

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC SUY GIẢM DIỆN TÍCH CÁC VÙNG CHỨA ĐẾN MỨC NƯỚC CAO NHẤT TẠI HẠ LƯU SÔNG ĐỒNG NAI

LƯƠNG VĂN VIỆT

Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

lgviet@yahoo.com

Tóm tắt: Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của sự suy giảm diện tích các vùng chứa do các hoạt động san lấp, xây dựng đê bao đến mực nước cao nhất khu vực hạ lưu sông Đồng Nai. Phương pháp nghiên cứu là dựa trên phân tích mối quan hệ giữa mực nước và diện tích các vùng chứa, với diện tích các vùng chứa được xác định từ việc phân loại ảnh viễn thám. Số liệu mực nước sử dụng trong nghiên cứu là mực nước cao nhất hàng năm của 5 trạm quan trắc từ năm 1989-2017. Ảnh viễn thám được sử dụng là ảnh Landsat, có 16 ảnh được đưa vào phân tích trong giai đoạn này. Kết quả nghiên cứu cho thấy, do tác động của mực nước biển dâng đã làm cho mực nước cao nhất của các trạm trong sông tăng trên dưới 10 cm trong giai đoạn từ 1989-2017. Ảnh hưởng của sự thu hẹp các vùng chứa đã làm cho mực nước cao nhất của các trạm trong sông tăng từ 29,2-36,1 cm.

Từ khóa: Đô thị hóa, vùng chứa, mực nước biển dâng, xu thế mực nước

THE EFFECT OF STORAGE AREA DECLINE ON THE HIGHEST WATER LEVEL IN THE LOWER DONG NAI RIVER

Abstract: The purpose of this paper is to evaluate the change of water level in the lower Dong Nai river due to the integrated impact of sea level rise and storage area decline. Research methodology is based on statistic. Data used in this study was annual highest water level and storage areas. The water level data is taken from six gauging station, from 1989 to 2017. The storage areas data is generated from remote sensing image analysis. The image satellite image from Landsat, with 16 scenes from 1989 to 2017. The study results showed that, from 1989 to 2017, due to the impact of sea level rise, the highest water level on the mouth river has been has increased by approximately 10 cm. Due to the storage area decline, the highest water level on the mouth river has been has increased from 29,2 cm to 36,1 cm.

Keywords: urbanization, storage area, sea level rise, water level trend

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sông Đồng Nai là một hệ thống sông lớn thứ hai ở các tỉnh phía Nam. Chế độ thủy triều khu vực này là bán nhật triều không đều với biên độ triều khá cao. Hạ lưu của lưu vực này có độ cao địa hình thấp với nhiều vùng chứa lớn có khả năng điều tiết mực nước. Vùng chứa (*storage area*) trong tính toán thủy lực được hiểu là các khu vực có khả năng tiếp nhận nước từ dòng chảy mặt hoặc dòng chảy tập trung nên nó giữ vai trò rất quan trọng. Tuy nhiên trong những năm gần đây các vùng chứa có khả năng điều tiết mực nước thì ngày càng bị thu hẹp do quá trình san lấp cho mục đích phát triển đô thị và các khu công nghiệp. Ngoài việc san lấp, để ứng phó với biến đổi khí hậu và giải quyết tình hình ngập lụt, nhiều hệ thống đê bao đã được xây dựng, làm suy giảm nhanh diện tích các vùng chứa.

Khi mực nước biển dâng sẽ làm cho mực nước trong sông tăng với mức tăng có thể xấp xỉ mức tăng trên biển. Tuy nhiên, theo thống kê trong bảng 1 từ kết quả nghiên cứu trong báo cáo [1], so với mức dâng mực nước trên biển tại Vũng Tàu trong giai đoạn từ 1980-2014 thì mức dâng mực nước trong sông (Δh) có nhiều khác biệt. Ứng với tần suất xuất hiện $P = 0,1\%$ (phần nghìn triệu), mức dâng mực nước của các trạm trong sông ($\Delta h_{p=0,1\%}$) cao hơn khá nhiều so với trạm Vũng Tàu trên biển. Mức dâng mực nước

với $P = 50\%$ của các trạm là tương đối đồng đều. Ở $P = 0,1\%$ (phần chân triều), một số trạm có mức tăng xấp xỉ với mức tăng trên biển, ngoại trừ các trạm Nhà Bè và Phú An lại có sự giảm mực nước.

Bảng 1. Mức tăng mực nước giai đoạn 1980-2014 [1]

Mực nước thống kê	Vũng Tàu	Nhà Bè	Phú An	Thủ Dầu Một	Biên Hòa	Bến Lức
$\Delta h_{p=1\%}$ (cm)	15,2	32,9	34,8	30,1	48,2	42,8
$\Delta h_{p=50,0\%}$ (cm)	11,1	11,4	13,7	12	14,8	12,8
$\Delta h_{p=99\%}$ (cm)	7,1	-16,2	-8,2	4,8	8,6	10,3

Theo bảng trên, các đặc trưng thống kê về mực nước theo tần suất xuất hiện của các trạm quan trắc trên khu vực này có sự thay đổi đáng kể. So với trạm trên biển là Vũng Tàu thì mực nước cao nhất ở trong sông có mức dâng mực nước cao hơn nhiều. Ngược lại, mực nước thấp nhất ở các trạm nằm gần các vùng chứa như Nhà Bè, Phú An thì lại có xu hướng giảm trong khi tại Vũng Tàu lại có xu hướng tăng. Hay, sự khác biệt về xu thế mực nước của một số trạm có liên quan đến sự thu hẹp các vùng chứa và cần được làm sáng tỏ.

Biến đổi khí hậu và các hoạt động của con người được coi là hai yếu tố chính ảnh hưởng đến sự thay đổi mực nước. Theo các nghiên cứu trong các tài liệu [2-14], các yếu tố khí hậu như lượng mưa, nhiệt độ, bốc hơi và các yếu tố con người như xây dựng đê, phá hủy thảm thực vật, điều tiết các hồ chứa, đô thị hóa, gia tăng các khu vực không thấm nước ... có tác động đến sự thay đổi của chế độ thủy văn trong đó có mực nước. Tuy nhiên, có rất ít nghiên cứu chỉ ra mối tương quan cụ thể giữa sự suy giảm diện tích của các vùng chứa đến mực nước.

Mặc dù cơ sở hạ tầng của hệ thống tiêu thoát nước đã được đầu tư khá lớn nhưng tình hình ngập lụt trên các đô thị khu vực hạ lưu sông Đồng Nai vẫn gia tăng trong các năm gần đây. Theo các kết quả nghiên cứu, tình hình ngập tăng có nguyên nhân từ mực nước dâng trên sông [1, 15]. Ngoài ra, trên khu vực này mưa lớn thường xuất hiện vào thời kỳ triều cường [1, 16] nên sự thay đổi mực nước với các đặc điểm trên sẽ làm cho khả năng tiêu thoát nước giảm và làm gia tăng nguy cơ ngập lụt, do đó cần có những nghiên cứu chi tiết về ảnh hưởng của vùng chứa đến mực nước. Chính vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của sự suy giảm diện tích các vùng chứa do các hoạt động san lấp, xây dựng đê bao đến mực nước cao nhất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU SỬ DỤNG

2.1 Phương pháp nghiên cứu

Trên khu vực chịu ảnh hưởng của thủy triều, vai trò của các vùng chứa giống như các hồ điều tiết. Khi diện tích vùng chứa giảm sẽ làm cho mực nước cao nhất tăng và mực nước thấp nhất giảm. Có ba phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu về sự thay đổi chế độ mực nước là mô hình thủy lực, phân tích dao động điều hòa thủy triều và phân tích thống kê [17-19]. Trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích thống kê được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của sự suy giảm diện tích các vùng chứa đến mức tăng mực nước cao nhất.

Trong nghiên cứu này có các nội dung chính là tính mức tăng mực nước cao nhất tại các trạm quan trắc, xác định diện tích các vùng chứa theo thời gian và phân tích mối quan hệ giữa diện tích các vùng chứa với mực nước cao nhất trên sông.

1) Xác định xu thế mực nước cao nhất

Do chuỗi số liệu quan trắc mực nước không dài, 29 năm, nên trong nghiên cứu này xu thế mực nước cao nhất được xác định bằng việc xấp xỉ chuỗi quan trắc bằng hàm tuyến tính. Phương trình này có dạng sau:

$$H = at + b \quad (1)$$

Trong phương trình này, H là mực nước cao nhất của trạm quan trắc ở năm thứ t, a và b là các hệ số trong đó a thể hiện độ dốc hay mức thay đổi mực nước trong một đơn vị thời gian. Hệ số b là điểm thể hiện giá trị của H khi t = 0, hay là điểm giao cắt với trục tung. Mức độ ý nghĩa của phương trình trên được đánh giá qua kiểm định F (Fisher Exact Test) và giá trị của P (probability value) với mức ý nghĩa 95%.

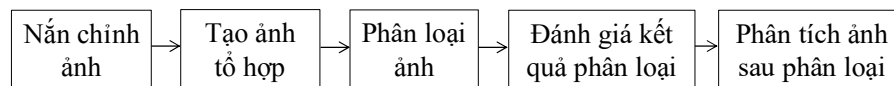
Với t có đơn vị là [năm] nên hệ số a chính là mức dâng mực nước trung bình trong một năm. Từ phương trình trên xu thế mực nước được xác định như sau:

$$\Delta H = a\Delta t \quad (2)$$

trong đó ΔH là mức dâng mực nước trong thời gian Δt

2) Xác định diện tích các vùng chứa bằng phương pháp phân loại ảnh viễn thám

Ảnh viễn thám sử dụng trong phân loại nhằm xác định diện tích các vùng chứa là ảnh Landsat. Phần mềm sử dụng trong phân loại là ENVI và ảnh được phân loại theo các bước sau:



Hình 1. Sơ đồ phân loại ảnh

Trên ảnh landsat, do vùng chứa của lưu vực nghiên cứu nằm tập trung trong row 125 và path 53 nên trong sơ đồ trên không có bước ghép ảnh. Ảnh được phân loại theo phương pháp phân loại có giám định, MLC (Maximum Likelihood Classifier) dựa trên tập mẫu nền của năm 2017. Mẫu được xây lấy từ việc khảo sát thực địa và tham khảo ảnh Google Map. Tập mẫu được xây dựng gồm 2 loại là vùng đất ngập nước và bán ngập nước (vùng chứa) và các loại khác. Mẫu khảo sát được lấy ở dạng điểm và vị trí của điểm lấy mẫu được xác định bằng GPS. Do có 3 kênh thị phổ đưa vào phân tích và ảnh được phân làm 2 lớp nên yêu cầu về số điểm mẫu là không lớn. Số điểm mẫu được lấy trên thực địa là 182 điểm và chia đều cho 2 lớp, như vậy số điểm mẫu được lấy lớn hơn 3 lần so với yêu cầu. Để tăng cường số điểm mẫu, trong nghiên cứu này còn tham khảo ảnh từ Google Map. Cho các năm trước đó, dựa trên tập mẫu nền năm 2017, tập mẫu được bổ sung và hiệu chỉnh cho từng năm. Việc đánh giá chất lượng phân loại ảnh được dựa trên chỉ số Kappa.

Sau bước đánh giá kết quả phân loại, dữ liệu sau phân loại được chuyển sang phần mềm ArcGIS nhằm thống kê diện tích của các vùng chứa. Trong nghiên cứu này do các vùng chứa không liên tục nên diện tích các vùng chứa được thống kê theo ranh giới hành chính các quận, huyện. Việc lựa chọn ranh giới hành chính ở cấp quận, huyện nhằm đảm bảo cho các phân tích mối quan hệ giữa mực nước cao nhất và diện tích vùng chứa đảm bảo tính ổn định.

3) Nội suy dữ liệu về diện tích các vùng chứa

Do số liệu về diện tích các vùng chứa không liên tục theo thời gian nên cần phải được nội suy để thống nhất với số liệu về mực nước, phục vụ phân tích mối quan hệ giữa mực nước cao nhất và diện tích các vùng chứa.

Dữ liệu về diện tích các vùng chứa theo thời gian được nội suy theo đường cong bậc 2 bằng phương pháp hồi quy tuyến tính. Để đảm bảo độ chính xác, số điểm được đưa vào phân tích đoạn đường cong bậc 2 được lựa chọn trong mỗi bước là 5 điểm liên tiếp từ đầu đến cuối chuỗi số liệu và dịch chuyển dần. Kết quả của đường cong thể hiện sự thay đổi theo thời gian của diện tích vùng chứa được lấy bằng giá trị trung bình của các đoạn đường cong bậc 2 theo trọng số về khoảng cách đến trung điểm của đoạn.

Từ đường cong thể hiện sự thay đổi theo thời gian của diện tích vùng chứa, dữ liệu về diện tích các vùng chứa cho mỗi năm được tính cho giữa tháng 10, đây là thời điểm thường xuất hiện mực nước cao nhất trên hạ lưu sông Đồng Nai. Dữ liệu này sẽ được sử dụng để phân tích mối quan hệ với mực nước cao nhất của các trạm trong sông.

4) Phân tích mối quan hệ giữa mực nước cao nhất và diện tích các vùng chứa

Mối quan hệ giữa mực nước cao nhất và diện tích các vùng chứa được thực hiện qua việc phân tích hệ số tương quan giữa chúng. Ngoài ra, để xác định rõ vai trò của sự suy giảm diện tích từng vùng chứa với mực nước cao nhất trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính từng bước.

Gọi H là mực nước cao nhất từng năm của một trạm quan trắc bất kỳ trên sông với các dữ liệu $H(i)$. Gọi X_j là diện tích các vùng chứa và mực nước trạm Vũng Tàu, với các dữ liệu $X_j(i)$. Ở đây $i = 1, 2, \dots, n$, với n là độ dài chuỗi số liệu; $j = 1, 2, \dots, m$, với $j = 1$ chỉ mực nước trạm Vũng Tàu, với $j = 2, 3, \dots, m$ là chỉ các vùng chứa. Phương trình hồi quy tuyến tính bậc nhất về mối quan hệ giữa các yếu tố này có dạng sau:

$$\hat{H} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m \quad (3)$$

Trong đó \hat{H} là giá trị diễn toán của H ; X_j được gọi là các yếu tố ảnh hưởng; b_0 và b_j là các hệ số cần tìm, m là số các nhân tố tham gia phương trình.

Việc đưa mực nước trạm Vũng Tàu vào phương trình (3) nhằm loại bỏ các ảnh hưởng của mực nước biển dâng và chu kỳ nhiều năm của thủy triều đến mực nước cao nhất trong sông.

Phương trình (3) được xây dựng từng bước dựa trên phương pháp bình phương tối thiểu và thuật toán quay ma trận. Biến bổ sung ở mỗi bước sẽ làm tăng độ chính xác và tính ổn định của phương trình. Quá trình lựa chọn các biến kết thúc hay tiếp tục dựa trên các hệ số thống kê của các hệ số phương trình hồi quy và chỉ số thống kê Fisher cho toàn phương trình.

Từ phương trình (3), ảnh hưởng của sự suy giảm diện tích các vùng chứa đến mức dâng mực nước dâng của các trạm trong sông được tính như sau:

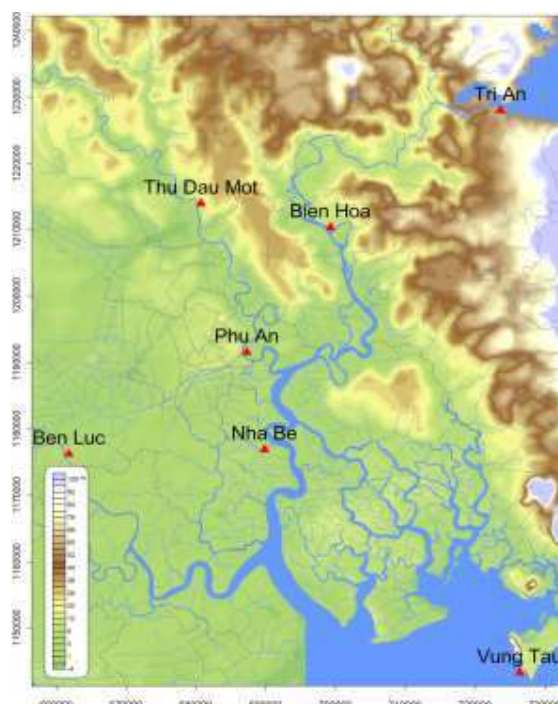
$$\Delta H = \hat{H}'_{t_2} - \hat{H}'_{t_1} \quad (4)$$

Trong đó ΔH là mức dâng mực nước của các trạm trong sông do sự suy giảm diện tích các vùng chứa, \hat{H}'_{t_1} và \hat{H}'_{t_2} là giá trị của \hat{H} tính theo phương trình (3) cho thời điểm đầu và thời điểm cuối đã bỏ qua yếu tố ảnh hưởng là mực nước trạm Vũng Tàu. Ở đây t_1 là thời điểm đầu và t_2 là thời điểm cuối của giai đoạn phân tích.

2.2 Số liệu sử dụng

Các trạm quan trắc mực nước được đưa vào phân tích bao gồm các trạm trong sông là Nhà Bè, Phú An, Thủ Dầu Một, Biên Hòa, Bến Lức và trạm trên biển là Vũng Tàu. Vị trí của các trạm này được thể hiện trong hình 2. Dạng số liệu sử dụng trong nghiên cứu là mực nước cao nhất năm. Thời gian của các chuỗi này được lấy từ năm 1989-2017, riêng trạm Vũng Tàu do có số liệu từ năm 1980 nên được lấy từ 1980 – 2017. Dữ liệu này được lấy từ Phân viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.

Dữ liệu viễn thám là các ảnh landsat, được lấy từ trang <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Dữ liệu này được nêu trong bảng 2 với 16 ảnh từ năm 1989 đến năm 2017. Để tránh các ảnh hưởng của mây, các ảnh này được lấy vào các tháng mùa khô. Các ảnh được lựa chọn có chất lượng ảnh khá tốt trên khu vực nghiên cứu. Các kênh ảnh được sử dụng trong nghiên cứu là các kênh thị phố. Dựa trên các kênh này, ảnh đa phổ được xây dựng và đưa vào phân loại ảnh.



Hình 2. Vị trí các trạm đo mực nước

Bảng 2. Thông tin về ảnh sử dụng

STT	Thời gian lấy ảnh (yyyymmdd)	Sensor	STT	Thời gian lấy ảnh (yyyymmdd)	Sensor
1.	19890116	Landsat TM	9.	20080325	Landsat 5 TM
2.	19950322	Landsat 5 TM	10.	20090208	Landsat 5 TM
3.	19991222	Landsat 5 TM	11.	20100211	Landsat 5 TM
4.	20011211	Landsat 5 TM	12.	20110129	Landsat 5 TM
5.	20020213	Landsat 5 TM	13.	20140121	Landsat 8 OLI TIRS
6.	20030131	Landsat 5 TM	14.	20150124	Landsat 8 OLI TIRS
7.	20050120	Landsat 5 TM	15.	20160111	Landsat 8 OLI TIRS
8.	20060304	Landsat 5 TM	16.	20170214	Landsat 8 OLI TIRS

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

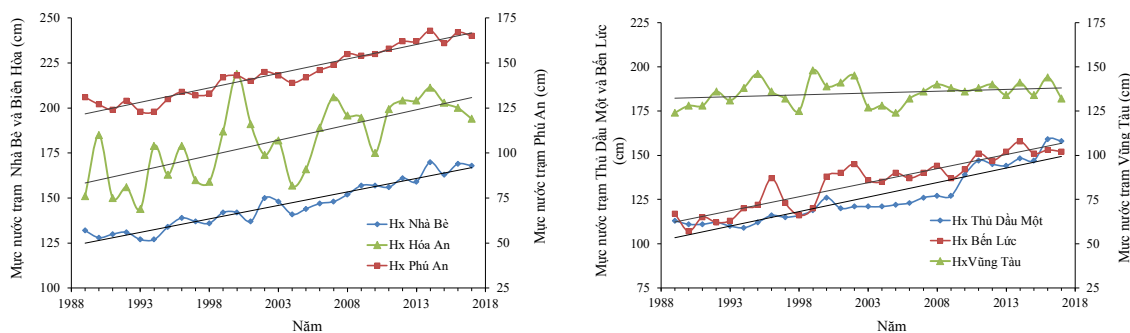
3.1 Xu thế mực nước các trạm quan trắc

Dựa trên số liệu quan trắc mực nước cao nhất từ năm 1989 đến năm 2017, phương trình xác định xu thế mực nước được thể hiện trên hình 3 và bảng 3. Theo bảng này mực nước cao nhất đều có xu thế tăng. Trong đó mực nước của các trạm trong sông tăng khá cao, khoảng 1,5 – 1,7 mm/năm. Trong khi đó mực nước tại trạm trên biển Vũng Tàu chỉ có mức tăng 0,2 mm/năm, thấp hơn mức tăng của các trạm trong sông từ 7 đến 8 lần.

Cũng theo bảng 3, trong giai đoạn từ 1989-2017, loại trừ trạm Vũng Tàu, xu thế mực nước của các trạm là khá rõ rệt với hệ số xác định hiệu chỉnh từ 0,486 đến 0,926 và giá trị của P cho hệ số a đều nhỏ hơn 0,05 hay mức tăng này là có ý nghĩa với $P = 95\%$. Với trạm Vũng Tàu, giá trị của P cho hệ số a lớn hơn 0,05 và thống kê F nhỏ hơn giá trị tiêu chuẩn của F nên phương trình của đường xu thế không chắc chắn.

Bảng 3. Hệ số của phương trình đường xu thế giai đoạn 1989-2017

Trạm	Khoảng cách tới biên	Hệ số xác định, R^2	Hệ số a (cm/năm)	Mức ý nghĩa 95%		
				Giá trị của P cho hệ số a với	F	Significance F
Nhà Bè	39,2	0,9228	1,494581	1,51542E-16	322,7849046	4,1830
Phú An	62,7	0,9293	1,604926	4,63053E-17	354,8017322	
Biên Hòa	89,2	0,4863	1,694794	2,62227E-05	25,56008393	
Thủ Dầu Một	102,4	0,8581	1,645353	5,82539E-13	163,2574663	
Bến Lức	69,4	0,8427	1,583961	2,36559E-12	144,6041835	
Vũng Tàu	0,0	0,0709	0,207882	0,162557353	2,061390692	



Hình 3. Xu thế mực nước các trạm quan trắc

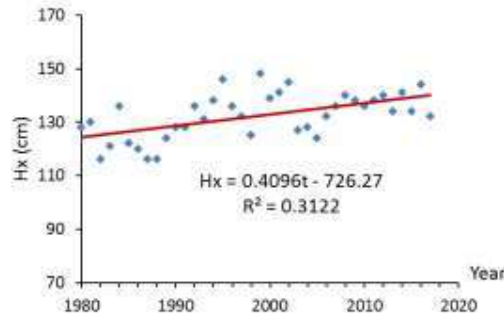
Dựa vào các hệ a trong bảng 4, việc tính mức dâng mực nước của các trạm được thực hiện theo phương trình (2), kết quả thu được như sau:

Bảng 4. Mức dâng mực nước các trạm quan trắc từ 1989-2017

Trạm (Stations)	Mức dâng mực nước giai đoạn 1989-2017 (cm)	Trạm (Stations)	Mức dâng mực nước giai đoạn 1989-2017 (cm)
Nhà Bè	41,8	Thủ Dầu Một	46,1
Phú An	44,9	Bến Lức	44,4
Biên Hòa	47,5	Vũng Tàu	5,8

Do hệ số đường xu thế mực nước cao nhất trạm Vũng Tàu không có ý nghĩa thống kê với $P = 95\%$, nên kết quả về mức tăng mực nước 5,8 cm trong bảng trên chỉ có tính tham khảo. Vũng Tàu là một trạm quan trắc trên biển nên nếu mức tăng này được chấp nhận thì trong giai đoạn 1989-2017, mức tăng mực nước cao nhất của các trạm trong sông cao hơn từ 36 cm đến 41,6 cm so với tại trạm Vũng Tàu.

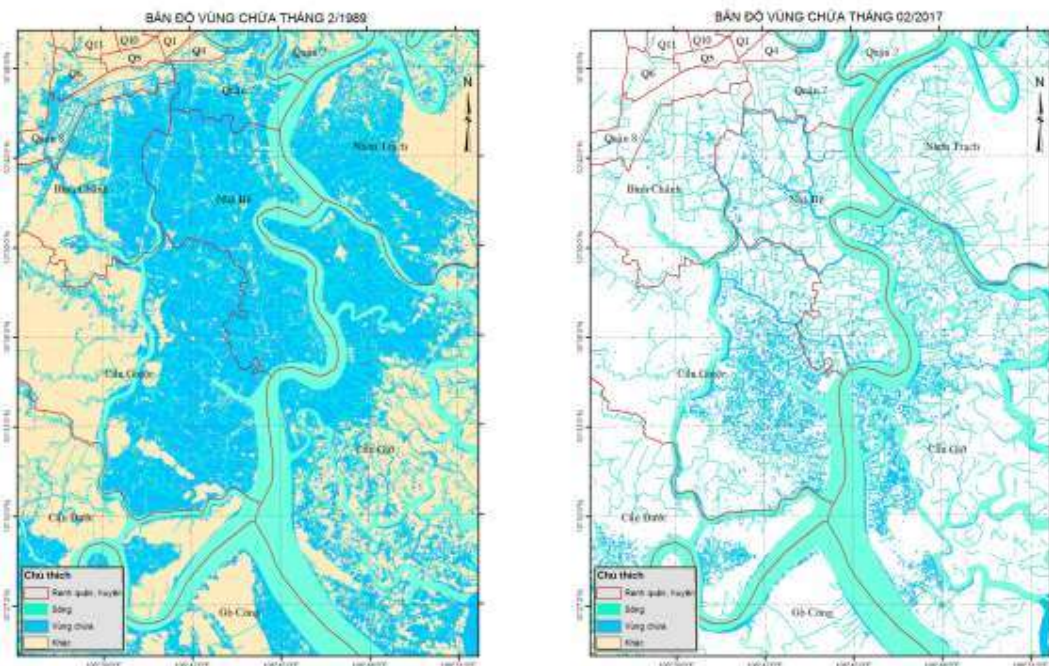
Để xác định chính xác hơn mức dâng mực nước cho trạm Vũng Tàu, sau đây là kết quả phân tích với chuỗi dài hơn, từ 1980-2017. Hình 4 là xu thế mực nước trạm Vũng Tàu với các hệ số p ở mức ý nghĩa 95% là 0,000266, giá trị này đảm bảo hệ số độ dốc a là có ý nghĩa. Với $a = 0,4096$, mức dâng mực nước trong giai đoạn 1980-2017 (37 năm) là 15,2 cm, hay với mức tăng 11,5 cm trong 28 năm. Nếu chấp nhận mức tăng trong giai đoạn 1989-2017 (28 năm) là 11,5 cm thì trong giai đoạn này mức tăng mực nước cao nhất của các trạm trong sông cao hơn từ 3,4 cm đến 36 cm so với tại trạm Vũng Tàu. Như vậy, cần phải làm rõ nguyên nhân về mức tăng mực nước của các trạm trong sông.



Hình 4. Xu thế mực nước các trạm Vũng Tàu

3.2 Diễn biến diện tích vùng chứa theo thời gian

Theo kết quả đánh giá phân loại ảnh, chỉ số Kappa cho ảnh của năm 2017 là thấp nhất với giá trị là 0,89, các năm còn lại có giá trị trung bình là 0,91. Như vậy kết quả phân loại ảnh là khá tin cậy. Hình 5 là kết quả phân loại vùng chứa cho năm 1989 và 2017. Các hình này cho thấy sau 26 năm, diện tích các vùng chứa đã giảm nhanh tại các huyện Nhà Bè, Nhơn Trạch, Bình Chánh và Quận 7. Sự suy giảm mạnh này là kết quả của việc san lấp và xây dựng các tuyến đê bao.



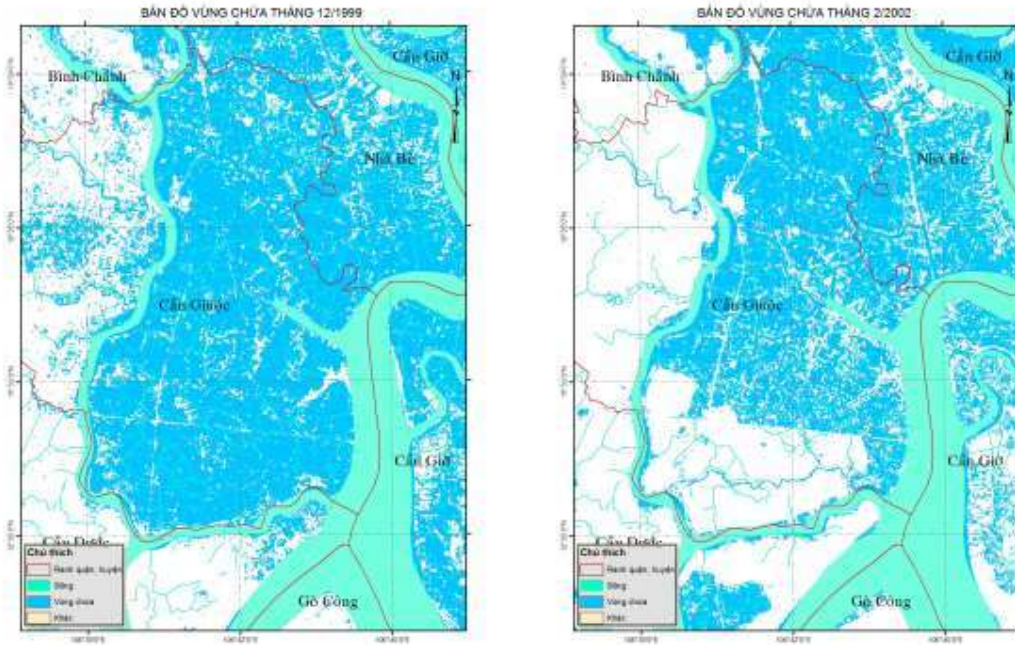
Hình 5. Bản đồ vùng chứa từ kết quả phân loại ảnh

Dựa trên ảnh phân loại, kết quả thống kê diện tích các vùng chứa theo các quận huyện được trình bày trong bảng 5. Trong bảng này mức giảm được tính dựa trên diện tích vùng chứa giữa năm 1989 và năm 2017. Theo mức giảm dựa trên tỷ số về diện tích vùng chứa giữa năm 1989 và 2017 cho thấy Bình Chánh và Quận 7 là hai đơn vị hành chính có mức giảm khá cao với mức giảm tương ứng là 86,0 lần và 107,7 lần. Đây cũng là hai quận huyện có tốc độ đô thị hóa cao và các tuyến đường đê bao được xây dựng và khá hoàn thiện. Mức giảm thấp nhất là các huyện Cần Giuộc, Cần Đước và Cần Giờ với mức giảm tương ứng là 4,2, 4,5 và 4,7 lần.

Bảng 5. Diện tích vùng chứa theo các quận huyện từ kết quả phân loại ảnh

Thời gian lấy ảnh (yyyymmdd)	Diện tích vùng chứa theo các quận, huyện (ha)						
	Cần Giờ	Cần Giuộc	Nhà Bè	Nhơn Trạch	Cần Đước	Bình Chánh	Quận 7
19890116	14045	10338	8412	7084	2771	4149	1607
19950322	11929	8922	7572	5529	2437	3476	1093
19991222	9832	7580	6425	4549	1941	2778	685
20011211	7638	6431	5277	3296	1629	2188	458
20020213	7862	6402	5712	2674	2009	2479	532
20030131	8336	5526	5178	2097	1894	1811	377
20050120	9058	5923	4485	3077	1686	1995	477
20060304	7714	5472	3990	2559	1772	1825	307
20080325	6206	4141	2625	1925	1345	1158	144
20090208	4928	3528	2064	1470	1045	997	78
20100211	4890	3162	1760	1561	1061	840	49
20110129	4316	2603	1363	1217	703	621	46
20140121	4880	3047	1371	2146	821	792	78
20150124	5284	3198	915	938	750	293	26
20160111	4584	2739	828	1008	739	173	21
20170214	3004	2456	674	670	621	48	15
Mức giảm (ha)	11041	7882	7738	6414	2150	4101	1592
Mức giảm (lần)	4,7	4,2	12,5	10,6	4,5	86,0	107,7

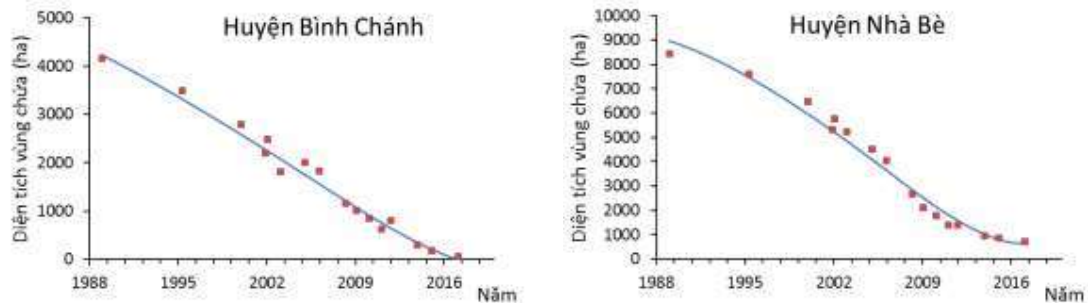
Cũng theo bảng trên, tính theo mức giảm là diện tích thì Nhơn Trạch, Nhà Bè, Cần Giờ, Cần Giuộc là các huyện có mức giảm lớn nhất với giá trị tương ứng là 6414 ha, 7738 ha, 7882 ha và 11041 ha tính từ năm 1989 đến năm 2017. Tổng diện tích vùng chứa khu vực hạ lưu năm 1989 là 52932 ha, đến năm 2017 chỉ còn 8114 ha, hay tổng mức giảm diện tích vùng chứa là 44818 ha, tương ứng với mức giảm là 84,67%.



Hình 6. Sự thay đổi vùng chứa của huyện Cần Giuộc trước và sau khi hoàn thành tuyến đê bao

Hình 6 là minh họa về giảm diện tích vùng chứa do đê bao trên địa bàn huyện Cần Giuộc từ phân tích ảnh của tháng 12/2009 và tháng 2/2002. Các hình này cho thấy các tuyến đê bao khi hoàn thành đã làm thay đổi đáng kể diện tích vùng chứa ở phía nam và phía tây của huyện. Theo số liệu trong bảng 5, tuyến đê bao này đã làm giảm 1178 ha vùng chứa.

Từ kết quả phân loại ảnh theo các năm trong bảng 6, diện tích các vùng chứa được thống kê theo các quận huyện và được nội suy cho các năm khuyết dữ liệu. Đường cong nội suy được xây dựng dựa trên việc xấp xỉ chuỗi số liệu cần nội suy bằng các đường cong bậc 2 trên các đoạn liên tiếp. Kết quả cho thấy, đường nội suy là gần như bám sát số liệu đầu vào với hệ số xác định có giá trị trong khoảng từ 0,90 đến 0,98.



Hình 7. Đường cong nội suy diện tích vùng chứa

Kết quả nội suy số liệu diện tích các vùng chứa theo các quận huyện tính cho ngày 31 tháng 10. Dữ liệu này được sử dụng trong đánh giá các ảnh hưởng của sự suy giảm diện tích vùng chứa đến mực nước cao nhất trên khu vực hạ lưu sông Đồng Nai.

Cũng dựa trên diện tích vùng chứa tính theo đường cong nội suy, mức giảm diện tích vùng chứa so với năm trước đó được thể hiện trong bảng 6. Bảng này cho thấy, ngoại trừ các huyện như Cần Giuộc, Cần Đước và Nhơn Trạch là các địa phương có mức giảm diện tích vùng chứa khá đều, các quận

huyện còn lại đều có mức giảm khá nhanh từ năm 2008 đến nay. Từ năm 2008 đến nay là khoảng thời gian mà tốc độ đô thị hóa rất cao ở các quận huyện như Bình Chánh, Nhà Bè, Quận 7 và Nhơn Trạch. Đây cũng là giai đoạn các tuyến đê bao được xây dựng và hoàn thiện trên nhiều đoạn.

Bảng 6. Mức giảm diện tích vùng chứa theo giai đoạn (%)

Giai đoạn	Cần Giờ	Cần Giuộc	Nhà Bè	Nhơn Trạch	Cần Đước	Bình Chánh	Quận 7
1989-1998	26,8	29,1	26,4	44,2	18,5	31,4	53,6
1998-2007	36,2	40,2	50,7	47,7	38,9	51,1	71,6
2008-2017	45,3	45,8	84,0	66,0	57,9	98,7	93,8

3.2 Hệ số tương quan giữa diện tích các vùng chứa và mực nước trên sông

Hệ số tương quan được tính toán giữa số liệu số liệu mực nước cao nhất của các trạm trong sông từ năm 1989-2017 và diện tích các vùng chứa theo các huyện tương ứng. Kết quả tính ma trận hệ số tương quan được trình bày trong bảng 7.

Bảng 7. Hệ số tương quan giữa mực nước cao nhất và diện tích vùng chứa

Mực nước các trạm quan trắc	Diện tích vùng chứa theo các huyện						
	Cần Giờ	Cần Giuộc	Nhà Bè	Nhơn Trạch	Cần Đước	Bình Chánh	Quận 7
Nhà Bè	-0,94	-0,92	-0,95	-0,91	-0,93	-0,95	-0,90
Phú An	-0,95	-0,93	-0,96	-0,91	-0,94	-0,96	-0,90
Biên Hòa	-0,67	-0,66	-0,67	-0,66	-0,66	-0,68	-0,65
Thủ Dầu Một	-0,90	-0,88	-0,92	-0,85	-0,91	-0,91	-0,83
Bến Lức	-0,90	-0,89	-0,90	-0,90	-0,87	-0,90	-0,89

Bảng hệ số tương quan trên với các giá trị đều âm cho thấy có mối quan hệ nghịch giữa diện tích các vùng chứa và mực nước cao nhất, hay khi diện tích vùng chứa giảm thì mực nước cao nhất tăng. Trừ trạm Biên Hòa, các hệ số tương quan trên đều có giá trị phổ biến trong khoảng từ 0,85 đến 0,95. Điều này chứng tỏ mối quan hệ này là khá chặt chẽ hay sự suy giảm diện tích vùng chứa là nguyên nhân chính của sự dâng mực nước ở các trạm trong sông.

Theo các trạm quan trắc thì trừ trạm Biên Hòa, mực cao nhất của các trạm còn lại đều có quan hệ chặt chẽ với diện tích vùng chứa theo các đơn vị hành chính. Nguyên nhân có thể do: trạm này cách khá xa các vùng chứa khu vực hạ lưu; chịu ảnh hưởng trực tiếp của lưu lượng xả từ hồ Trị An.

3.3 Ảnh hưởng của sự thay đổi diện tích các vùng chứa đến mực nước cao nhất trên sông

Trong nội dung nghiên cứu này, phương pháp hồi quy tuyến tính từng bước được sử dụng nhằm xác định ảnh hưởng của sự thay đổi diện tích các vùng chứa đến mực nước cao nhất trên sông. Phương trình hồi quy (3) thể hiện mối quan hệ giữa mực nước các trạm trong sông với diện tích các vùng chứa và mực nước trạm Vũng Tàu, trong đó X_1 là mực nước trạm Vũng Tàu, X_2 đến X_m là diện tích các vùng chứa của các quận huyện. Các biến này được gọi là các yếu tố ảnh hưởng và được trình bày trong bảng 8. Như vậy, theo bảng này có 9 yếu tố ảnh hưởng đưa vào phân tích.

Bảng 8. Ký hiệu về các yếu tố ảnh hưởng

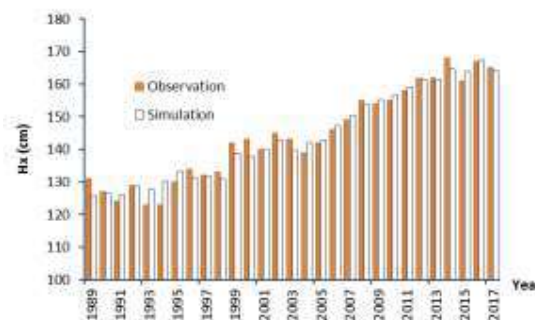
Các yếu tố ảnh hưởng	Mức nước trạm Vũng Tàu	Diện tích vùng chứa theo các quận, huyện						
		Bình Chánh	Cần Giờ	Cần Giuộc	Nhà Bè	Nhơn Trạch	Cần Đước	Quận 7
Ký hiệu	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8

Với các ký hiệu của yếu tố ảnh hưởng nêu trên, phương trình thể hiện mối quan hệ giữa mực nước cao nhất các trạm trong sông với diện tích các vùng chứa và mực nước trạm Vũng Tàu như sau:

Bảng 9. Phương trình biểu diễn mực nước cao nhất các trạm quan trắc

Trạm quan trắc	Phương trình	R^2	Thống kê Fisher (F)	Mức ý nghĩa của F với $\alpha = 0,01$
Nhà Bè	$H = 124,05 - 0,0043 * X_5 + 0,0087 * X_4 + 0,1949 * X_1 - 0,0173 * X_2$	0,946	105,32	4,045
Phú An	$H = 127,17 - 0,0053 * X_5 + 0,2797 * X_1 + 0,0046 * X_6 - 0,0049 * X_2$	0,961	146,28	
Biên Hòa	$H = 74,79 - 0,0224 * X_4 + 1,0161 * X_1 + 0,0092 * X_6 + 0,0089 * X_3$	0,582	8,36	
Thủ Dầu Một	$H = 39,61 - 0,0407 * X_5 + 0,0565 * X_4 - 0,0254 * X_6 + 0,1664 * X_1$	0,950	114,24	
Bến Lức	$H = 140,61 - 0,0032 * X_3 + 0,1815 * X_1 - 0,0014 * X_6$	0,855	49,10	4,538

Do các phương trình trong bảng 9 được xây dựng bằng phương pháp hồi quy tuyến tính từng bước nên các hệ số của các phương trình này đều đảm bảo giá trị của P (P-value) cho các hệ số độ dốc và thống kê Fisher cho phương trình với mức ý nghĩa là 99%. Trong các phương trình này, X_5 (diện tích vùng chứa huyện Nhà Bè) là yếu tố thứ nhất được lựa chọn nhiều nhất, hay diện tích vùng chứa của huyện Nhà Bè có quan hệ chặt với mực nước của nhiều trạm quan trắc. Cũng trong các phương trình này, X_1 là mực nước trạm Vũng Tàu là biến luôn được lựa chọn. Các biến không được lựa chọn đưa vào xây dựng phương trình gồm X_7 , X_8 và X_9 , các biến này tương ứng với diện tích vùng chứa của các huyện Cần Đước và Quận 7.



Hình 8. Kết quả quan trắc và diễn toán mực nước cao nhất trạm Phú An

Theo bảng 9, hệ số xác định của các phương trình thu được cho các trạm đều khá cao. Riêng một số trạm như Nhà Bè, Phú An và Thủ Dầu Một, hệ số xác định là rất cao, từ 0,946 đến 0,961. Hay các phương trình này mô tả tương đối tốt mực nước cao nhất. Hình 8 là minh họa cho kết quả quan trắc và diễn toán mực nước cao nhất trạm Phú An.

Xét về khoảng cách đến các vùng chứa thì Nhà Bè và Phú An là 2 trạm nằm gần khu vực vùng chứa nên hệ số xác định của phương trình thu được là khá cao. Khoảng cách từ trạm Thủ Dầu Một và Biên Hòa đến vùng chứa là tương đương, nhưng do trạm Biên Hòa có vị trí chịu ảnh hưởng trực tiếp từ lưu lượng xả của hồ Trị An nên có R^2 nhỏ hơn và có giá trị nhỏ nhất so với các trạm khác. Trạm Bến Lức, do có vị trí cách xa nhất so với vùng chứa nên R^2 không cao.

Từ phương trình (4), kết quả tính toán mức tăng mực nước tại các trạm quan trắc trong sông do sự suy giảm diện tích các vùng chứa như sau:

Bảng 10. Mức tăng mực nước tại các trạm quan trắc do diện tích vùng chứa giảm trong giai đoạn 1989-2017

Trạm quan trắc	Mức tăng mực nước (cm)	Trạm quan trắc	Mức tăng mực nước (cm)
Nhà Bè	30,7	Thủ Dầu Một	36,1
Phú An	29,2	Bến Lức	35,8
Biên Hòa	30,9		

Bảng 10 cho thấy do ảnh hưởng của sự suy giảm diện tích các vùng chứa đã làm cho mực nước cao nhất các trạm trong sông tăng trên dưới 30 cm. Trạm Thủ Dầu Một và Bến Lức nằm cách xa vùng chứa lớn hơn trạm Nhà Bè và Phú An, lẽ ra phải có mức dâng mực nước thấp hơn nhưng lại xảy ra ngược lại. Điều này có thể giải thích là do độ chính xác của các phương trình thu được chưa thực sự cao.

Mức tăng mực nước cao nhất trong bảng 4 do nhiều nguyên nhân, trong đó nguyên nhân chính là do mực nước biên dâng và sự suy giảm diện tích các vùng chứa. Do vậy, kết hợp bảng 10 với bảng 4 ta có mức tăng của mực nước trong sông do mực nước biên dâng như sau:

Bảng 11. Mức tăng mực nước tại các trạm quan trắc do mực nước biên dâng trong giai đoạn 1989-2017

Trạm quan trắc	Mức tăng mực nước (cm)	Trạm quan trắc	Mức tăng mực nước (cm)
Nhà Bè	11,1	Thủ Dầu Một	10,0
Phú An	15,7	Bến Lức	8,6
Biên Hòa	16,6		

Theo bảng 11, trong 28 năm, từ 1989-2017, mức dâng mực nước của các trạm trong sông là từ 8,6 cm đến 16,6cm, với mức độ khác biệt cao nhất là 8 cm. Sự khác biệt này là do phương trình (3) chưa xem xét đến các yếu tố ảnh hưởng khác như xả lũ các hồ chứa, nước dâng do gió và các nguyên nhân khác. So sánh với kết quả tính toán mức dâng mực nước tại trạm Vũng Tàu trung bình là 11,5cm trong 28 năm, thì các giá trị trong bảng này nằm lân cận.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả phân loại ảnh viễn thám cho thấy diện tích vùng chứa trên khu vực hạ lưu sông Đồng Nai đã giảm rất nhanh. Trong giai đoạn từ 1989-2017, diện tích các vùng chứa đã giảm 44818 ha, tương ứng với mức giảm là 84,67%.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy có mối quan hệ chặt chẽ giữa mực nước cao nhất và diện tích các vùng chứa. Mối quan hệ này là nghịch biến, với hệ số tương quan có giá trị từ -0,63 đến -0,96.

Phương trình hồi quy biểu diễn mực nước cao nhất của các trạm trong sông với diện tích các vùng chứa có kết quả khá tốt với R^2 có giá trị trong khoảng từ 0,58 đến 0,96, giá trị của hệ số thống kê F đều đảm bảo độ tin cậy. Từ các phương trình này, kết quả xác định mức dâng mực nước cao nhất do diện tích các vùng chứa giảm có mức tăng từ 29,2 cm đến 36,1 cm, do mực nước biển dâng có giá trị từ 8,6 cm đến 16,6 cm.

Kết quả nghiên cứu này còn có một số hạn chế do chưa đưa vào xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến mực nước cao nhất như xả lũ thượng nguồn, nước dâng do gió và mưa lớn diện rộng. Cần có các nghiên cứu tiếp theo để khắc phục các nhược điểm này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viện Quy hoạch Xây dựng Miền Nam, Quy hoạch cao độ nền và thoát mặt đô thị Bình Dương đến năm 2030 tầm nhìn đến năm 2050. Đồ án quy hoạch đô thị - Sở XD Bình Dương (2015).
- [2] Zheng, J., W. Fang, P. Shi, and L. Zhuo, Modeling the impacts of land use change on hydrological Processes in fast urbanizing region - A case study of the Bujie watershed in Shenzhen City, China. *Journal of Natural Resources*, 24(9), 1560–1572 (2009).
- [3] Harbor, J., A practical method for estimating the impact of land use change on surface runoff, groundwater recharge and wetland hydrology. *Journal of American Planning Association*, 60: 91–104 (1994).
- [4] Li, Y., and C. Wang, Impacts of urbanization on surface runoff of the Dardenne Creek watershed, St. Charles County, Missouri. *Physical Geography*, 30(6): 556–573 (2009).
- [5] Nguyễn Thanh Sơn, Áp dụng mô hình 1DKWM – FEM & SCS đánh giá tác động của quá trình đô thị hóa đến dòng chảy lũ trên một số sông ngòi Miền Trung. *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*, 2B PT, tr.149-157 (2006).
- [6] Weng, Q., Modeling urban growth effects on surface runoff with the integration of remote sensing and GIS. *Environmental Management*, 28(6): 737-748 (2001).
- [7] Gibson, J., Prowse, T., and Peters, D., Partitioning impacts of climate and regulation on water level variability in Great Slave Lake. *Journal of Hydrology*, 329, 196–206 (2006).
- [8] Krasovskaia, I., and Gottschalk, L., River flow regimes in a changing climate. *Hydrological Sciences Journal*, 47(4), 597–609 (2002).
- [9] Magilligan, F. J., and Nislow, K. H., Changes in hydrologic regime by dams. *Geomorphology*, 71, 61–78 (2005).
- [10] Sahagian, D., Global physical effects of anthropogenic hydrological alterations: sea level and water redistributio. *Global and Planetary Change*, 25(1–2), 39–48 (2000).
- [11] Vicente-Serrano, S., Zabalza-Martínez, J., Borràs, G., López-Moreno, J. I., Pla, E., Pascual, D., Savé, R., Biel, C., Funes, I., Martín-Hernández, N., Peña-Gallardo, M., Beguería, S., and Tomas-Burguera, M., Effect of reservoirs on streamflow and river regimes in a heavily regulated river basin of Northeast Spain. *Catena*, 149, 727–741 (2017).
- [12] Wu, L., Xu, Y., Yuan, J., Xu, Y., Wang, Q., Xu, X., and Wen, H., Impacts of land use change on river systems for a river network plain. *Water*, 10, 609, <https://doi.org/10.3390/w10050609> (2018).
- [13] Xu, H., and Luo, Y., 2015, Climate change and its impacts on river discharge in two climate regions in China. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19, 4609–4618 (2015).

- [14] Zhang, W., Yan, Y., Zheng, J., Li, L., Dong, X., and Cai, H., Temporal and spatial variability of annual extreme water level in the Pearl River Delta region, China. *Global and Planetary Change*, 69, 35–47 (2009).
- [15] Luong Van Viet, Pham Manh Dang Hong Luan, Le Anh Tuan, A nalyse the fluctuation and water level trend in Saigon - Dong Nai river system. *Journal of Science, Earth Science*, Vol. 25, No. 4 (2010).
- [16] Lương Văn Việt, Nghiên cứu ảnh hưởng của sự phát triển đô thị tỉnh Bình Dương đến lượng mưa vượt thềm. *Tạp chí KHCN – ĐH. Công Nghiệp Tp.HCM*, Số 2 (19), t.46-55 (2015).
- [17] Nguyễn Hữu Nhân, Đánh giá sự biến dạng các yếu tố triều tại vùng biển ven bờ và cửa sông Nam Bộ do nước triều dâng. *Tạp chí KH & CN Thủy lợi*, số 12/2012.
- [18] Haigh, I.; Nicholls, R., and Wells, N., Assessing changes in extreme sea levels: application to the English Channel, 1900–2006. *Continental Shelf Research*, 30,1042–1055 (2010).
- [19] Ferla M., Long time variation on sea leveland tidal regime in the lagoon go Venive. *J.Coastal Engineering*. vol. 57, no. 4, pp. 1279-1399 (2006).

Ngày nhận bài: 22/03/2019

Ngày chấp nhận đăng: 15/08/2019