

KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU VỀ CHI TIẾT CẤP ĐỘ RỦI RO DO NGẬP LỤT HẠ LƯU SÔNG CÁI PHAN RANG BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH HỆ THỐNG PHÂN CẤP

Bùi Văn Chanh, Võ Anh Kiệt, Đặng Văn Dũng
Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

Tóm tắt

Cấp độ rủi ro do lũ lụt trong Quyết định 44/2014/QĐ-TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ chưa chi tiết nên gây khó khăn trong công tác cảnh báo cấp độ rủi ro cũng như phòng chống, ứng phó với ngập lụt ở địa phương. Do đó việc chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt ở địa phương, trong đó có hạ lưu sông Cái Phan Rang là rất cần thiết. Nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích hệ thống phân cấp (AHP) để xác định tính dễ bị tổn thương do ngập lụt hạ lưu sông Cái Phan Rang. Trong bài báo này trình bày kết quả chi tiết cấp độ rủi ro của các trận lũ năm 1993, 1998 và 2003. Kết quả trình bày trong bài báo là một phần sản phẩm của đề tài “Nghiên cứu xây dựng hệ thống cảnh báo, dự báo chi tiết theo các cấp độ rủi ro thiên tai do bão, mưa lớn, lũ lụt, nắng nóng, hạn hán đến cấp xã (vùng), huyện thuộc tỉnh Ninh Thuận”. Kết quả nghiên cứu sẽ được ứng dụng trong công tác nghiệp vụ cảnh báo cấp độ rủi ro do ngập lụt hạ lưu sông Cái Phan Rang.

Từ khóa: Rủi ro thiên tai; Phân tích hệ thống phân cấp

Abstract

Primary study on specific risk level of inundation on Cai basin downstream of Phan Rang by using analytic hierarchy process method

Risk levels caused by flood defined in Prime Minister Decision 44/2014/QĐ-TTg August 15-2014 are not so detailed. Hence, it is difficult to warn risk levels, necessary preparedness and response to inundation causing by flood. Therefore defining detailed risk levels of inundation is very necessary. This study used Analytic Hierarchy Process (AHP) method to define vulnerability by inundation in downstream area of Cai Phan Rang basin. Risk levels by inundation were detailed for floods in 1993, 1998 and 2003. This paper presents part of results from scientific project titled “Research to establish detailed warning, forecasting system of risk levels by typhoon, heavy rainfall, inundation, extreme temperatures and drought to commune (area) and district levels in Ninh Thuan province”. The research results will be applied in warning risk levels of inundation in downstream area of Cai Phan Rang basin.

Keywords: Hazard risk; Analytic Hierarchy Process

1. Đặt vấn đề

Cấp độ rủi ro do ngập lụt đang sử dụng hiện nay được quy đổi từ cấp báo động cho toàn bộ hạ lưu các sông. Với cấp độ rủi ro do ngập lụt chưa chi tiết đến cấp thôn, xã như hiện nay sẽ rất khó khăn trong công tác phòng chống

ngập lụt ở địa phương. Trong thực tế với cùng một trận lũ độ sâu ngập lụt ở các vùng có sự khác biệt rất lớn, đặc biệt là hạ lưu các sông khu vực Nam Trung Bộ. Ngoài ra mức độ phát triển kinh tế xã hội, khả năng phòng chống và phục hồi ở mỗi vùng khác nhau. Do

đó cấp độ rủi ro ở các cấp thôn, xã cũng rất khác nhau. Vì vậy, cấp độ rủi ro do ngập lụt là sự tổ hợp của hiểm họa ngập lụt, tính nhạy, khả năng chống chịu, mức độ phơi bày.

Phương pháp chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt được xác định dựa trên tính dễ bị tổn thương do ngập lụt, trong đó các yếu tố ảnh hưởng đến tính dễ bị tổn thương gồm hiểm họa ngập lụt, tính nhạy, khả năng chống chịu và phơi bày. Hiểm họa ngập lụt gồm độ sâu ngập, tốc độ dòng chảy và thời gian duy trì. Hiểm họa ngập lụt được xây dựng từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000, số liệu khí tượng thủy văn bằng mô hình MIKE FLOOD của Đan Mạch. Yếu tố phơi bày được xác định dựa trên bản đồ sử dụng đất, tính nhạy và khả năng chống chịu được xác định bằng phiếu điều tra xã hội học. Nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích hệ thống thứ bậc (AHP) để xác định tính dễ bị tổn thương do ngập lụt của một số năm điển hình ở hạ lưu sông Cái Phan Rang. Chỉ số của tính dễ bị tổn thương do ngập lụt được phân ngưỡng dựa trên Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ để chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt.

Tại nhiều cơ quan khí tượng lớn trên thế giới như Mỹ, Nhật Bản, Úc, Hàn Quốc,... việc dự báo các cấp độ rủi ro thiên tai đã được triển khai từ rất lâu. Tháng 3 năm 2015 với sự trợ giúp của một nhóm các nhà khoa học Quốc tế, Liên hợp quốc đã xây dựng và công bố bản đồ rủi ro thiên tai của Thế giới. Ở Việt Nam, nghiên cứu phân cấp và chi tiết cấp độ rủi ro thiên tai mới đang được bắt đầu, kết quả công bố gần như

chưa có. Cơ sở khoa học xác định cấp độ rủi ro thiên tai đang được tiếp cận theo hướng phân ngưỡng tính dễ bị tổn thương. Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương được một số tác giả nghiên cứu như PGS.TS Mai Đăng, PGS.TS Nguyễn Thanh Sơn, TS. Cấn Thu Văn.

2. Cơ sở lý thuyết phương pháp AHP

Phương pháp phân tích hệ thống phân cấp - AHP (Analytic Hierarchy Process) được Thomas L.Saaty đề xuất vào những năm 1970 và đã được nhiều nghiên cứu mở rộng, bổ sung cho đến nay. Phương pháp AHP đã được áp dụng rộng rãi cho nhiều lĩnh vực như khoa học tự nhiên, kinh tế, xã hội, y tế,... Nó được dùng như một công cụ linh hoạt để phân tích quyết định với nhiều tiêu chí, cho phép nhìn thấy rõ ràng các tiêu chí thẩm định và quyết định nhiều thuộc tính, trong đó đề cập đến một kỹ thuật định lượng. Sử dụng AHP là để định lượng các ưu tiên về chất lượng giữa các thành phần chính, phụ cũng như các chỉ số và thể loại. So sánh cặp của một tập các đối tượng hoặc tiêu chuẩn hoặc lựa chọn thay thế) được sử dụng để xác định trọng số của các thành phần. Phân tích hệ thống phân cấp (AHP) như là một cấu trúc mô hình hóa với các quyết định chủ quan, bao gồm: mục tiêu tổng quát, nhóm các tùy chọn/lựa chọn thay thế để đạt được mục tiêu và nhóm các yếu tố hoặc các tiêu chuẩn có liên quan đến lựa chọn/thay thế các mục tiêu ấy. Quá trình cơ bản của AHP dựa trên cơ sở nhận thức, phân tích và tổng hợp. Mục đích là để cung cấp một phương pháp cho mô hình hóa các vấn đề phi cấu trúc trong các ngành khoa học kinh tế, xã hội và quản lý. Hệ thống phân cấp cấu trúc trừu

tượng của một hệ thống nhằm nghiên cứu sự tương tác giữa các thành phần của hệ thống và tác động của chúng lên toàn hệ thống. Sự trừu tượng này có thể mang theo một số hình thức liên quan, tất cả hình thức đều hình thành một mục tiêu chung, đến mục tiêu phụ cho đến những người ảnh hưởng của các yếu tố này, các mục tiêu của con người và sau đó đến chính sách của họ, xa hơn là các chiến lược, và cuối cùng sẽ thu được kết quả từ những chiến lược đó (Saaty, 1990). AHP có 3 bước thực hiện: *phân tích, so sánh và tổng hợp độ ưu tiên*.

(1) *Phân tích vấn đề cần giải quyết*: đơn giản chỉ là chọn phương án thỏa mãn hầu hết các chỉ tiêu đánh giá. Tất cả các phương pháp mô tả một quyết định, được phân tích bằng cách sử dụng toán học lý luận logic AHP phân khai vấn đề ra thành cấu trúc cây phân cấp. Để phân tích cần phải xác định những khía cạnh của vấn đề từ tổng quát đến chi tiết, thể hiện chúng theo cây đa nhánh. Phần tử tại mức cao nhất của cây được gọi là mục tiêu. Những phần tử ở mức cuối cùng được gọi là sự lựa chọn. Ngoài ra còn một nhóm các phần tử liên quan đến các yếu tố hay tiêu chuẩn liên kết giữa những sự lựa chọn và mục tiêu.

(2) *So sánh giữa các phần tử*: Tỷ số của cặp được dựa trên nguyên tắc của Saaty với một hệ thống 9 điểm, điểm “1” trong trường hợp của hai hoạt động đóng góp như nhau đối với mục tiêu và điểm “9” trong trường hợp của các bằng chứng thiên mạnh hơn một hoạt động khác so với mục tiêu. Các điểm khác như điểm “3” đề cập đến tầm quan trọng yếu, điểm “5” được gán cho sở thích rõ ràng, điểm “7” cho một trường hợp có ý

nghĩa mạnh mẽ và các điểm chẵn “2”, “4”, “6” và “8”, được sử dụng khi một thỏa hiệp là cần thiết giữa các số lẻ.

(3) *Tổng hợp mức độ ưu tiên*: Sau khi có được các điểm so sánh giữa các phần tử sẽ sử dụng những ma trận có được từ bước 2 để có thể thiết lập ra mức độ ưu tiên của các phần tử trong cây phân cấp. Mức độ ưu tiên là một số không âm chạy từ 0 đến 1. Chúng thể hiện sự liên kết của trọng số trong từng phần tử ở từng mức. Theo định nghĩa, mức độ ưu tiên của mục tiêu là 1 và tổng mức độ ưu tiên của một mức sẽ là 1.

Ứng dụng phương pháp AHP cho thấy một khu vực sẽ nhận một giá trị chỉ số dễ bị tổn thương nhất định (>0), phù hợp với mục đích tính chỉ số dễ bị tổn thương phục vụ quy hoạch và quản lý tai biến ngập lụt. Vì vậy, trong nghiên cứu sẽ sử dụng công thức cộng của AHP để xác định chỉ số dễ bị tổn thương do ngập lụt. Cụ thể:

$$V_j = H_j * w_H + E_j * w_E + S_j * w_S + A_j * w_A \quad (1)$$

Trong đó: V_j - chỉ số dễ bị tổn thương bão nút j ;

H_j - giá trị tiêu chí nguy cơ ngập lụt;

E_j - giá trị tiêu chí độ phơi nhiễm;

S_j - giá trị tiêu chí tính nhạy;

A_j - giá trị tiêu chí khả năng chống chịu;

w_H, w_E, w_S, w_A - trọng số của 4 tiêu chí (tổng giá trị 4 trọng số = 1)

- Nguy cơ ngập lụt H được hiểu như là mối đe dọa trực tiếp, bao hàm tính chất, mức độ ngập lụt: độ sâu ngập lụt, thời gian duy trì và vận tốc dòng chảy:

$$H_j = H_{1j} * w_{H1} + H_{2j} * w_{H2} + H_{3j} * w_{H3} \quad (2)$$

Trong đó: H_j - giá trị tiêu chí nguy cơ ngập lụt nút j ;

H_{1j} - giá trị biến độ sâu ngập lụt;

H_{2j} - giá trị biến thời gian duy trì;

H_{3j} - giá trị biến tốc độ dòng chảy.

w_{H1}, w_{H2}, w_{H3} - trọng số của 3 biến đặc trưng lũ (tổng giá trị 3 trọng số = 1).

- Độ phơi nhiễm E là tính chất và mức độ tiếp xúc của hệ thống với tai biến bão, thể hiện qua các loại hình sử dụng đất. Giá trị tiêu chí độ phơi nhiễm được xác định từ giá trị các biến sử dụng đất;

- Tính nhạy S là biểu hiện của hệ thống xã hội thông qua các hoạt động sống của con người trước tai biến bão, gồm 4 thành phần: nhân khẩu, sinh kế, kết cấu hạ tầng và môi trường;

$$S_j = S_{nk_j} * w_{S_{nk_j}} + S_{sk_j} * w_{S_{sk_j}} + S_{cs_j} * w_{S_{cs_j}} + S_{mt_j} * w_{S_{mt_j}} \quad (3)$$

Trong đó: S_j - tiêu chí tính nhạy xã j;

S_{nk_j} - thành phần nhân khẩu xã j;

S_{sk_j} - thành phần sinh kế xã j;

S_{cs_j} - thành phần kết cấu xã hội - y tế xã j;

S_{mt_j} - thành phần điều kiện môi trường xã j;

$w_{S_{nk}}, w_{S_{sk}}, w_{S_{cs}}, w_{S_{mt}}$: trọng số của 4 thành phần (tổng 4 trọng số = 1).

Để bị tổn thương do ngập lụt, gồm 4 thành phần: điều kiện, kinh nghiệm, sự hỗ trợ và khả năng phục hồi.

$$A_j = A_{đk_j} * w_{A_{đk_j}} + A_{kn_j} * w_{A_{kn_j}} + A_{ht_j} * w_{A_{ht_j}} + A_{ph_j} * w_{A_{ph_j}} \quad (4)$$

Trong đó: A_j - giá trị tiêu chí khả năng chống chịu xã j;

$A_{đk_j}$ - giá trị thành phần điều kiện chống lũ xã j;

A_{kn_j} - giá trị thành phần kinh nghiệm chống lũ xã j;

A_{ht_j} - giá trị thành phần hỗ trợ xã j;

A_{ph_j} - giá trị thành phần khả năng tự phục hồi xã j.

$w_{A_{đk}}, w_{A_{kn}}, w_{A_{ht}}, w_{A_{ph}}$ - trọng số của 4 thành phần (tổng 4 trọng số = 1).

- Giá trị các thành phần thuộc 2 tiêu chí tính nhạy và khả năng chống chịu được tính theo công thức:

$$M_j = \sum_{i=1}^m Y_{ij} \times w_{ij} \quad (5)$$

Trong đó: M_j - giá trị thành phần thứ j;

Y_{ij} - giá trị biến thứ i thành phần j;

w_{ij} - trọng số biến thứ i thành phần thứ j;

m - tổng số biến thành phần thứ j.

Cả 4 tiêu chí trên trong các nghiên cứu trước đây đã được đưa vào các phương pháp tính toán, tùy thuộc vào cách đặt vấn đề, mục đích của bài toán cần giải quyết trong những điều kiện không gian, thời gian nhất định.

Các biến, thành phần có thứ nguyên khác nhau, vì thế cần chuẩn hóa trước khi tính toán giá trị tính dễ bị tổn thương do ngập lụt. Trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa dữ liệu. Để làm được điều đó cần gán các mối phụ thuộc giữa các tiêu chí và các biến trong các quan hệ thuận - nghịch khi xác định tính dễ bị tổn thương.

+ Hàm quan hệ thuận với tính dễ bị tổn thương và chuẩn hóa biểu diễn bằng công thức:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (6)$$

+ Mặt khác khi xem xét đến các biến mà giá trị của biến càng cao thì khả

Nghiên cứu

năng gây tổn thương càng thấp thì công thức đối với hàm quan hệ nghịch sẽ là:

$$x_{ij} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \quad (7)$$

Trong đó: x_{ij} - giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i đã chuẩn hóa;

X_{ij} - giá trị điểm thứ j thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa;

$\max\{X_{ij}\}$ - giá trị lớn nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa;

$\min\{X_{ij}\}$ - giá trị nhỏ nhất thuộc biến thứ i chưa chuẩn hóa.

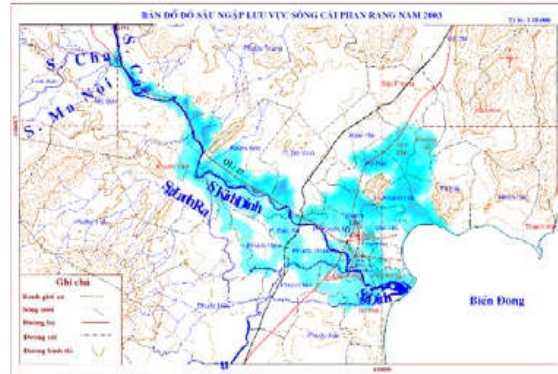
Từ hai công thức (6, 7) cho thấy các giá trị chuẩn hóa của các biến thu được nằm trong khoảng từ 0 đến 1 và sau bước tính này thiết lập được bộ giá trị các biến được chuẩn hóa.

2. Số liệu đầu vào

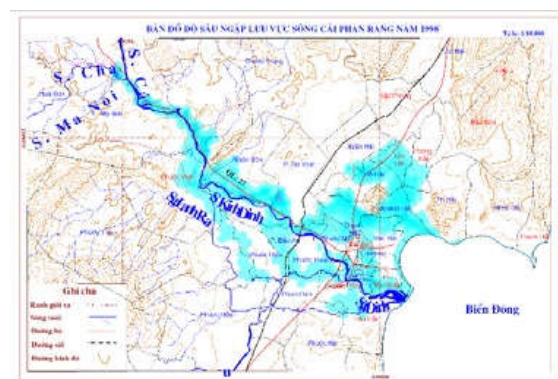
Để xác định chi tiết cấp độ rủi ro ngập lụt hạ lưu sông Cái Phan Rang cần xác định tính dễ bị tổn thương do lũ. Do đó cơ sở dữ liệu sử dụng trong tính toán gồm bản đồ ngập lụt hạ lưu sông Cái Phan Rang, dữ liệu điều tra xã hội và bản đồ sử dụng đất. Bản đồ ngập lụt, tốc độ dòng chảy và thời gian duy trì để chuẩn hóa dữ liệu ngập lụt, bản đồ sử dụng đất được sử dụng để chuẩn hóa dữ liệu về độ phơi nhiễm. Dữ liệu điều tra xã hội học để xác định và chuẩn hóa tính nhạy và khả năng chống chịu.

Sử dụng mô hình MIKE FLOOD xây dựng bản đồ ngập lụt sông Cái Phan Rang, các biên lưu lượng tại Tân Mỹ, Phước Hà, Nhị Hà và sông Than. Đường quá trình lưu lượng tại Tân Mỹ và Phước Hà các năm 2003, 1998, 1993 được khai toán từ đường quá trình mực nước lũ các năm trên thông qua bảng tra lưu lượng

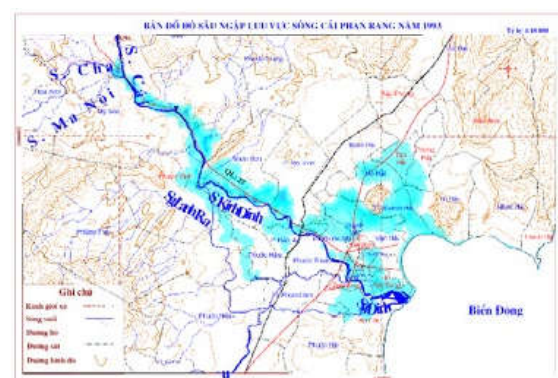
mực nước của trận lũ lớn nhất năm 2016. Lưu lượng của sông Than thu phóng theo tỷ lệ diện tích với Tân Mỹ và Nhị Hà thu phóng theo Phước Hà với hệ số tương ứng $k=0.33$ và $k=0.39$. Biên triều tại Đông Hải được tính từ MIKE 21Toolbox.



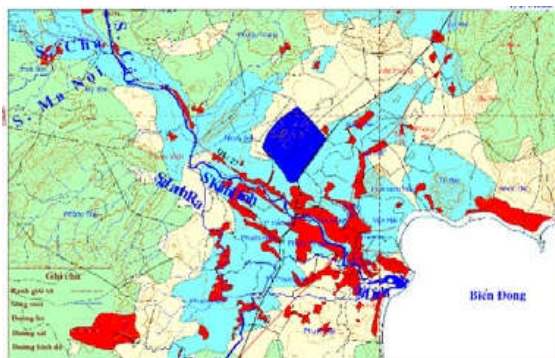
Hình 1: Bản đồ chi tiết độ sâu ngập lụt năm 2003



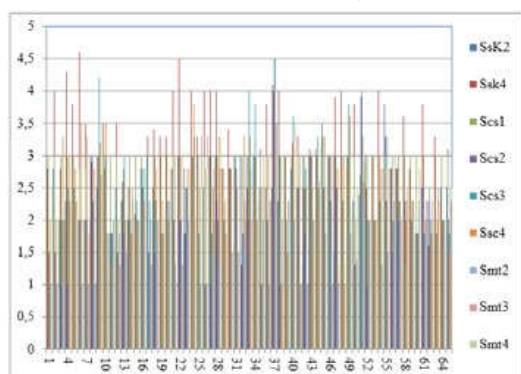
Hình 2: Bản đồ chi tiết độ sâu ngập lụt năm 1998



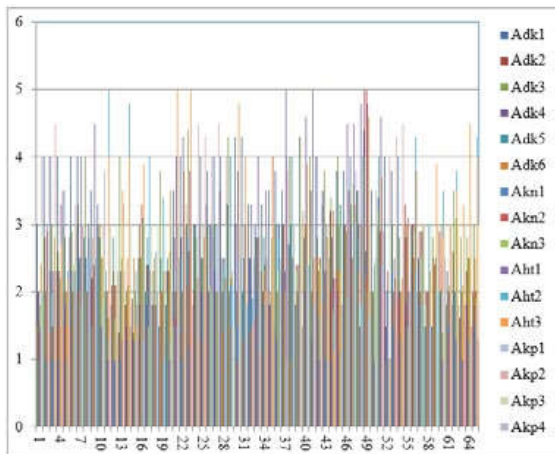
Hình 3: Bản đồ chi tiết độ sâu ngập lụt năm 1993



**Hình 4: Bản đồ sử dụng đất hạ lưu sông
Cái Phan Rang**



**Hình 5: Biểu đồ chuẩn hóa số liệu điều
tra tính nhay**



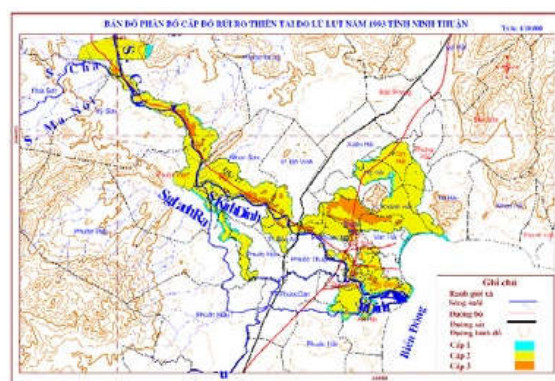
**Hình 6: Biểu đồ chuẩn hóa số liệu khả
năng chống chịu**

3. Kết quả chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt hạ lưu sông Cái Phan Rang.

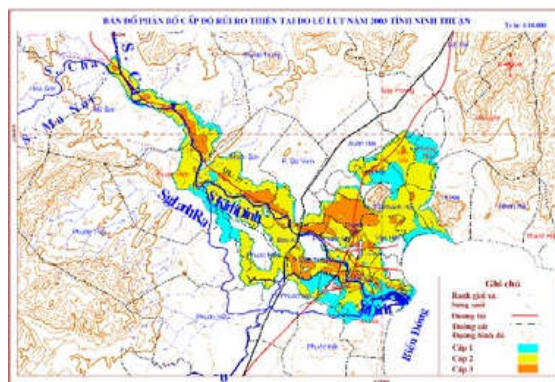
Mực nước tại trạm thủy văn Tân Mỹ năm 2003 là 41,21m, năm 1998 là 39,88m, năm 1993 là 40,27m. Cấp báo động 3 (BD3) tại Tân Mỹ là 38,00m. Theo Quyết định 44/2014/QĐ-TTg, khi mực nước từ BD3+1m đến lũ lịch

sử hoặc lũ thiết kết, cấp độ rủi ro của toàn bộ hạ lưu sông Cái Phan Rang là cấp 2. Với lũ năm 1998, 1993 và lịch sử năm 2003, cấp độ rủi ro toàn vùng hạ lưu sông Cái Phan Rang là cấp 2. Như vậy ở hạ lưu sông Cái Phan Rang chỉ có rủi ro ở mức trung bình là cao nhất. Kết quả ứng dụng AHP đã chi tiết cấp độ rủi ro do lũ ở các thôn, xã hạ lưu sông Cái Phan Rang, chủ yếu là cấp 2 còn có cả các vùng cấp 1 và cấp 3. Chi tiết về bản đồ cấp độ rủi ro do ngập lụt được thể hiện trong hình 7, 8 và 9.

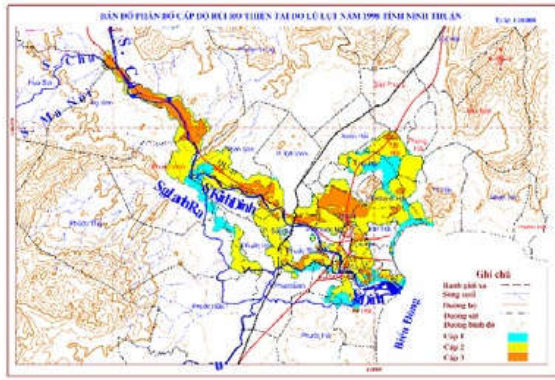
Cấp độ rủi ro thiên tai được chia thành 5 cấp theo Quyết định 44, mỗi cấp có giá trị màu tương ứng như sau: (1) Cấp 1: màu xanh dương nhạt là rủi ro nhỏ, (2) Cấp 2: màu vàng nhạt là rủi ro trung bình, (3) Cấp 3: màu da cam là rủi ro lớn, (4) Cấp 4: màu đỏ là rủi ro rất lớn, (5) Cấp 5: màu tím là thảm họa.



**Hình 7: Bản đồ cấp độ rủi ro do ngập lụt
năm 1993**



**Hình 8: Bản đồ cấp độ rủi ro do ngập lụt
năm 2003**



Hình 9: Bản đồ cấp độ rủi ro do ngập lụt năm 1998

4. Kết luận

- AHP là phương pháp xác định trọng số phục vụ đánh giá tính dễ bị tổn thương khá phức tạp, đã phản ánh đầy đủ các yếu tố tác động của hiểm họa, đặc điểm kinh tế và xã hội, năng lực phòng chống và ứng phó của địa phương đến tính dễ bị tổn thương.

- Từ kết quả chi tiết tính dễ bị tổn thương bằng phương pháp AHP đã chi tiết cấp độ rủi ro do ngập lụt hạ lưu sông Cái Phan Rang một cách khách quan, có cơ sở khoa học và thực tiễn.

- Xác định tính dễ bị tổn thương sử dụng phương pháp xác định trọng số bằng AHP có tính chất khách quan hơn nhiều phương pháp khác, nhưng khối lượng tính toán rất lớn và rất phức tạp. Để thuận tiện trong ứng dụng phương pháp cần nghiên cứu xây dựng chương trình tính toán.

- Cấp độ rủi ro thiên tai là cơ sở triển khai phương án phòng chống ở địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Cấn Thu Văn (2015). *Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ lụt lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn phục vụ quy hoạch phòng chống thiên tai*. Luận án Tiến sĩ, Trường

Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.

[2]. Nguyễn Thanh Sơn, Cấn Thu Văn (2012). *Các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương - Lý luận và thực tiễn - Phần 1: Khả năng ứng dụng trong đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt ở Miền Trung Việt Nam*. Tạp chí Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 28, Số 3S, 115 - 122.

[3]. Nguyen Mai Dang (2010). *Integrated flood risk assessment for the Day river flood diversion area in the Red river, Vietnam*. PhD dissertation of engineering in water engineering and management, AIT.

[4]. Nguyen Mai Dang, Mukand S. Babel, Huynh T. Luong (2011). *Evaluation of food risk parameters in the Day River Flood Diversion Area, Red River Delta, Vietnam*. Nat Hazards 56:169-194 DOI 10.1007/s11069-010-9558-x.

[5]. Saaty, T.L. (2008). *Decision making with the analytic hierarchy process*. Int. J. Services, Sciences, 1(1), pp.83-98.

BBT nhận bài: 28/8/2018; Phản biện xong: 11/9/2018