.068,0 \text{ km}^2$ chủ yếu nằm ở tỉnh Quảng Nam, một phần của tỉnh Kon Tum và thành

phố Đà Nẵng. Địa hình vùng núi có độ cao trung bình từ 700 - 800 m nơi cao nhất là trên 1.500 m, địa hình vùng gò đồi có độ cao trung bình từ 100 - 200 m có dạng hình bát úp và lượn sóng, vùng đồng bằng ven biển tương đối bằng phẳng, có độ cao dưới 30 m gồm những dải đồng bằng nhỏ hẹp ở phía Đông.

2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu ảnh Landsat 8 với độ phân giải không gian là 30 m của khu vực nghiên cứu nằm ở 4 cột và hàng tương ứng là 125/049, 125/050 chụp ngày 29/05/2014 và 124/049, 124/050 chụp ngày 22/5/2014.

Dữ liệu thổ nhưỡng được sử dụng trong nghiên cứu là bản đồ 1:50.000 ở

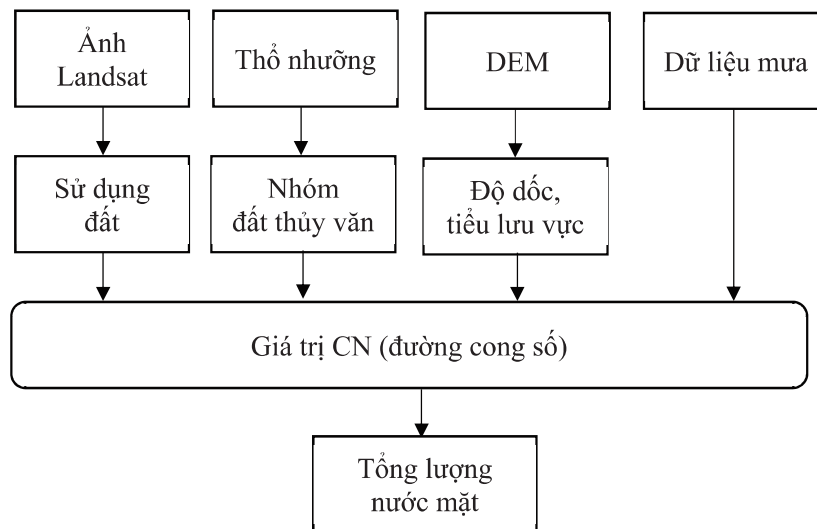
dạng giấy được xây dựng bởi Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2005.

Dữ liệu DEM được sử dụng là dữ liệu SRTM toàn cầu của NASA, dữ liệu được cho khai thác miễn phí trên USGS công bố vào cuối năm 2015.

Dữ liệu lượng mưa được thu thập từ khu vực theo ngày tại 16 trạm đo toàn lưu vực từ ngày 01/01/2014 đến ngày 31/12/2014.

3. Phương pháp nghiên cứu

Việc xác định lượng nước mặt trong lưu vực Vu Gia - Thu Bồn được thực hiện theo sơ đồ nghiên cứu (Hình 2) thông qua các bước xử lý dữ liệu ảnh Landsat và dữ liệu thổ nhưỡng từ đó sử dụng phương pháp SCS-CN xác định tổng lượng nước.



Hình 2: Các bước xác định tổng lượng nước trên GIS

Dữ liệu ảnh viễn thám được phân loại trên nền tảng Google Earth Engine theo phương pháp Random forest có độ chính xác sai số tổng thể là 0,7 với 11 loại lớp phủ/ sử dụng đất: Đất hoa màu, đất rừng tự nhiên, rừng sản xuất, đất ở nông thôn, đất ở thành thị, lúa, khu công nghiệp, khu thương mại, nước mặt, đất trồng cây lâu năm, đất trồng.

Dữ liệu thổ nhưỡng được sử dụng trong nghiên cứu là bản đồ 1:50.000 được xây dựng bởi Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn năm 2005, được vec- to và đưa về tọa độ cùng với tọa độ của dữ liệu lớp phủ/ sử dụng đất. Dữ liệu thổ nhưỡng được tái phân loại theo 4 nhóm đất thủy văn (hydrologic soil) là A, B, C và D dựa trên đặc trưng về sự xâm nhập nước theo

Nghiên cứu

quy chuẩn của USDA [8]. Nhóm A là các loại đất có khả năng tạo dòng rất thấp và tốc độ xâm nhập cao. Nhóm B là các loại đất có khả năng tạo dòng chảy thấp, tốc độ thấm khá cao. Nhóm C là các loại đất có tiềm năng thoát nước cao trung bình và tỷ lệ xâm nhập thấp. Nhóm D là các loại đất có tiềm năng tạo dòng chảy cao và tỷ lệ xâm nhập rất thấp.

Dữ liệu DEM đưa vào sử dụng để xác định độ dốc và khoanh định các tiểu lưu vực. Trước khi đưa DEM vào sử dụng cần phải làm đầy những lỗi lổm sai so với địa hình thực tế lỗi mất dữ liệu địa hình được thực hiện trên GIS. Kết quả sau hiệu chỉnh dữ liệu DEM được sử dụng cho các bước tính toán độ dốc và phân định thành 25 tiểu lưu vực.

Tất cả các dữ liệu lớp phủ/ sử dụng đất, thổ nhưỡng và DEM đều được đưa về hệ tọa độ WGS 84 múi 48 N.

Phương trình đường cong số SCS-CN có dạng như sau [7]:

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - I_a)^2}{(R_{day} - I_a + S)} \quad (1)$$

Trong đó: Q_{surf} là dòng chảy mặt tích lũy (mm), R_{day} là lượng mưa trong ngày (mm), I_a là lượng tiêu hao nước (mm) và S là tham số duy trì (mm). Tham số duy trì thay đổi theo không gian tùy thuộc vào sự biến đổi của thổ nhưỡng, sử dụng đất, độ dốc và theo thời gian do sự thay đổi nước trong đất. Tham số này được định nghĩa như sau [7]:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (2)$$

Trong đó: CN là đường cong số trong ngày. Lượng nước tiêu hao $I_a = 0,2S$.

Lúc này, Q_{surf} là dòng chảy tích lũy được xác định:

$$Q_{surf} = \frac{(R_{day} - 0,2S)^2}{(R_{day} + 0,8S)} \quad (3)$$

CN được xác định giá trị từ $0 \leq CN \leq 100$. Giá trị của CN phụ thuộc vào loại đất thủy văn và sử dụng đất được xác định theo công thức sau:

$$CN = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad (4)$$

Trong đó: CN là giá trị CN của khu vực, A_i diện tích với CN_i , CN_i giá trị CN của lớp phủ/sử dụng đất, nhóm đất thủy văn và điều kiện ẩm.

Lưu lượng dòng chảy được xác định theo công thức sau [4]:

$$q = \frac{\alpha_{tc} \cdot Q_{surf} \cdot Area}{3,6 \cdot t_{conc}} \quad (5)$$

Trong đó: q là lưu lượng dòng chảy (m^3/s), α_{tc} là tỉ lệ lượng mưa ngày xảy ra trong thời gian tập trung; Q_{surf} là dòng chảy bề mặt (mm); Area là diện tích tiểu lưu vực (km^2); t_{conc} là thời gian tập trung tại tiểu lưu vực.

Biết:

$$\alpha_{tc} = \frac{R_{tc}}{R_{day}} \quad (6)$$

Trong đó: R_{tc} là lượng mưa rơi trong thời gian tập trung (mm) và R_{day} là lượng mưa rơi trong ngày (mm).

Và

$$t_{conc} = t_{ov} + t_{ch} \quad (7)$$

Trong đó t_{ov} thời gian tập trung trên đất được xác định theo công thức:

$$t_{ov} = \frac{L_{slp}^{0,6} \cdot n^{0,6}}{18 \cdot slp^{0,3}} \quad (8)$$

Trong đó: L_{sp} là chiều dài độ dốc tiểu lưu vực (m), slp là độ dốc trung bình tiểu lưu vực và n là hệ số độ nhám Manning cho tiểu lưu vực.

$$t_{ch} = \frac{0,62.L.n^{0,75}}{Area^{0,125} slp_{ch}^{0,375}} \quad (9)$$

Trong đó: t_{ch} là thời gian tập trung cho dòng chảy kênh (hr), L là chiều dài dòng chảy từ điểm xa nhất tới cửa xả của tiểu lưu vực (km), n là hệ số độ nhám Manning, $Area$ là diện tích tiểu lưu vực (km^2) và slp_{ch} là độ dốc dòng chảy.

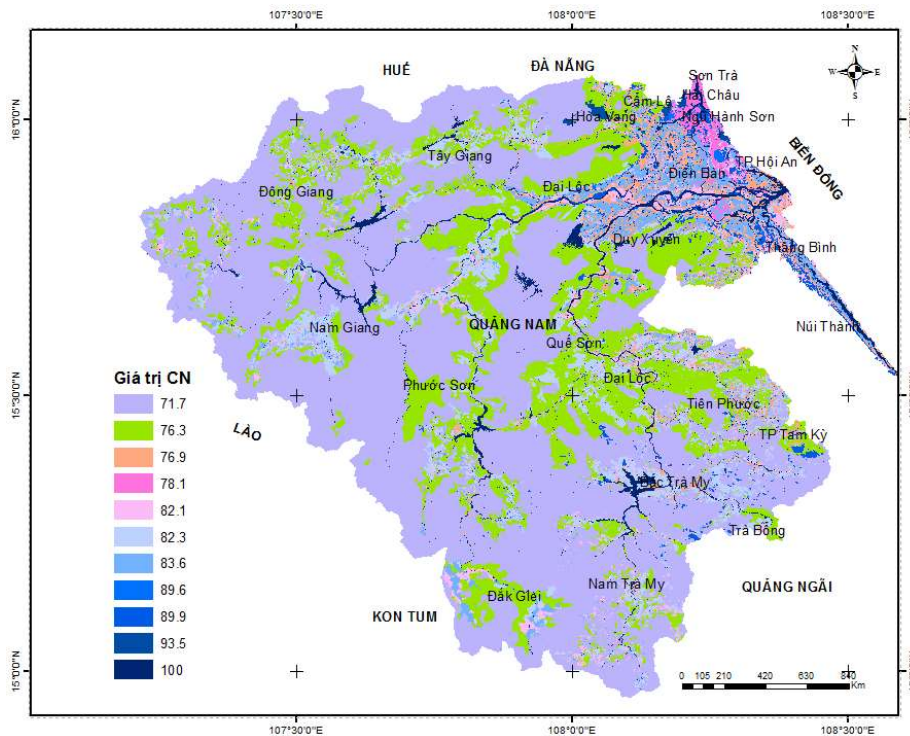
Tổng lượng nước được xác định trong năm cho các lưu vực con theo công thức [10]:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} q(t)dt \quad (10)$$

Trong đó: W là tổng lượng dòng chảy (m^3), q là lưu lượng trong khoảng thời gian t .

4. Kết quả nghiên cứu

Khoảng 40,4 % diện tích lưu vực là được bao phủ bởi rừng - đất trồng cây xanh nên khu vực chủ yếu là các nhóm đất thủy văn B, C và D. Giá trị CN sau khi tính được từ dữ liệu thổ nhưỡng, lớp phủ/ sử dụng đất và dữ liệu mưa trên ArcGIS thể hiện trong Hình 3. Giá trị của CN tại khu vực nghiên cứu từ 71,7 đến 100 cho thấy khu vực hình thành dòng chảy tương đối tốt. Giá trị CN được thể hiện trong Hình 3, CN có giá trị là 71,7 chiếm diện tích lớn nhất và tập trung ở khu vực có giá trị độ cao từ 465 m đến 937 m, hầu hết các loại hình sử dụng đất đều có giá trị CN cao và ngoại trừ lớp phủ nước mặt thì đất thương mại có giá trị CN cao nhất tương ứng là 93,5.



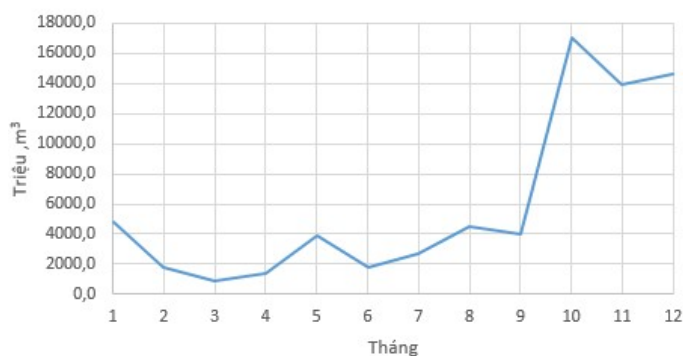
Hình 3: Giá trị CN của lưu vực Vu Gia - Thu Bồn

Tổng lượng nước mặt từ tháng 01/2014 đến tháng 12/2014 cho 25 lưu vực con và toàn lưu vực được xác định và thể hiện trong Bảng 1 và Hình 4.

Bảng 1. Tổng lượng nước theo tháng năm 2014 (triệu m³)

Tháng TLV*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	36,2	12,6	2,1	4,5	0,4	9,9	18,0	24,9	12,6	200,6	97,5	192,3
2	3,7	1,2	0,4	1,1	6,4	3,1	4,2	9,8	4,6	6,8	7,5	11,5
3	10,7	3,3	1,4	4,4	25,7	10,4	15,1	38,4	16,3	25,1	28,2	42,9
4	16,0	4,8	2,0	5,9	32,2	14,1	19,8	47,6	20,7	32,2	35,4	54,8
5	870,5	324,2	141,8	221,7	630,0	280,7	493,9	733,9	659,7	2.332,0	1.784,3	1.833,8
6	22,3	6,7	2,9	9,2	53,2	21,9	31,5	79,3	33,1	51,9	57,9	88,5
7	833,0	312,8	143,2	225,5	627,8	280,2	475,7	737,9	654,7	2.332,0	1.784,3	1.833,8
8	236,1	81,8	33,3	52,8	323,3	127,7	187,1	434,1	291,1	733,5	986,0	886,9
9	236,1	81,8	33,3	52,8	323,3	127,7	187,1	420,2	291,1	733,5	986,0	886,9
10	107,1	27,0	9,2	41,7	238,0	91,5	151,5	356,5	157,6	257,4	274,2	419,7
11	214,9	77,9	30,8	25,2	182,5	76,0	59,4	58,3	236,0	654,6	903,1	772,2
12	4,9	2,1	0,8	0,9	0,4	0,2	2,4	2,2	1,0	21,1	14,1	22,4
13	100,8	24,8	8,9	39,7	234,8	90,0	148,4	349,5	152,9	238,5	255,0	393,7
14	33,7	10,0	4,1	13,0	75,2	32,8	45,4	113,0	48,7	74,8	83,4	127,1
15	436,3	184,3	101,3	140,0	154,2	92,5	196,7	229,2	212,7	2.058,6	1.331,0	1.498,3
16	70,7	21,4	8,4	23,7	137,6	62,2	87,0	210,4	95,7	142,1	159,3	242,4
17	28,3	8,3	3,4	10,5	63,6	26,3	38,6	97,1	43,3	63,4	72,3	108,8
18	345,5	144,2	85,3	108,8	129,5	81,8	137,4	132,2	173,6	1.771,0	1.033,2	1.174,2
19	395,3	165,4	96,3	133,7	143,7	89,5	156,1	154,1	186,1	1.944,0	1.192,8	1.350,4
20	103,7	37,6	16,6	14,8	98,4	41,8	29,5	31,3	128,6	363,2	487,6	417,3
21	100,7	36,4	16,1	14,4	96,3	40,8	28,8	30,6	125,9	356,0	476,7	408,5
22	97,9	35,3	15,7	14,1	94,2	39,9	28,0	30,0	123,3	348,7	466,3	399,6
23	230,9	91,5	55,1	100,6	87,0	74,4	100,0	107,4	125,3	1.145,6	666,1	677,1
24	209,1	88,2	53,9	90,0	77,7	68,1	86,1	95,8	111,5	1.017,0	595,6	603,4
25	26,6	5,2	4,7	5,7	41,3	14,9	10,3	12,7	54,9	164,5	199,3	176,8

*TLV: Tiểu lưu vực



Hình 4: Tổng lượng theo tháng tại lưu vực năm 2014

Kết quả tính toán cho ra tổng lượng nước mặt năm 2014 tại lưu vực Vu Gia - Thu Bồn là 71.365,5 triệu m³, tại tháng 10, 11, 12 tổng lượng nước tại khu vực đạt giá trị cao tương ứng với các tháng

mùa mưa ở lưu vực. Tổng lượng nước trong tháng 10, 11 và 12 là 49.629,5 triệu m³ chiếm 69,5 % của cả năm 2014. Tổng lượng nước cao nhất vào tháng 10 với số lượng là 17.068,1 triệu m³ nước và lượng

nước thấp nhất tại lưu vực năm 2014 vào tháng 3 với giá trị là 871,2 triệu m³, điều này cho thấy có sự chênh lệch lớn lượng nước giữa các tháng trong năm của lưu vực, dẫn đến tình trạng mất cân đối nguồn nước và gây ra tình trạng thiếu vào các tháng mùa khô và thừa nước vào các tháng mùa mưa.

5. Kết luận

Nghiên cứu đã chứng minh việc phương pháp SCS-CN kết hợp sử dụng dữ liệu viễn thám và các dữ liệu bản đồ trên nền tảng GIS là một cách khả thi để xác định tổng lượng nước mặt cho các lưu vực. Tổng lượng nước phụ thuộc vào hai yếu tố chính là giá trị CN và lượng mưa, giá trị CN và lượng mưa càng cao sự hình thành dòng chảy càng lớn điều này tỉ lệ thuận với tổng lượng nước tại lưu vực. Tổng lượng nước cho lưu vực Vu Gia - Thu Bồn trong năm 2014 là 71.365,5 triệu m³ phân bố không đồng đều cho các lưu vực con và trong các tháng, tháng 10 là tháng có số lượng nước lớn nhất trong năm và tháng 3 có số lượng nước thấp nhất.

Lời cảm ơn: Bài báo được thực hiện dưới sự hỗ trợ nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu xác định mối liên hệ nhiệt độ, độ cao tầng đối lưu với tổng lượng nước mặt theo số liệu vệ tinh GNSS và dữ liệu viễn thám”. Mã số TNMT.2021.02.04 do Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Adam, E. O., Abd Elbasit, M. A., Solomon, T., & Ahmed, F. (2017). *Integration of satellite rainfall data and curve number method for runoff estimation under semi-arid wadi system*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 42.

[2]. Esmaili Ouri, A., & Samiei, M. (2011). *Assessment of empirical methods of runoff estimation in Tangesoye watershed in Fars province*. Paper presented at the Articles Collections of the Seventh National Conference on Watershed Management Science and Engineering.

[3]. Li, F., Zhang, Y., Xu, Z., Liu, C., Zhou, Y., & Liu, W. (2014). *Runoff predictions in ungauged catchments in southeast Tibetan Plateau*. Journal of Hydrology, 511, 28 - 38.

[4]. Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). *Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009*. Texas Water Resources Institute.

[5]. Nema, M., & Lohani, A. (2006). *Runoff estimation from a small watershed using giuh approach in a GIS environment*. J Soil Water Conserv, 5, 34 - 41.

[6]. Rawat, K. S., & Singh, S. K. (2017). *Estimation of surface runoff from semi-arid ungauged agricultural watershed using SCS-CN method and earth observation data sets*. Water conservation science and engineering, 1, 233 - 247.

[7]. Scs, U. (1992). *Soil Conservation Service: Urban hydrology for small watersheds*. Technical Release, 77, 2004.

[8]. Shadeed, S., & Almasri, M. (2010). *Application of GIS-based SCS-CN method in West bank catchments, Palestine*. Water Science and Engineering, 3(1), 1 - 13.

[9]. Son, N. T. (2003). *Tính toán thủy văn*. Nxb. Đại học Quốc gia Hà Nội, 187.

[10]. Verma, S., Verma, R., Mishra, S. K., Singh, A., & Jayaraj, G. (2017). *A revisit of NRCS-CN inspired models coupled with RS and GIS for runoff estimation*. Hydrological Sciences Journal, 62(12), 1891 - 1930.

BBT nhận bài: 28/4/2023; Phản biện xong: 10/5/2023; Chấp nhận đăng: 29/6/2023