

# NHẬN DIỆN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CẢNH BÁO LŨ QUÉT DỰA TRÊN CHỈ SỐ MƯA TÍCH LŨY Ở THƯỢNG LƯU THỜI ĐOẠN NGẮN CHO LƯU VỰC SÔNG CẢ

**Đỗ Hoài Nam**

*Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*

**Tóm tắt:** Phương pháp nhận diện và cảnh báo lũ, lũ quét dựa trên những phân tích về mưa lớn đã cho thấy một số ưu điểm nổi bật, đặc biệt khi sử dụng các bộ dữ liệu phân bố không gian ở phạm vi khu vực hay toàn cầu, giúp giải quyết những khó khăn về thu thập dữ liệu ở các lưu vực sông chảy qua nhiều quốc gia. Bài báo giới thiệu một cách tiếp cận đơn giản để xác định rủi ro lũ quét cho sông, suối khu vực miền núi dựa trên chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu thời đoạn ngắn được phân tích từ bộ dữ liệu mưa ngày, tái tạo cho khu vực gió mùa châu Á trong giai đoạn khí hậu 1961-2007 (APHRODITE). Nghiên cứu điển hình được áp dụng cho lưu vực sông Cả và đã xác định được mức độ rủi ro lũ quét cho toàn bộ mạng lưới sông, suối. Kết quả nghiên cứu đã sơ bộ được kiểm nghiệm, phản ánh sự phù hợp với thực tế và cho thấy khả năng ứng dụng để cảnh báo lũ sớm.

**Từ khóa:** Lũ quét; Chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu; Dữ liệu mưa APHRODITE

**Summary:** Flood detection and warning methods based on extreme rainfall analysis have showed some advantages over conventional practices, especially when using regional or global spatial distribution datasets that helps to overcome difficulties in data collection in transboundary river basins. This article introduces a simple approach to assess the risk of flash floods in mountainous areas based on a short duration upstream accumulation precipitation index analyzed using a regional rainfall dataset reconstructed for Asian monsoon areas during period 1961-2007 (APHRODITE). A case study is applied for Ca River Basin and flash flood risks are identified for the entire river network. Results have been preliminarily verified and reflected a reasonable agreement with the reality and capability for early flood warning.

**Key words:** Flash flood; extreme upstream accumulation rainfall; APHRODITE rainfall dataset

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lũ quét là một trong những loại hình thiên tai khá phổ biến ở các khu vực miền núi. Đặc điểm cơ bản của lũ quét là thời gian tập trung dòng chảy nhanh, đột ngột làm cho người dân không có đủ thời gian để ứng phó. Nguyên nhân gây ra lũ quét chủ yếu do tác động của mưa lớn ở các khu vực có độ dốc cao; đôi khi lũ quét cũng có thể xảy ra do yếu tố vỡ đập.

Từ những năm 1970 và 1980, vấn đề lũ quét đã thu hút sự quan tâm ngày càng nhiều của các nhà khoa học, nhà quản lý. Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) đã thúc đẩy việc thành lập các hệ thống nhận diện, cảnh báo lũ quét [1]. Dựa trên cơ sở đó, nhiều quốc gia đã và đang thiết lập các hệ thống có chức năng nhận diện, cảnh báo lũ phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế xã hội của từng khu vực.

Thực hành cảnh báo lũ quét ở Việt Nam gần đây cũng đã được quan tâm rất nhiều. Về cơ

---

Ngày nhận bài: 21/8/2017

Ngày thông qua phản biện: 19/9/2017

Ngày duyệt đăng: 26/9/2017

bản, có ba phương pháp thường được áp dụng để cảnh báo lũ quét bao gồm: (i) dựa trên các yếu tố về khí hậu, địa hình địa mạo, thảm phủ và thổ nhưỡng [2]; (ii) dựa trên các giá trị ngưỡng mưa gây lũ quét quan trắc (tự động) tại các điểm đo mưa trên lưu vực [3]; và (iii) dựa vào dự báo dòng chảy lũ [4]. Tuy nhiên, các tiếp cận hiện tại cũng cho thấy hạn chế chủ yếu đó là thông tin về lượng mưa thường không đủ chi tiết về mặt không gian do điểm quan trắc thưa, đặc biệt ở các khu vực miền núi. Mặt khác, sử dụng mô hình thủy văn-thủy lực để dự báo lưu lượng, mực nước tại một vị trí nào đó trên hệ thống sông luôn đòi hỏi số lượng lớn thông tin về mặt đệm, tài liệu quan trắc dùng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình; tuy nhiên, các thông tin này thường không đầy đủ đối với hầu hết các lưu vực sông, đặc biệt đối với các lưu vực sông nhỏ, sông chảy qua nhiều quốc gia.

Phương pháp nhận diện và cảnh báo lũ, lũ quét dựa trên phân tích mưa lớn đã cho thấy một số ưu điểm nổi bật, ví dụ như tính đơn giản và sử dụng các nguồn dữ liệu phân bố không gian, giúp vượt qua sự phụ thuộc vào dữ liệu, số liệu từ các trạm đo. Bài báo giới thiệu một cách tiếp cận đơn giản để xác định nguy cơ và khả năng ứng dụng để cảnh báo lũ sớm cho các khu vực miền núi dựa trên chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu thời đoạn ngắn được phân tích từ bộ dữ liệu mưa ngày trong thời kỳ khí hậu 1961-2007, đây là sản phẩm của dự án tái tạo dữ liệu mưa có độ phân giải cao cho khu vực gió mùa Châu Á. Lưu vực sông Cả, nơi thường xuyên chịu ảnh hưởng của lũ quét, đã được lựa chọn làm nghiên cứu điển hình.

## 2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

### 2.1. Dữ liệu mưa APHRODITE

Mặc dù hiện nay công nghệ quan trắc, dự báo mưa bằng vệ tinh đã đạt được nhiều thành tựu nổi bật, góp phần khắc phục những hạn chế cho các khu vực có rất ít, thậm chí không có

trạm quan trắc. Thế nhưng, về cơ bản thì việc xác định lượng mưa dựa trên dữ liệu hình ảnh chụp từ vệ tinh cho các vùng lãnh thổ vẫn gặp nhiều khó khăn, sai số lớn. Chính vì thế, để ước tính lượng mưa và đánh giá sự thay đổi về tần suất, dữ liệu quan trắc mưa bằng các trạm đo truyền thống vẫn là cần thiết. Xuất phát từ yêu cầu đó, dự án xây dựng cơ sở dữ liệu mưa ngày dựa trên lưới trạm quan trắc mặt đất cho khu vực châu Á được hình thành vào năm 2006 do Quỹ Phát triển Nghiên cứu và Công nghệ Môi trường, Bộ Môi trường Nhật Bản tài trợ và được gọi tắt là APHRODITE [5]. Dự án đã xây dựng chuỗi số liệu mưa ngày cho khu vực chịu ảnh hưởng gió mùa ở Châu Á và khu vực Trung đông trong thời kỳ khí hậu 1961-2007 (Hình 1). Dữ liệu dùng để xây dựng chuỗi số liệu mưa được thu thập từ các Trung tâm Khí tượng Thủy văn của từng quốc gia trong khu vực. Về phân tích không gian, dự án APHRODITE tính toán mưa ngày trung bình cho các ô lưới với khoảng cách 0.25 độ, tương đương 25 km. Dữ liệu mưa được mã hóa ở dạng nhị phân sau đó đã được giải mã theo định dạng chuẩn (ASCII) cho từng điểm lưới.

Tính đến thời điểm này, ước tính lượng mưa bởi Dự án APHRODITE được cho là có mức độ chi tiết và tin cậy cao. So sánh với ước tính lượng mưa thông qua sự kết hợp giữa vệ tinh hồng ngoại và dữ liệu tại các trạm quan trắc (dự án CHIRPS) với độ phân giải không gian cao hơn cũng cho kết quả khá tương đồng [6]. Như vậy, có thể nhận xét đây là cơ sở dữ liệu khá phù hợp dùng để phân tích mưa lũ cho các hầu hết các khu vực, đặc biệt đối với các lưu vực sông chảy qua nhiều quốc gia khi việc chia sẻ dữ liệu quan trắc giữa các bên gặp nhiều khó khăn.

### 2.2. Chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu

Rủi ro lũ quét thường gây nên bởi hai nguyên nhân chính đó là do đặc điểm địa hình, địa mạo và đặc biệt là cường độ mưa thời đoạn

ngắn. Gần đây, một chỉ số về mưa lớn đã được thiết lập để giúp nhận diện hiểm họa lũ, lũ quét ở một số lưu vực sông ở Châu Âu [7]. Chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu ( $EPI$ ) tính toán cho một vị trí nào đó trên lưu vực tại một thời điểm ( $t$ ) được xác định là giá trị lớn nhất của tỷ số giữa lượng mưa tích lũy ở thượng lưu ( $UP_{di}$ ) trong thời đoạn  $di$  được đã xảy ra trước đó và trung bình của  $UP_{di}$  lớn nhất các năm trong thời kỳ khí hậu đang xem xét, như được biểu diễn ở phương trình (1) dưới đây.

$$EPI(t) = \max \left( \frac{UP_{di}(t)}{\frac{1}{N} \sum_{yi=1}^N \max(UP_{di})_{yi}} \right) \quad (1)$$

Trong đó  $di$  có thể được thiết lập cho các thời đoạn khác nhau (ví dụ: 6 giờ, 12 giờ, v.v...), tuy nhiên dự án APHRODITE cho kết quả phân tích mưa ngày nên thời đoạn tính toán  $di = 24$  giờ;  $t$  là thời điểm kết thúc trong ngày tức là 0:00 giờ GMT; và  $yi$  là năm thứ  $i$  trong thời kỳ khí hậu nghiên cứu.

### 3. ỨNG DỤNG NHẬN DIỆN NGUY CƠ LŨ QUÉT CHO LƯU VỰC SÔNG CẢ

#### 3.1. Khu vực nghiên cứu

Sông Cả bắt nguồn từ các tỉnh Phong Sa Vann và Sầm Nưa của nước Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào, chảy qua địa phận các tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh, sau đó đổ ra biển Đông. Về đặc điểm thủy văn, lưu vực sông Cả được tạo thành từ các nhánh sông chính như: sông Hiếu, sông Lam (Nghệ An và Thanh Hóa), sông Ngàn Sâu, sông Ngàn Phố (Hà Tĩnh), với tổng diện tích là 27.200 km<sup>2</sup> tính cả phần diện tích nằm trên địa phận của Lào.

Về đặc điểm khí hậu, khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng bởi khí hậu nhiệt đới gió mùa, mùa khô thường kéo dài từ tháng 1 đến tháng 7 và mùa mưa kéo dài từ tháng 8 đến tháng 12 chiếm 80% tổng lượng mưa cả năm. Đặc điểm

phổ biến của các trận mưa lớn đó là xảy ra do ảnh hưởng bởi hoàn lưu của áp thấp, bão nhiệt đới. Thêm vào đó, khu vực nghiên cứu với địa hình núi cao, có độ dốc sông suối lớn, thời gian tập trung dòng chảy nhanh nên luôn tiềm ẩn nguy cơ lũ, lũ quét.

#### 3.2. Thiết lập mạng sông trên cơ sở hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Với mục đích xác định nguy cơ lũ quét cho toàn bộ mạng lưới sông, suối của lưu vực sông Cả, nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu địa hình (mô hình cao độ số - DEM), hướng dòng chảy, và mạng sông được xử lý, phân tích từ dự án HydroSHEDs của Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS: <https://hydrosheds.cr.usgs.gov/>) với ô lưới có khoảng cách là 1 km. Đây cũng là cơ sở để tính toán lượng mưa tích lũy ở thượng lưu đến từng điểm nút sông như được minh họa trong Hình 3.

#### 3.3. Tính toán mưa cho các ô lưới

Như đã trình bày ở trên, toàn bộ lưu vực sông Cả được chia thành các ô lưới với kích thước 1x1 km. Do đó, số liệu mưa ngày với bước lưới 25 km của dự án APHRODITE sẽ được nội suy về 1x1 km theo phương pháp tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách. Như vậy mỗi ô lưới đều nhận được chuỗi dữ liệu mưa ngày từ năm 1961 đến năm 2007.

#### 3.4. Nhận diện rủi ro lũ quét

Dựa vào thông tin về địa hình, mạng sông và dữ liệu mưa ngày, chỉ số  $EPI$  đã được tính toán cho 5785 điểm nút sông của lưu vực sông Cả với khoảng cách giữa các điểm nút là 1 km bằng lập trình trên ngôn ngữ Fortran. Kết quả tính toán được chuẩn hóa theo công thức (2) và sau đó chia thành 5 mức độ rủi ro: rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao như được minh họa trong Hình 4.

$$e = \frac{EPI - EPI_{\min}}{EPI_{\max} - EPI_{\min}} \quad (2)$$

Trong đó:

e - Giá trị của chỉ số rủi ro lũ quét sau khi được chuẩn hóa (biến thiên từ 0 đến 1)

$EPI$  - Giá trị chỉ số rủi ro lũ quét tính toán

$EPI_{min}$  - Giá trị chỉ số rủi ro lũ quét nhỏ nhất

$EPI_{max}$  - Giá trị chỉ số rủi ro lũ quét lớn nhất

Hình 5 thể hiện mức độ rủi ro lũ quét cho toàn bộ các nút sông của lưu vực sông Cả được xác định dựa vào chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu trong giai đoạn khí hậu 1961-2007. Kết quả cho thấy địa bàn các huyện Kỳ Sơn, Tương Dương, Quế Phong và Quỳnh Châu được xác định có mức rủi ro lũ quét cao đến rất cao. Đặc biệt, phần lớn sông, suối trên địa bàn huyện Kỳ Sơn đều chịu rủi ro lũ quét ở mức rất cao. Điều này cũng phản ánh khá phù hợp với thực tế đã xảy ra tại địa phương. Theo thống kê, Nghệ An là tỉnh thường chịu ảnh hưởng bởi lũ quét và địa bàn xảy các trận lũ quét trong những năm gần đây (ví dụ: tháng 8/2005, tháng 8/2006, tháng 6/2011, tháng 9/2016, và đặc biệt là trận lũ gần đây nhất tháng 7/2017) đều thuộc các huyện được xác định có mức rủi ro cao như đã nêu ở trên. Trong khi đó, phần lưu vực nằm bên địa phận của Lào được xác định có mức rủi ro lũ quét rất thấp. Kết quả đã phản ánh khu vực này với đặc điểm núi cao nằm sát với dãy Trường Sơn nhưng biến động về mưa một ngày max trong suốt thời kỳ khí hậu là không nhiều. Đa số các khu vực còn lại của tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh được xác định có mức rủi ro lũ quét thấp.

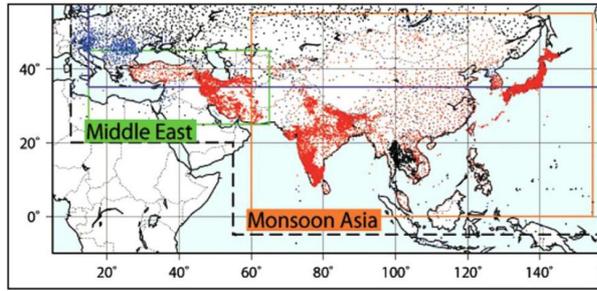
### 3.5. Đề xuất giải pháp cảnh báo lũ sớm

Hiện tại các trạm thủy văn trên các sông thuộc phạm vi cả nước đã gắn các mức báo động cấp I, II và III theo Quyết định số 632/QĐ-TTG ngày 10/5/2010 của Thủ tướng Chính phủ. Cụ thể, Báo động cấp I là mức giới hạn mực nước cho biết trên sông đã bắt đầu có lũ nhưng nước lũ còn ở giới hạn trong lòng sông - tương đương cấp lũ nhỏ; Báo động cấp II là mức giới hạn mực nước cho biết lũ trong sông đã lên đến mức trung bình, nước lũ bắt đầu gây ảnh

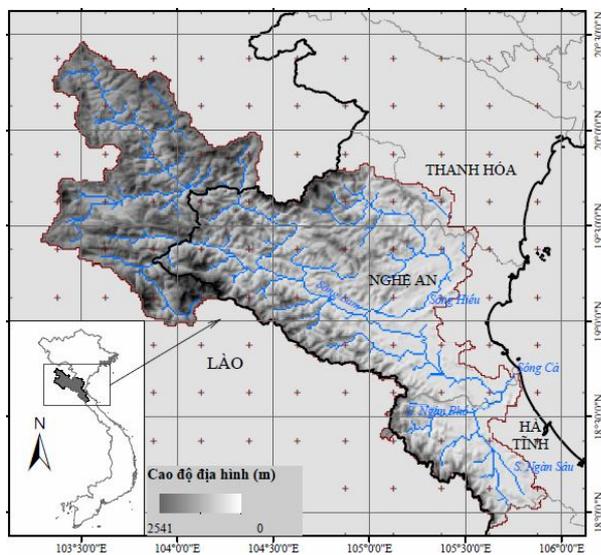
hưởng ngập lụt và tác động xấu đến dân sinh, kinh tế, xã hội - tương đương lũ trung bình; và Báo động cấp III là mức giới hạn mực nước cho biết lũ trong sông đã lên đến mức cao, gây ảnh hưởng ngập lụt nghiêm trọng và có thể gây nguy hiểm, đe dọa đến tính mạng, hoạt động sản xuất và tài sản của nhân dân - tương đương lũ lớn.

Một nghiên cứu gần đây [8] đã so sánh kết quả tính toán chỉ số  $EPI$  tính cho vị trí trạm thủy văn Nông Sơn thuộc lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn dựa vào lượng mưa quan trắc thực tế. Kết quả cho thấy sự phù hợp giữa kết quả tính toán và đường quá trình mực nước trong mùa lũ năm 1998 và 1999, hệ số thể hiện mức độ hiệu quả Nash-Sutcliffe đạt được trên 60%. Kết quả phân tích chỉ số  $EPI$  với đường quá trình mực nước và các cấp báo động tại trạm thủy văn Nông Sơn cho thấy hầu hết các trận lũ vượt cấp báo động II xảy ra khi có chỉ số  $EPI$  lớn hơn 1 và ở ngưỡng (hay vượt) cấp báo động III khi có chỉ số  $EPI$  lớn hơn 1.5. Điều này có nghĩa là khi dự báo cường độ mưa vượt mức cường độ mưa cùng thời đoạn lớn nhất bình quân trong các tháng mùa lũ thì rất có thể sẽ xảy ra các trận lũ trên cấp báo động II.

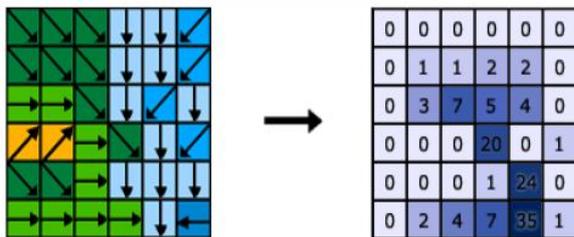
Từ các phân tích đã nêu ở trên, có thể thấy thay vì phải thiết lập các mô hình thủy văn-thủy lực luôn yêu cầu một số lượng lớn số liệu về mặt đệm, số liệu quan trắc khí tượng thủy văn và kỹ năng sử dụng mô hình, việc nhận dạng nguy cơ lũ hoàn toàn có thể được thực hiện và đưa ra các cảnh báo lũ sớm thông qua cách tiếp cận đơn giản đã được trình bày ở trên. Đây có thể được coi là một đóng góp tích cực trong việc thực hành cảnh báo sớm lũ, lũ quét cho các lưu vực sông khu vực miền núi, đặc biệt là các khu vực không có số liệu quan trắc, giúp cho các cơ quan quản lý và người dân có thời gian chuẩn bị những kế hoạch ứng phó thích hợp, hay nó cũng là cơ sở để tiếp tục thực hiện các dự báo lũ chi tiết hơn.



Hình 1. Phạm vi dự án tái tạo dữ liệu mưa cho khu vực Châu Á (Monsoon Asia) và Trung đông của dự án APHRODITE dựa trên số liệu từ các điểm quan trắc (●)



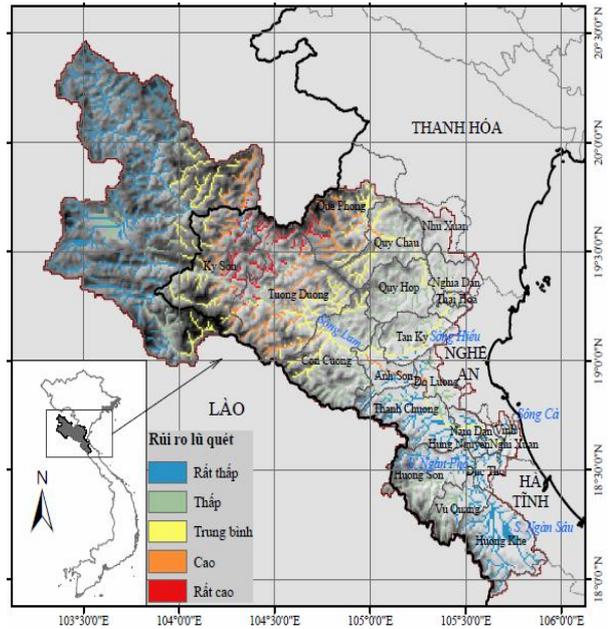
Hình 2. Lưu vực sông Cả và lưới tính toán mưa ngày thời kỳ khí hậu 1961-2007 của dự án APHRODITE (+)



Hình 3. Cơ sở xác định mưa tích lũy ở thượng lưu của từng nút sông lưu vực sông Cả: Hướng dòng chảy (trái) và số ô lưới chảy đến các nút sông (phải) (nguồn: ArcGIS tutorial)

Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao
0.0 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	0.8 - 1.0
0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Hình 4. Phân cấp mức độ rủi ro lũ quét theo giá trị đã được chuẩn hóa (e)



Hình 5. Kết quả đánh giá rủi ro lũ quét lưu vực sông Cả trong thời kỳ khí hậu 1961-2007

### 5. KẾT LUẬN

Một phương pháp đơn giản dựa trên dự tính chỉ số lượng mưa tích lũy ở thượng lưu thời đoạn ngắn đã được ứng dụng để nhận diện rủi ro lũ quét cho lưu vực sông miền núi. Nghiên cứu điển hình được áp dụng cho lưu vực sông Cả và đã xác định được mức độ rủi ro lũ quét cho toàn bộ mạng lưới sông, suối. Kết quả nghiên cứu đã sơ bộ được kiểm nghiệm và phản ánh sự phù hợp với thực tế, từ đó giúp đề xuất khả năng được áp dụng trong cảnh báo lũ sớm theo các cấp báo động (I, II và III); điều này có ý nghĩa rất quan trọng, giúp các cơ quan quản lý và người dân có các phương án theo dõi, ứng phó phù hợp.

## LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành gửi lời cảm ơn đến Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia

(NAFOSTED), Bộ Khoa học và Công nghệ đã tài trợ kinh phí thực hiện các hoạt động của nghiên cứu này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] WMO (2006). Flash Flood Guidance System with global coverage.
- [2] Hà Quyết Nghị, Đào Văn Khương, Nguyễn Mạnh Linh (2013). Ứng dụng công nghệ GIS xây dựng bản đồ cảnh báo lũ quét và sạt lở đất trên địa bàn tỉnh Sơn La. Tạp chí KH&CN Thủy lợi Viện KHTLVN
- [3] Cao Đăng Dur, Lê Bắc Huỳnh (2000). Lũ Quét ,“Nguyên nhân và biện pháp phòng tránh”. NXB Nông Nghiệp, 2000.
- [4] Bloßschl, G., Reszler, C., Komma, J. (2008). A spatially distributed flash flood forecasting model. *Environmental Modelling & Software* 23 (4), 464–478.
- [5] Yatagai, A. O. Arakawa, K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu and A. Hamada (2009). A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *SOLA* , 5, 137-140, doi:10.2151/sola.2009-035
- [6] Ceglar, A., Toreti A., Balsamo G., and Kobayashi S. (2017). Precipitation over Monsoon Asia: A Comparison of Reanalyses and Observations. *Journal of Climate*, 30: 465-46, DOI: 10.1175/JCLI-D-16-0227.1
- [7] Alfieri L. and Thielen J. (2015). A European precipitation index for extreme rain-storm and flash flood early warning. *Meteorol. Appl.*, 22, 3–13.
- [8] Do Hoai Nam, Nguyen Thanh Cong, Ngo Anh Quan, Duong Hai Thuan, Dang Thanh Mai.: NWP based extreme precipitation index for flood warning at a river basin scale in Central Vietnam. *Proceedings of the Vietnam-Japan Workshop on Estuaries, Coasts, and Rivers*, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2016