

# ĐÁNH GIÁ AN NINH NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI TRÊN CƠ SỞ ỨNG DỤNG MÔ HÌNH PHÂN TÍCH THỨ BẬC MỜ (FUZZY AHP)

Nguyễn Trúc Lê

Trường Đại học Kinh tế, Đại học Quốc gia Hà Nội

**Tóm tắt:** Mục tiêu của nghiên cứu này là xác định trọng số (mức độ nguy cơ) của các nhân tố tác động tới an ninh nguồn nước (ANNN) lưu vực sông Đồng Nai. Phương pháp phân tích thứ bậc mờ (Fuzzy AHP) được sử dụng để đạt được mục tiêu đề ra, bởi lẽ đây là phương pháp được sử dụng phổ biến trong các nghiên cứu trên thế giới. Trong nghiên cứu này, dữ liệu được thu thập thông qua quá trình điều tra khảo sát. Kết quả nghiên cứu cho thấy nhóm nguy cơ gây mất ANNN lớn nhất là nhóm yếu tố môi trường, tiếp theo lần lượt là nhóm yếu tố đô thị, nhóm yếu tố thiên tai liên quan tới tính chống chịu của nước, nhóm yếu tố kinh tế, nhóm yếu tố gia đình.

**Từ khóa:** An ninh nguồn nước, lưu vực sông Đồng Nai, mô hình phân tích thứ bậc mờ

**Summary:** The purpose of the study is to determine the importance weights of the factors causing water insecurity on the “Dong Nai” river. In this study, the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) is applied to achieve the objective, because of its popularity. The study is conducted based on survey data of managers in the 11 provinces and city. The results show that the group of environment factors is the most affecting group to water security, followed by urban factors, natural disasters related to water resistance factors, economic factors, and household factors.

**Keywords:** Water security, Dong Nai river basin, Fuzzy Analytic Hierarchy Process

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Từ hơn một thập kỷ nay, an ninh nguồn nước không chỉ là vấn đề của một quốc gia mà đã trở thành vấn đề toàn cầu. Số liệu công bố tại Báo cáo Phát triển nước thế giới (2015) cho thấy, thế giới sẽ thiếu hụt khoảng 40% nguồn cung cấp nước đến 2030. Đảm bảo an ninh nguồn nước (ANNN) trở thành vấn đề cấp bách và bức thiết của toàn hành tinh nói chung và của mỗi khu vực, mỗi quốc gia nói riêng trong hệ thống nguồn nước chung toàn cầu. Là một trong số các quốc gia được xem là có trữ lượng nước dồi dào, Việt Nam đang phải đối đầu với thách thức to lớn về an ninh nguồn nước (ANNN) do những tác động tổng hợp cả về tự nhiên (phân bố nguồn nước không đồng đều, sự phụ thuộc mạnh mẽ vào nguồn nước các con sông bên ngoài, ...) và nhân sinh (các hoạt động phát triển liên quan đến sử dụng nước, chất lượng nguồn nước, chu trình nước, khả năng sinh thủy

và phân phối nguồn nước theo không gian và thời gian, ...). Trong khi đó, Việt Nam chưa có công cụ pháp lý với những chế tài đủ mạnh để bảo đảm ANNN cho phát triển bền vững.

Tuy có vai trò to lớn đối với sự phát triển, nhưng bình quân tổng lượng nước chia cho đầu người mỗi năm ở lưu vực sông Đồng Nai thuộc loại thấp nhất Việt Nam. Mặc dù có vai trò to lớn trong việc cung cấp nước để phát triển những lãnh thổ năng động nhất Việt Nam, chất lượng nước của hệ thống sông này đang suy giảm theo chiều xấu đi ảnh hưởng mạnh đến ANNN toàn lưu vực sông nói chung và phần hạ nguồn nơi có những hoạt động KT-XH năng động nhất hiện nay nói riêng. Tình hình khan hiếm nước trên lưu vực sông Đồng Nai đã đến mức báo động khẩn cấp. Năm 2005 bình quân đầu người 2.486 m<sup>3</sup>/năm (100%), năm 2010 chỉ còn ở mức 2.098 m<sup>3</sup>/người/năm (84%); dưới ngưỡng 4.000 m<sup>3</sup>/người là mức thiếu nước theo tiêu chuẩn Hội

Ngày nhận bài: 05/01/2020

Ngày thông qua phản biện: 10/02/2020

Ngày duyệt đăng: 12/02/2020

Tài nguyên nước Quốc tế (IWRA). Theo dự báo tốc độ gia tăng dân số và phát triển kinh tế của vùng, bình quân đầu người sẽ là 1.770 m<sup>3</sup>/người/năm (71,2%, năm 2020), giảm còn 1.475 m<sup>3</sup>/người/năm (59,3%, năm 2040) là mức khan hiếm nước.

Thực tiễn nêu trên cho thấy vấn đề ANNN đã được cảnh báo với những phân tích rủi ro có thể ảnh hưởng đến sự phát triển KT-XH, tuy nhiên chưa có những nghiên cứu hệ thống và chuyên sâu về ANNN trên lãnh thổ Việt Nam nói chung và tại lưu vực sông Đồng Nai nói riêng. Đề xuất các giải pháp đảm bảo an ninh nguồn nước, quản lý, sử dụng nước tiết kiệm, hiệu quả trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng là vấn đề cấp thiết.

**2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

Trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích thứ bậc trình bày bởi Chang (1996) trong bài “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP” đăng tại “European Journal of Operational Research” được sử dụng để xác

định trọng số của các nhóm nguy cơ gây mất ANNN. Phương pháp này sử dụng biến ngôn ngữ để biểu diễn các đánh giá so sánh được đưa ra bởi hội đồng ra quyết định. Nội dung chính của phương pháp như sau:

Đặt:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  là tập hợp của  $n$  đối tượng;  
 $G = \{g_1, g_2, \dots, g_m\}$  là tập hợp của  $m$  mục tiêu so sánh.

Theo phương pháp của Chang (1996) thì mỗi một đối tượng  $x_i$  được biểu diễn tương ứng với một đối tượng so sánh, ký hiệu là  $g_i$ . Theo đó, mỗi đối tượng  $x_i$  sẽ được so sánh với  $m$  mục tiêu, ta ký hiệu như sau:

$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m$ ; với  $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ . (trong đó mọi giá trị  $M_{g_i}^j$  là các số mờ tam giác).

*Bước 1: Tính giá trị của số mờ tổng hợp cho đối tượng thứ  $i$  theo công thức:*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \tag{1}$$

Trong đó:  $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right);$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \tag{2}$$

*Bước 2: Tính mức độ có thể của quan hệ so sánh giữa 2 số mờ:*

$$V(S_1 \geq S_2) = \sup_{y \geq x} \left[ \min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)) \right] \tag{3}$$

Theo đó,  $V(S_1 \geq S_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_1 > m_2 \\ 0 & \text{if } l_2 > u_1 \\ \frac{l_2 - u_1}{l_2 - u_1 + m_1 - m_2} & \text{others} \end{cases} \tag{4}$

*Bước 3: Tính mức độ có thể của khả năng xảy ra quan hệ một số mờ tốt hơn các số mờ còn lại:*

$$V(S \geq S_1, S_2, \dots, S_n) = V[(S \geq S_1) \text{ and } (S \geq S_2) \dots \text{and } (S \geq S_n)] = \min V(S \geq S_i)$$

$$(với i = 1, 2, \dots, n) \tag{5}$$

Bước 4: Tính véc tơ  $W'$ :

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \tag{6}$$

với giả định rằng:

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_t) \text{ và } i=1, 2, \dots, n; t=1, 2, \dots, n; i \neq t$$

Trọng số chuẩn hóa:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \&$$

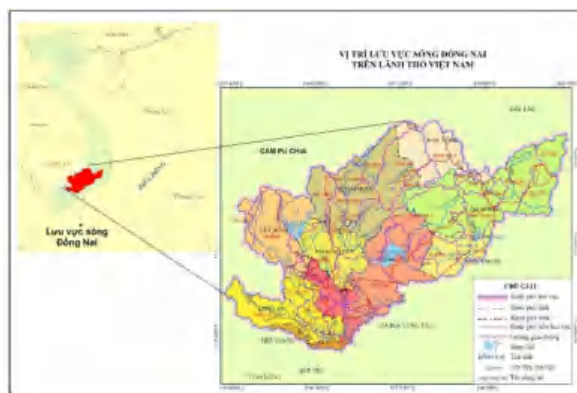
$$W_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \tag{7}$$

Khi đó ta có  $W$  là một số không mờ.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Giới thiệu khái quát về lưu vực sông Đồng Nai

Hệ thống sông Đồng Nai là hệ thống sông nội địa dài nhất Việt Nam; tuy chỉ lớn thứ nhì về diện tích lưu vực (38.600 km<sup>2</sup>, chỉ sau lưu vực hệ thống sông Cửu Long), nhưng hoàn toàn nằm trong lãnh thổ Việt Nam. Lưu vực sông Đồng Nai phủ ranh giới trên 11 tỉnh và thành phố khu vực phía Nam và Tây Nguyên: Lâm Đồng, Đắk Nông, Bình Dương, Bình Phước, Long An, Tây Ninh, Bình Thuận, Ninh Thuận, Đồng Nai, Bà Rịa Vũng Tàu và Thành phố Hồ Chí Minh. Đây cũng là khu vực phát triển KT-XH năng động nhất cả nước. Ước tính trên 14,6 triệu người cư trú trong lưu vực; đồng thời có khoảng 17 triệu người sử dụng nước sông Đồng Nai để sản xuất, vận chuyển, dịch vụ và sinh hoạt, đóng góp trên 63% GDP công nghiệp, 41% GDP dịch vụ và 28% GDP nông nghiệp toàn quốc. Nhu cầu sử dụng nước của tất cả các ngành năm 2015 khoảng 11 tỷ m<sup>3</sup> tăng 43% nhu cầu sử dụng nước hiện tại; đến năm 2020 khoảng 128 tỷ m<sup>3</sup>.



Hình 1: Bản đồ lưu vực sông Đồng Nai

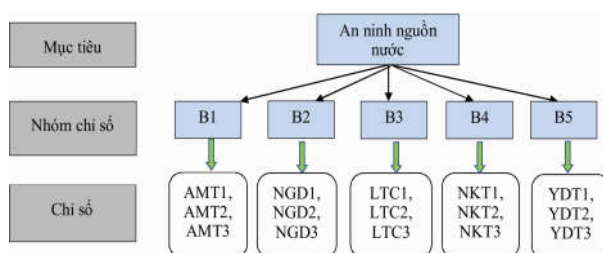
#### 3.2. Kết quả phân tích

##### 3.2.1. Xác định bộ tiêu chí đánh giá ANNN

Bộ tiêu chí đánh giá an ninh nguồn nước áp dụng cho lưu vực sông Đồng Nai được xây dựng dựa trên khung đánh giá ANNN của Diễn đàn nước Châu Á - Thái Bình Dương (2013) khuyến nghị cho các nước khu vực Châu Á-Thái Bình Dương. Bộ chỉ số thuộc 5 nhóm chỉ số chính là: ANNN hộ gia đình, ANNN phục vụ hoạt động kinh tế, ANNN cho đô thị, ANNN về môi trường và ANNN về khả năng phục hồi nguồn nước sau các thảm họa.

##### 3.2.2. Kết quả phân cấp mức độ tác động của các nhân tố tới ANNN

Trong nghiên cứu này, phương pháp phân tích thứ bậc được sử dụng để xác định mức độ tác động (nguy cơ) của nhóm nhân tố cấp 1 và nhóm nhân tố cấp 2 gây mất ANNN như trong hình 2.



Hình 2: Mô hình thứ bậc cho việc xác định trọng số của các nhân tố

Quy trình tính toán được thực hiện theo các

bước dưới đây:

**a) Xác định chỉ số và nhóm chỉ số**

Kết quả phân tích số liệu điều tra nhận thức của người dân và các cấp quản lý về bảo vệ ANNN

cho thấy có 05 nhóm nguy cơ gây mất ANNN, với 15 tiêu chí. Mô hình Fuzzy AHP được sử dụng để xác định mức độ tác động (nguy cơ) của nhóm nhân tố cấp 1 và nhóm nhân tố cấp 2 về ANNN.

**Bảng 1: Phân cấp các nhân tố an ninh nguồn nước tại lưu vực sông Đồng Nai**

Nhóm chỉ số	Chỉ số
B1 - Nhóm yếu tố An ninh nguồn nước môi trường	AMT1 - Chất lượng nước (Chỉ số chất lượng nước WQI)
	AMT2 - Điều tiết nước của lớp phủ
	AMT3 - Bể cấp nước từ mưa
B2 - Nhóm yếu tố an ninh nguồn nước gia đình	NGD1 - Khả năng tiếp cận tới các nguồn nước cấp (mật độ sông suối)
	NGD2 - Nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt (mật độ dân số)
	NGD3 - Nhu cầu sử dụng nước (mật độ giao thông)
B3 - Nhóm yếu tố thiên tai liên quan tới tính chống chịu của nước	LTC1 - Tai biến ngập lụt & xâm nhập mặn
	LTC2 - Tai biến hạn hán
	LTC3 - Tính nhạy cảm (độ dốc)
B4 - Nhóm yếu tố An ninh nguồn nước kinh tế	NKT1 - Tổng nhu cầu sử dụng nước của nền kinh tế
	NKT2 - Hiệu quả sử dụng nước của các ngành kinh tế
	NKT3 - Năng suất tổng hợp (WRU) trong phát triển KT-XH
B5 - Nhóm yếu tố An ninh nguồn nước đô thị	YDT1 - Nhu cầu sử dụng nước của dân số đô thị (tiêu chuẩn sử dụng nước đô thị x tổng dân số đô thị)
	YDT2 - Mật độ dân số
	YDT3 - Diện tích đất ở đô thị

**b) Xây dựng ma trận so sánh cặp**

Giá trị so sánh trung bình giữa các cặp nhân tố

cấp 1 và 2 được trình bày trong bảng ma trận so sánh cặp Satty như sau:

**Bảng 2: Ma trận so sánh các cặp nhóm tiêu chuẩn**

		B1	B2	B3	B4	B5
B1	DM1	EI	SI	SI	EXI	(SI)
	DM2	EI	MI	EI	SI	(VSI)
	DM3	EI	MI	SI	MI	(MI)
	DM4	EI	SI	EI	EI	(SI)
	DM5	EI	VSI	SI	EXI	(SI)
	DM6	EI	MI	EI	SI	(VSI)
	DM7	EI	MI	SI	MI	(MI)
	DM8	EI	SI	EI	EI	(SI)
	DM9	EI	SI	SI	MI	(VSI)
B2	DM1	(VSI)	EI	(VSI)	MI	MI
	DM2	(MI)	EI	(MI)	EI	(EXI)
	DM3	(MI)	EI	(SI)	(SI)	EI
	DM4	(SI)	EI	EI	MI	SI
	DM5	(VSI)	EI	(VSI)	MI	(MI)
	DM6	(MI)	EI	(MI)	EI	(EXI)
	DM7	(MI)	EI	(SI)	(SI)	EI
	DM8	(SI)	EI	EI	MI	(SI)
	DM9	(SI)	EI	VSI	SI	EXI
B3	DM1	(SI)	VSI	EI	SI	VSI
	DM2	EI	MI	EI	(MI)	MI
	DM3	(SI)	SI	EI	EI	(SI)
	DM4	EI	EI	EI	(SI)	VSI
	DM5	(SI)	VSI	EI	MI	(MI)
	DM6	EI	MI	EI	EI	SI
	DM7	(SI)	SI	EI	SI	SI
	DM8	EI	EI	EI	(MI)	EI
	DM9	(SI)	(VSI)	EI	EI	VSI
B4	DM1	(EXI)	(MI)	(SI)	EI	VSI
	DM2	(SI)	EI	MI	EI	MI
	DM3	(MI)	SI	EI	EI	(SI)
	DM4	EI	(MI)	SI	EI	VSI
	DM5	(EXI)	(MI)	(MI)	EI	(MI)
	DM6	(SI)	EI	EI	EI	SI
	DM7	(MI)	SI	(SI)	EI	SI
	DM8	EI	(MI)	MI	EI	EI
	DM9	(MI)	(SI)	EI	EI	VSI
B5	DM1	SI	(MI)	(VSI)	(VSI)	EI
	DM2	VSI	EXI	(MI)	(MI)	EI
	DM3	MI	EI	SI	SI	EI
	DM4	SI	(SI)	(VSI)	(VSI)	EI
	DM5	SI	MI	MI	MI	EI

c) *Tính mức độ quan hệ so sánh giữa hai số mờ*

Với kết quả thu được ở trên, sử dụng phương

trình tính toán số mờ để tính mức độ có thể của quan hệ so sánh giữa 2 số mờ. Kết quả thể hiện dưới bảng sau:

**Bảng 3: Mức độ có thể của quan hệ so sánh giữa 2 số mờ của nhân tố nhóm**

V	S(B1)	S(B2)	S(B3)	S(B4)	S(B5)
$S(B1) \geq$	-	1	1	1	1
$S(B2) \geq$	0.52413	-	0.656696	0.938179	0.61462
$S(B3) \geq$	0.865696	1	-	1	0.957006
$S(B4) \geq$	0.591437	1	0.725	-	0.682501
$S(B5) \geq$	0.907961	1	1	1	-

**d) Tính trọng số của các nhân tố**

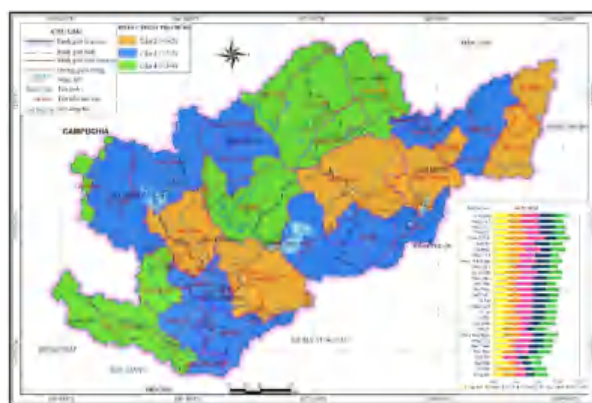
Từ kết quả tính toán thu được được, áp dụng công

thức tính trọng số, ta được kết quả các trọng số các nhân tố được trình bày trong bảng sau:

**Bảng 4: Trọng số các nhân tố và xếp hạng**

Các nhóm nhân tố (B)	Trọng số (B)	Nhóm tiêu chí	Trọng số nhóm tiêu chí	Xếp hạng nhóm tiêu chí	Trọng số nhân tố tổng hợp	Xếp hạng
B1 (môi trường)	0.257121	AMT1	0.051723	3	0.013299	12
		AMT2	0.487231	1	0.125277	1
		AMT3	0.461047	2	0.118545	2
B2 (hộ gia đình)	0.134765	NGD1	0.030388	3	0.004095	14
		NGD2	0.487231	1	0.065661	7
		NGD3	0.144532	2	0.019478	11
B3 (chống chịu)	0.222588	LTC1	0.052998	3	0.011797	13
		LTC2	0.130813	2	0.029117	10
		LTC3	0.487231	1	0.108452	4
B4 (kinh tế)	0.152071	NKT1	0.244227	2	0.03714	8
		NKT2	0.487231	1	0.074094	5
		NKT3	0.214034	3	0.032548	9
B5 (đô thị)	0.233455	YDT1	0.306365	2	0.071523	6
		YDT2	0.011544	3	0.002695	15
		YDT3	0.487231	1	0.113747	3

Thông qua bảng 4 ta thấy, nhóm yếu tố An ninh nguồn nước môi trường có trọng số cao nhất là 0.257121, từ đó cho thấy vai trò của nhóm nhân tố này là quan trọng nhất trong các nhân tố ảnh hưởng tới an ninh nguồn nước. Tiếp theo lần lượt là Nhóm yếu tố An ninh nguồn nước đô thị, Nhóm yếu tố thiên tai liên quan tới tính chống chịu của nước, Nhóm yếu tố An ninh nguồn nước kinh tế, Nhóm yếu tố an ninh nguồn nước gia đình.



**Hình 2: Bản đồ tổng hợp an ninh nguồn nước lưu vực sông Đồng Nai**



Cũng từ bảng số liệu trên cho thấy 4 tiêu chí có trọng số cao nhất là: Điều tiết nước của lớp phủ, Bể cấp nước từ mưa, Diện tích đất ở đô thị, Tính nhạy cảm (độ dốc). Trong đó, trọng số của tiêu chí AMT2 là lớn nhất (0.125277), tương ứng với tiêu chí AMT2 có tầm quan trọng nhất trong các nhân tố ảnh hưởng đến an ninh nguồn nước, tiếp đến xếp vị trí thứ 2 là Bể cấp nước từ mưa (0.118545), thứ 3 lần lượt là trọng số của tiêu chí Diện tích đất ở đô thị (0.113747), và xếp thứ 4 là tiêu chí Tính nhạy cảm (độ dốc) (0.108452). Tiêu chí NGD1 và YDT2 được đánh giá không thực sự quan trọng để quyết định mức độ nổi trội hơn của các nhân tố ảnh hưởng đến an ninh nguồn nước.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng phương pháp phân tích thứ bậc để xác định mức độ tác động của các nhân tố tới ANNN. Kết quả phân tích cho thấy nhóm nguy cơ gây mất ANNN lớn nhất là nhóm nhân tố môi trường, tiếp theo lần lượt là nhóm yếu tố đô thị, nhóm yếu tố thiên tai liên quan tới tính chống chịu của nước, nhóm yếu tố kinh tế, nhóm yếu tố gia đình.

Trong nhóm nhân tố môi trường: Điều tiết nước của lớp phủ được xác định là các mức tác động lớn nhất tới ANNN, tiếp đến là bể cấp nước từ mưa, cũng như Chất lượng nước (Chỉ số chất lượng nước WQI) suy giảm;

Trong nhóm nhân tố về khả năng ứng phó với các thảm họa liên quan đến nguồn nước: nguy cơ lớn nhất gây mất ANNN là tính nhạy cảm (độ dốc), tiếp đến là tai biến hạn hán cũng như tai biến ngập lụt & xâm nhập mặn;

Trong nhóm nhân tố nguồn nước đô thị: nguy cơ lớn nhất gây mất ANNN trong khu vực là sự gia tăng diện tích đất ở đô thị, tiếp đến là nhu cầu sử dụng nước của dân số đô thị, cuối cùng là sự gia tăng mật độ dân số cư dân;

Trong nhóm nhân tố kinh tế: nguy cơ lớn nhất gây mất ANNN trong khu vực là hiệu quả sử dụng nước của các ngành kinh tế, tiếp đến là năng suất tổng hợp trong phát triển kinh tế xã hội, cuối cùng là năng suất tổng hợp trong phát triển kinh tế xã hội;

Trong nhóm nhân tố hộ gia đình: nguy cơ lớn nhất gây mất ANNN trong khu vực là Nhu cầu sử dụng nước sinh hoạt (mật độ dân số), tiếp đến là nhu cầu sử dụng nước (mật độ giao thông), cuối cùng là khả năng tiếp cận tới các nguồn nước cấp (mật độ sông suối).

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này là sản phẩm của đề tài: “Nghiên cứu đánh giá an ninh nguồn nước phục vụ xây dựng quy hoạch tài nguyên nước: áp dụng thử nghiệm trên lưu vực sông Đồng Nai”, mã số BĐKH.12/16-20 thuộc chương trình Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Thành Dung (2014). An ninh nguồn nước - vấn đề an ninh phi truyền thống. Tạp chí Giáo dục lý luận số 220.
- [2] Vũ Trọng Hồng (2015). An ninh nguồn nước - 7 thách thức nổi bật. Bản tin Chính sách Tài nguyên - Môi trường - Phát triển bền vững, số 18, quý 2, trang 3-4.
- [3] Lê Bắc Huỳnh (2013). Suy giảm tài nguyên nước và nguy cơ mất an ninh nguồn nước ở Việt Nam. Tạp chí Nhip cầu Trí thức, số 4, NXB Chính trị Quốc Gia.
- [4] Anagnostopoulos, K.P., Gratziou, M., and Vavatsikos, A.P. (2007). Using the fuzzy analytic hierarchy process for selecting wastewater facilities at prefecture level. European

Water 19/20: 15-24.

- [5] Chang, D.Y. 1996. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research* 95, no. 3: 649-655.
- Pahl-Wost, C., Palmer, M., Richards, K. (2013) Enhancing water security for the benefits of humans and nature - the role of governance, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5:676-684, ScienceDirect, 2013.