

# ỨNG DỤNG TỔ HỢP MÔ HÌNH MIKE 11 - MIKE SHE TRONG MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ XÓI NGẦM KHU VỰC TRUNG TÂM HUYỆN NAM ĐÔNG, THỪA THIÊN HUẾ

Trần Hữu Tuyên<sup>1</sup>, Hoàng Hoa Thám<sup>1</sup>, Hoàng Ngô Tự Do<sup>1</sup>, Nguyễn Việt Hùng<sup>2</sup>, Bùi Thăng<sup>3</sup>

**Tóm tắt:** Vận tốc dòng chảy là yếu tố động lực quyết định sự hình thành và phát triển của hiện tượng xói ngầm và dẫn đến sự hình thành các hố sụt ở trên mặt đất (thềm sông, mái đê, ...) vào mùa mưa lũ. Trong nghiên cứu này trình bày việc sử dụng tổ hợp mô hình MIKE 11 – MIKE SHE trong việc mô phỏng thủy lực của dòng mặt và dòng ngầm nhằm xác định vận tốc dòng chảy nước dưới đất trong trận lũ đại diện năm 2009. Kết quả nghiên cứu đã mô phỏng cường độ và sự phân bố của dòng chảy ngầm, xác định được các vùng có nguy cơ cao về xói ngầm ở khu vực trung tâm huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế. Các kết quả nghiên cứu đã chứng tỏ khả năng ứng dụng tổ hợp mô hình MIKE 11 và MIKE SHE cho việc dự báo nguy cơ sụt đất do biến dạng thềm khu vực bậc thềm ven sông, đê đập vào mùa mưa lũ.

**Từ khóa:** Xói ngầm, biến dạng thềm, MIKE 11- MIKE SHE, Nam Đông

Ban Biên tập nhận bài: 25/08/2018 Ngày phản biện xong: 15/10/2018 Ngày đăng bài: 25/11/2018

## 1. Mở đầu

Hiện tượng xói ngầm là hiện tượng các hạt nhỏ hơn bị lôi cuốn qua các lỗ rỗng của đất đá lớn hơn dưới tác dụng cơ học của dòng thấm dẫn đến trong đất đá hình thành các lỗ rỗng, khe rỗng, gây sụt lún mặt đất dẫn đến phá hủy công trình. Khả năng phát sinh, phát triển những quá trình này phụ thuộc chủ yếu vào điều kiện thủy động lực của dòng thấm và tính chất của đất, đặc biệt là thành phần hạt và cấu trúc của đất (Tô Xuân Vu, 2002) [5].

Hiện nay có nhiều phương pháp đánh giá nguy cơ xảy ra xói ngầm dựa trên việc xác định gradien giới hạn gây xói ngầm, chảy như tính toán lý thuyết, thí nghiệm trong phòng... Tuy nhiên, phương pháp tính toán lý thuyết còn có những hạn chế vì chưa xét tới một loạt yếu tố thuộc về bản chất của đất như thành phần, tính chất, trạng thái của đất, ... Phương pháp thí nghiệm trong phòng có ưu điểm là khá đơn giản,

đễ thực hiện và ít tốn kém nhưng có những hạn chế về kích thước và tình nguyên trạng của mẫu thí nghiệm (Bùi Văn Trường, 2001) [1]. Phương pháp thí nghiệm hiện trường để xác định các đặc trưng biến dạng thềm nhằm là xác định cơ chế, hình thức biến dạng thềm trong điều kiện tự nhiên cho kết quả khá chính xác nhưng tốn kém và khó ứng dụng rộng rãi (Bùi Văn Trường, 2008) [4]. Hạn chế chung và lớn nhất của các phương pháp trên là chỉ cho ở một vùng cụ thể, khó sử dụng cho vùng lớn hơn. Để khắc phục, phương pháp phân tích đa chỉ tiêu APH đánh giá vai trò quan trọng ít quan các yếu tố gây xói ngầm: địa hình, cấu trúc địa chất, thành phần đất đá, đặc điểm thủy văn và địa chất thủy văn và tổ hợp các yếu tố trên nền GIS cũng đã sử dụng nhưng độ chính xác không lớn.

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng các mô hình thủy lực trong việc xác định vận tốc dòng ngầm, so sánh với gradien giới hạn để xác định vùng có nguy cơ xảy ra xói ngầm khu vực nền và thân đê Nam Định cũng đã được sử dụng ở nước ta (Nguyễn Văn Tuấn, 2007). Tuy nhiên, vai trò của dòng chảy sông và quan hệ thủy lực

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

<sup>2</sup>Sở TNMT Thừa Thiên Huế, <sup>3</sup>.Liên hiệp các hội KHKT Thừa Thiên Huế

Email: thtuyen.hue@gmail.com

đối với dòng chảy ngầm, yếu tố quyết định khả năng gây ra xói ngầm chưa được đề cập trong báo cáo này. Điều này có thể là do nhiều nguyên nhân như thiếu số liệu địa hình chi tiết lòng sông, số liệu quan trắc thủy văn,...

Mục đích của nghiên cứu của chúng tôi: 1) Kết hợp giữa mô hình toán thủy lực trong sông (MIKE 11) và mô hình nước dưới đất (MIKE SHE) trong việc tính toán mô phỏng dòng chảy ngầm - dòng chảy mặt khu vực nghiên cứu; 2. Xác định các vùng có nguy cơ cao về xói ngầm trên cơ sở so sánh với gradient tới hạn của các lớp đất đá và vận tốc dòng ngầm. Nghiên cứu điển hình được thực hiện cho trận lũ tháng 10 năm 2009 với tần suất khoảng 5% là thời điểm mà khu vực có nguy cơ xảy ra xói ngầm lớn nhất.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu sử dụng

### 2.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu nằm ở trung tâm huyện Nam Đông có diện tích 1.801ha, có địa hình dạng trũng giữa núi, tương đối bằng phẳng nằm dọc theo các con sông Thượng Lộ, Thượng Nhật,.. nằm phía Tây nam tỉnh Thừa Thiên Huế.

Thuộc thượng lưu sông Hương, diện tích lưu vực các sông Thượng Lộ, Thượng Nhật lên đến 582 km<sup>2</sup> nằm trên vùng đồi núi có lượng mưa lớn, tập trung nên lưu lượng dòng chảy trên sông rất lớn, đặc biệt vào mùa mưa lũ. Trong khi cấu trúc địa chất ở đây chủ yếu là các thành tạo cát, cuội, sỏi hỗn tạp được phủ bởi các sản phẩm bồi tích, sườn tích với bề dày lên đến 20m, thành tạo thuộc nhóm đất rời, không ổn định, dễ bị lôi cuốn, vận chuyển đi nơi khác dưới tác động của dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm, nên khu vực dễ xảy ra hiện tượng sụt đất do hoạt động xói ngầm.

Đến hiện nay, hiện tượng sụt đất ở khu vực nghiên cứu không dừng lại ở mức độ nguy cơ mà đã xảy ra. Vào mùa mưa năm 2015, hố sụt với đường kính lên đến 4,8m đã xảy ra tại xã Hương Lộc, huyện Nam Đông. Theo kết quả khảo sát của Sở Tài nguyên Môi trường Thừa Thiên Huế và Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, hiện tượng xảy ra trong trầm tích sét pha màu xám

vàng, nguồn gốc sông lũ. Theo thông tin mà chủ nhà cung cấp, hố sụt xuất hiện vào ban đêm vào khoảng tháng 10 năm 2015 chỉ sau một trận mưa lớn. Không có thiệt hại về người, nhưng hố sụt xuất hiện ngay trong khu dân cư, cạnh nhà dân đã tạo nên tâm lý bất an trong xã hội và báo hiệu nguy cơ sụt đất đã thành hiện thực. Theo nhận định ban đầu, hiện tượng sụt đất xảy ra do nhiều nguyên nhân có quan hệ mật thiết với nhau, liên quan trực tiếp đến trầm tích Đệ tứ (thành phần thạch học, chỉ tiêu cơ lý, đặc điểm phân bố) và nước dưới đất, liên quan trực tiếp đến quá trình xói ngầm. Tuy nhiên, phạm vi và nguy cơ hình thành và phát triển hiện tượng sụt đất, tác động đến độ ổn định khu vực, cuộc sống người dân... vẫn chưa trả lời được.

### 2.2. Giới thiệu mô hình MIKE SHE và MIKE 11

MIKE SHE là một mô hình dòng chảy nước dưới đất có khả năng mô phỏng theo từng sự kiện cụ thể hoặc liên tục, trong mọi quy mô, và có thể liên kết với MIKE 11 để mô phỏng mối quan hệ giữa dòng chảy mặt và dòng chảy nước dưới đất trên cùng một lưu vực (DHI, 2004). Mô hình MIKE SHE bao gồm hai modul chính: Chất lượng nước (WQ) và Thủy động lực (WM). Modul thủy động lực được sử dụng cho nghiên cứu này bao gồm nhiều modul phụ: thoát nước bốc hơi (ET), dòng chảy nước trong đất (SWM), dòng chảy trên mặt (OF), dòng chảy kênh (CF), dòng chảy nước dưới đất (GWF) (DHI 2004). Vì MIKE SHE là một mô hình vật lý, các modul nói trên dựa trên các định luật vật lý về bảo toàn khối lượng, động lượng và năng lượng. Mô hình thoát hơi nước được tính toán bằng cách sử dụng các phương pháp Kristensen và Jensen. Dòng chảy kênh được xử lý bằng phương trình sóng Saint-Venant một chiều (1-D) và dòng chảy mặt được xử lý bằng hai phương trình sóng Saint-Venant hai chiều (2-D). Nước thấm thấu vào vùng không bão hòa có thể được mô phỏng bằng dòng chảy Richard một chiều hoặc dòng chảy trọng lực. Vùng bão hòa trong đất được mô phỏng sử dụng phương trình Boussinesq ba chiều, sử dụng các phương pháp sai phân hữu

hạn để giải các phương trình vi phân thành phần (PDE's). Một số phần nhỏ của MIKE SHE được dựa trên kết quả thực nghiệm (DHI, 2004).

MIKE 11 là mô hình động lực một chiều được sử dụng nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông hay hệ thống kênh dẫn đơn giản hay phức tạp. Modun thủy động lực (HD) là một phần trọng tâm của hệ thống mô hình MIKE 11 và hình thành cơ sở cho các modun khác: dự báo lũ, tải khuếch tán, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát. Modun HD giải các phương trình tổng hợp theo phương đứng để đảm bảo tính liên tục và bảo toàn động lượng, nghĩa là giải hệ phương trình Saint-Venant.

Trong nghiên cứu này để đánh giá định lượng vai trò tổ hợp của nước mặt (thủy văn) và nước dưới đất (địa chất thủy văn) trong việc hình thành hiện tượng xói ngầm, mô hình số MIKE SHE kết hợp với MIKE 11 được sử dụng cho phép giải chính xác bài toán phân bố vận tốc dòng chảy trong các trận lũ. Ưu điểm của mô hình cho phép mô phỏng vận động dòng ngầm rất thuận tiện và chính xác ở những nơi có điều kiện địa chất và chế độ thủy văn biến đổi phức tạp như ở khu vực phân lưu của sông, ở những đoạn sông cong,... cho phép xác định trường phân bố, biến đổi áp lực thấm theo không gian và thời gian, đặc biệt xác định mối quan hệ thủy lực hết sức chặt chẽ giữa nước dưới đất và dòng chảy mặt trên sông.

### 2.3. Các tài liệu đã sử dụng

Mô hình được xây dựng trên cơ sở tổng hợp các loại tài liệu và số liệu sau:

- Bản đồ địa hình khu vực, các tài liệu đo vẽ 45 cắt ngang các sông Thượng Nhật, Thượng Lộ;
- Tài liệu về khảo sát địa chất, địa chất thủy văn khu vực: các lớp đất đá, tính thấm,...
- Số liệu quan trắc lượng mưa, mực nước và lưu lượng tại trạm khí tượng Nam Đông và trạm thủy văn Thượng Nhật trong trận lũ năm 2009.
- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất, bản đồ đất khu vực nghiên cứu.
- Tham khảo tài liệu dự án “Quản lý tổng hợp

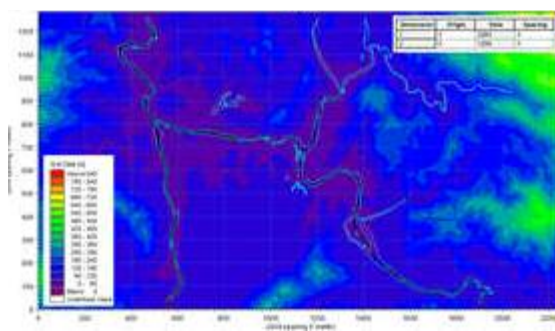
lũ lụt sông Hương” do JAICA thực hiện (2013).

## 3. Nội dung nghiên cứu

### 3.1. Thiết lập mô hình và thông số của mô hình.

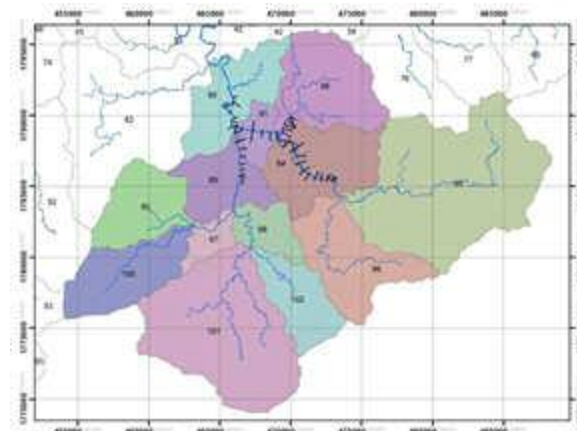
Xây dựng lưới tính.

Dữ liệu số độ cao (DEM) cho các đầu vào mô hình được tạo ra từ bản đồ địa hình số 1:10.000 (Hình 1). Kích thước lưới để chạy mô hình đã được thiết lập là 5 x 5 m để thỏa hiệp độ chính xác mô phỏng và các đặc tính vật lý và vận động dòng ngầm của nước dưới đất cũng như nước mặt.



Hình 1. Lưới của mô hình MIKE SHE

Dữ liệu 13 tiểu lưu vực của sông Thượng Nhật, Thượng Lộ và Khe Tre được sử dụng trong mô hình MIKE NAM được triết xuất từ bản đồ các tiểu lưu vực sông Hương do JAICA xây dựng (Hình 2).



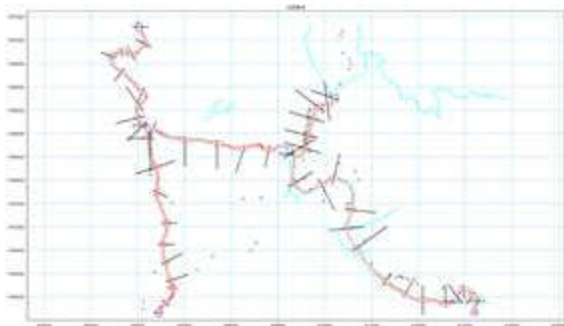
Hình 2. Bản đồ các tiểu lưu vực.

Các thông số 13 tiểu lưu vực được thể hiện bảng 1.

Bảng 1. Thông số các tiểu lưu vực khu vực

Lưu vực	F (ha)	Thuộc sông	Loại lưu vực
80	3.323	Tả Trạch	Khu giữa
100	3.399	Thượng Nhật	Thượng lưu
101	8.529	Thượng Nhật	Thượng lưu
99	2.909	Thượng Nhật	Thượng lưu
97	897	Thượng Nhật	Thượng lưu
98	1.446	Thượng Nhật	Thượng lưu
89	2.511	Thượng Nhật	Khu giữa
95	10.812	Thượng Lộ	Thượng lưu
96	4.029	Thượng Lộ	Thượng lưu
94	3.866	Thượng Lộ	Khu giữa
91	919	Thượng Lộ	Khu giữa
86	4.227	Khe Tre	Thượng lưu
102	2.503	Thượng Nhật	Thượng lưu

Mạng lưới sông trong mô hình MIKE 11 gồm các nhánh Thượng Nhật, Thượng Lộ, Khe Tre. Các mặt cắt và vị trí biên được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Sơ đồ mạng sông, biên và mặt cắt

Dữ liệu địa chất và các tầng chứa nước.

Đới nước ngầm ở khu vực nghiên cứu có 03 tầng chứa và 01 lớp cách nước. Lớp 1 là tầng chứa nước Holocen có nguồn gốc sông aQ (gồm aQ22-3, aQ21-2) phân bố trên bãi bồi và bậc thềm sông. Lớp 2 là lớp tầng chứa nước Holocen nguồn gốc hỗn hợp sông lũ apQ21-2, phân bố không liên tục. Lớp 3 là tầng chứa nước trầm tích hỗn hợp sườn tàn tích edQ. Lớp 4 là tầng đá gốc xem là cách nước. Hệ số thấm và hệ số nhả nước thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Các thông số của tầng chứa nước

Lớp địa chất	Kx (m/s)	Kz (cm/s)	Hs nhả nước	Hs trữ nước
Lớp 1	$5 \times 10^{-5}$	$2 \times 10^{-5}$	0,32	$3 \times 10^{-4}$
Lớp 2	$2 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	0,53	$2 \times 10^{-4}$
Lớp 3	$1 \times 10^{-6}$	$2 \times 10^{-6}$	0,25	$9 \times 10^{-4}$
Lớp 4	$2 \times 10^{-7}$	$2 \times 10^{-7}$	0,12	$6 \times 10^{-5}$

Theo chiều thẳng đứng, trong mô hình mô tả hai loại đới: Đới không bão hòa (đới thông khí) và đới bão hòa nước (đới nước ngầm).

Trong đới không bão hòa. Trong điều kiện mưa lũ, chiều dày trung bình của đới không bão hòa từ 0,5m đến 3,0m thay đổi tùy theo độ cao khu vực. Một trong những thông số quan trọng là khả năng giữ ẩm của đất trong đới không bão hòa. Giá trị này được xác định qua thí nghiệm độ ẩm tự nhiên, độ giữ ẩm và độ ẩm khi bão hòa của các lớp trên mặt theo tài liệu khảo sát địa chất công trình.

Trong đới bão hòa. Ở độ sâu của mặt nước khoảng 50m trong lưu vực nghiên cứu lưu lượng cơ sở đã đóng góp rất ít cho dòng chảy, do đó ranh giới dưới của đới bão hòa nằm ở độ sâu này. Trong điều kiện khó khăn về mặt số liệu, chúng tôi cho rằng sự phân bố các tham số của tầng chứa nước như hệ số thấm ngang (Kx), hệ số thấm thẳng đứng (Kz), hệ số nhả nước, hệ số trữ nước đồng nhất trên toàn lưu vực.

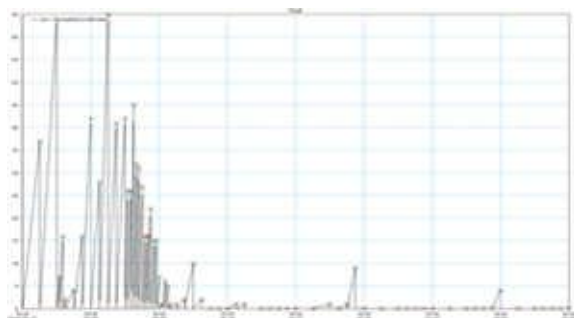
Sử dụng đất và đất. Do đó, dữ liệu về sử dụng đất và đất được điều tra năm 2004 (dữ liệu đất) và 2015 (dữ liệu sử dụng đất) đã được sử dụng trong mô hình dòng chảy mặt và dòng chảy trong đới không bão hòa. Phân tích sơ bộ trước khi hiệu chuẩn mô hình và so sánh với dữ liệu mô hình đã có trên lưu vực này cho thấy không có sự khác biệt lớn về giá trị của các thông số trong khu vực so với số liệu các đề tài dự án có trước. Do đó, giá trị tham số của mô hình trong dự án JAICA được sử dụng để tính toán thực tế.

Dòng chảy tràn và qua kênh dẫn. Loại dòng chảy được chi phối bởi dòng chảy bề mặt và dòng chảy ngầm. Tham số của Manning số (M) đã được tìm thấy là nhạy cảm cho mô phỏng, được tự động hiệu chuẩn trong mô hình MIKE SHE và MIKE 11. Mực nước tại sông nhánh được mô phỏng động bằng khớp nối giữa MIKE SHE và MIKE 11. Hệ số Manning ban đầu (M) cho tất cả các sông đã được thiết lập là  $25m^{1/3}/s$  và hệ số thoát qua sông dẫn được đặt là  $1e-006/s$ .

### 3.2. Điều kiện biên của mô hình

Lượng mưa, lượng bốc hơi. Lượng mưa trên tất cả các lưu vực được lấy theo số liệu quan trắc

của Trạm khí tượng Nam Đông trong trận lũ năm 2009 (Hình 4). Lượng bốc hơi trong thời gian này quá bé so với lượng mưa nên được xem là bằng 0.



Hình 4. Lượng mưa quan trắc tại Thượng Nhật

Dòng chảy mặt. Tại các biên thượng lưu (Khe Tre, Thượng Nhật, Thượng Lộ) và các biên nhập lưu khu giữa được tính toán từ mô hình MIKE NAM. Tại biên hạ lưu, mực nước được mô hình xác lập từ quan hệ Q-H của dòng chảy.

Dòng chảy ngầm. Tại khu vực lòng sông, sông cắt vào các tầng chứa nước, có quan hệ thủy lực trực tiếp với nước ngầm nên được đặt là biên loại III (biên sông “River”). Biên này được xác lập trên cơ sở quan hệ tương tác giữa nước sông với nước ngầm và được xác lập theo diễn biến mực nước trên sông theo kết quả kết nối giữa MIKE 11 và MIKE SHE. Điều kiện biên phía Bắc, phía Nam, phía Tây và phía Đông của khu vực giả thiết là không có trao đổi dòng ngầm.

### 3.3. Điều kiện ban đầu của mô hình

Số liệu mực nước và lưu lượng trung bình trong tháng 09 năm 2009 tại trạm Thủy văn Thượng Nhật là điều kiện ban đầu cho mô hình MIKE 11. Đối với mô hình MIKE SHE, các giá trị ban đầu cho một vài biên trạng thái như độ ẩm của đất và mực nước ngầm ảnh hưởng rất lớn đến kết quả, đặc biệt là để mô phỏng trong và sau các trận mưa lớn nhưng rất khó xác định. Chúng tôi áp dụng tiện ích "làm nóng" được cung cấp bởi MIKE SHE để tạo ra các điều kiện ban đầu trước khi mô phỏng trận lũ 2009 bằng cách mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy trong 5 ngày bằng lượng mưa trung bình vào mùa mưa ở khu vực.

### 3.4. Thời gian và bước thời gian mô phỏng

Thời gian mô phỏng là trận lũ năm 2009, từ 19h ngày 27/09 đến 19h ngày 05/10/2009.

MIKE SHE có sự linh động trong việc sử dụng các bước thời gian mô phỏng trong các thành phần thủy văn khác nhau và đặc tính dòng chảy. Đối với mô hình quy mô sự kiện (chẳng hạn trong trận lũ, cường độ mưa và mực nước thay đổi rất nhanh), bước thời gian tối đa được chọn cho vùng bão hòa là 1 giờ nhằm tăng mức độ chi tiết lưu lượng trong đời bão hòa, các bước thời gian tối đa cho các thành phần khác (ví dụ: dòng chảy trên mặt, lưu lượng đời không bão hòa,...) được xác định là 2 giờ. Để đảm bảo ổn định cho mô hình tính, bước thời gian cho MIKE 11 là 0,25 giờ.

### 3.5. Thống kê, đánh giá mô hình

Trong nghiên cứu này, ba chỉ số NASH, PBIAS và RSR được sử dụng để so sánh, đánh giá chất lượng đường quá trình tính toán từ mô hình và thực đo. Các chỉ số NSE, PBIAS và RSR được tính toán theo các công thức (1,2,3). Tiêu chí đánh giá các chỉ tiêu này được thể hiện trong bảng 1.

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{tt} - Y_i^{td})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{td} - \bar{Y}_i^{td})^2} \quad (1)$$

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i^{td} - Y_i^{tt}) \times 100}{\sum_{i=1}^N Y_i^{td}} \quad (2)$$

$$RSR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{tt} - Y_i^{td})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{td} - \bar{Y}_i^{td})^2}} \quad (3)$$

Trong đó  $Y_i^{tt}$  là giá trị mô phỏng thứ  $i$  của thành phần được đánh giá;  $Y_i^{td}$  là giá trị thực đo thứ  $i$  của thành phần được đánh giá;  $\bar{Y}_i^{td}$  là giá trị trung bình thực đo;  $n$  là tổng số các giá trị thực đo.

Bảng 1. Tiêu chí đánh giá chất lượng chỉ số

Loại	RSR	NASH	PBIAS
Rất tốt	0 ÷ 0,5	0,75 ÷ 1,0	< ±10
Tốt	0,5 ÷ 0,6	0,65 ÷ 0,75	±10 ÷ ±15
Đạt	0,6 ÷ 0,7	0,5 ÷ 0,65	±15 ÷ ±25
Không đạt	> 0,7	< 0,5	> ±25

Dựa trên nguồn số liệu điều tra đo đạc, mô hình thủy lực đã được hiệu chỉnh cho số liệu thực đo trong trận lũ năm 2009 tại trạm thủy văn Thượng Nhật. Kết quả hiệu chỉnh đường quá trình mực nước tính toán và thực đo đã chỉ ra sự tương đồng cao về kết quả mô phỏng và thực tiễn (Hình 5) với chỉ số NASH đạt 0,78 (rất tốt), RSR bằng 0,38 (rất tốt) và PBIAS là 6,8%. Những giá trị này được coi là khá cao cho mô phỏng sự kiện trận lũ. Hầu hết các hệ số tương quan đều được chấp nhận với mức độ cực đoan của sự kiện lũ có tần suất khoảng 5%. Như vậy, các kết quả xác nhận cho thấy mô hình này có thể mô phỏng các quá trình thủy văn mặc dù mực nước trước và sau trận lũ nhỏ hơn so với số liệu quan trắc.

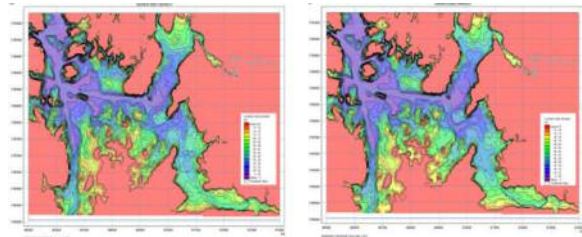


Hình 5. So sánh giá trị mô phỏng và quan trắc đường mực nước tại trạm Thượng Nhật sau hiệu chỉnh mô hình

#### 4. Kết quả nghiên cứu

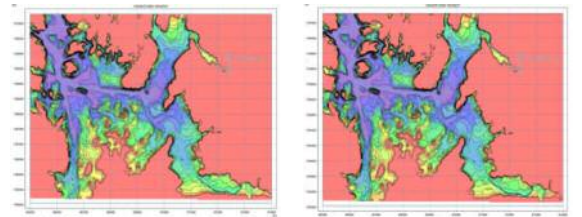
##### 4.1. Kết quả của mô phỏng

- Mực nước trong đới không bão hòa (Hình 6).



7h ngày 27/09/2009

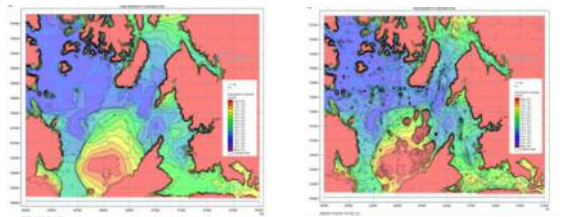
7h ngày 28/09/2009



7h ngày 29/09/2009

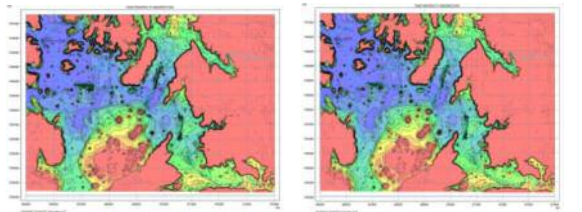
7h ngày 4/10/2009

Hình 6. Cao độ mực nước ở đới thông khí - Cao độ nước ngầm đới bão hòa (Hình 7).



7h ngày 27/09/2009

7h ngày 28/09/2009

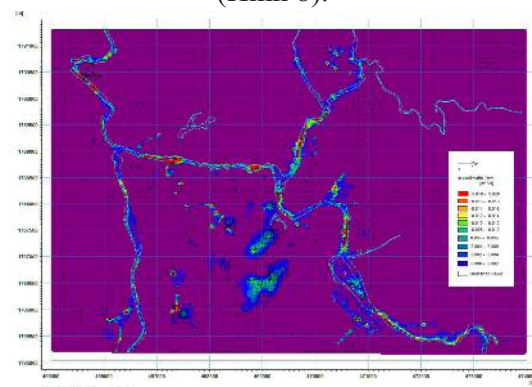


7h ngày 29/09/2009

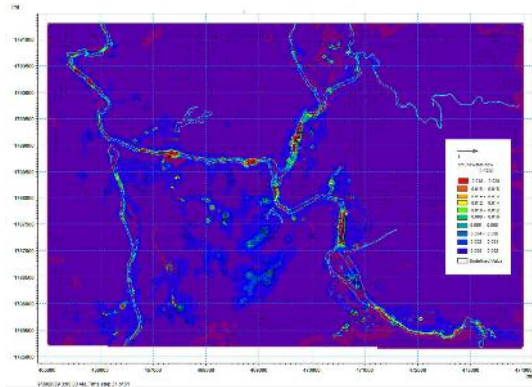
7h ngày 4/10/2009

Hình 7. Cao độ mực nước ngầm trong đới bão hòa

- Lưu lượng dòng ngầm đới bão hòa nước (Hình 8).

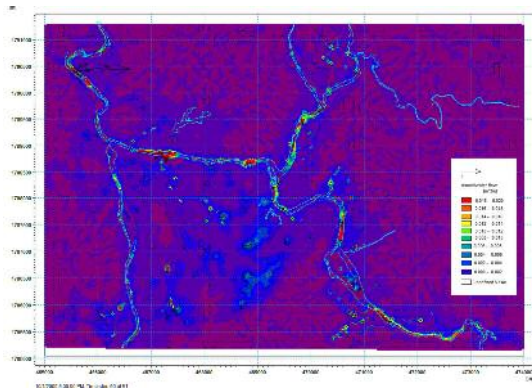


1h ngày 29/09/2009

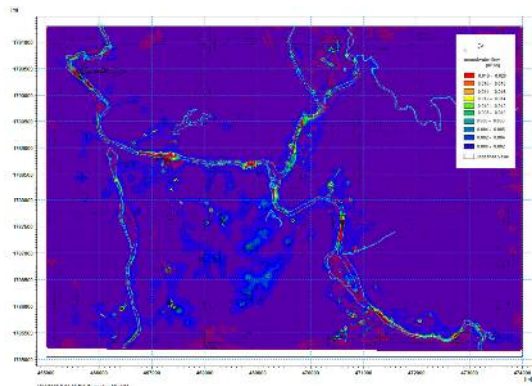


3h ngày 30/09/2009

21h ngày 30/09/2009



5h ngày 1/10/2009



21h ngày 4/10/2009

Hình 8. Lưu lượng dòng ngàm trận lũ 2009

Kết quả mô phỏng cho thấy, khu vực vận tốc dòng ngàm lớn nhất thường trùng với sự phân bố các thành tạo trầm tích bờ rời có nguồn gốc sông lũ. Mức độ và phạm vi ảnh hưởng của dòng chảy ngàm thay đổi rất nhanh theo thời gian trong trận lũ. Phân tích loạt bản đồ này cho thấy, vùng đất sát bờ sông, áp lực thấm gia tăng mạnh, cùng pha với nước lũ, mức độ nguy hiểm gây ra xói ngàm rất cao. Đặc biệt những khu vực bờ cạnh khúc uốn của sông, vận tốc dòng ngàm khá lớn, gây áp

lực thấm rất lớn.

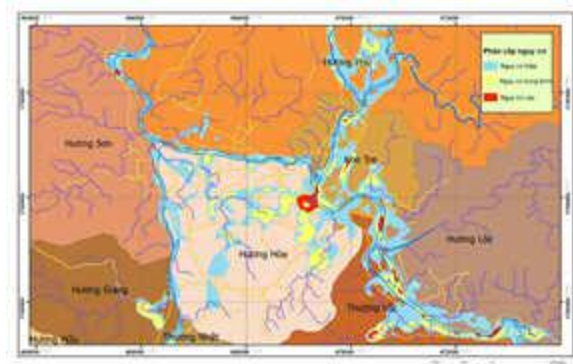
#### 4.2. Đánh giá nguy cơ xảy ra xói ngàm khu vực nghiên cứu

Như vậy, vận tốc dòng chảy ngàm quyết định khả năng gây ra biến dạng thấm. Bảng phân cấp nguy cơ xảy ra xói ngàm đối với yếu tố thủy văn và địa chất thủy văn theo lưu lượng dòng ngàm được xác định theo bảng 2.

Bảng 2. Phân cấp nguy cơ sụt đất với yếu tố thủy văn và địa chất thủy văn

Lưu lượng dòng ngàm m <sup>3</sup> /s	Cấp nguy cơ
< 0,007	Thấp
0,007 – 0,015	Trung bình
>0,015	Cao

Dựa trên tiêu chí bảng 2 và kết quả mô phỏng lưu lượng dòng ngàm lớn nhất, đã thành lập bản đồ đánh giá nguy cơ sụt đất đối với khu vực nghiên cứu (Hình 9).



Hình 9. Bản đồ đánh giá nguy cơ sụt đất

Trên khu vực nghiên cứu, các vùng có nguy cơ sụt đất khoảng 1.022,5ha, chiếm 15,3% diện tích tự nhiên khu vực, trong đó vùng nguy cơ thấp là 618,5ha (9,26%), trung bình 322,3ha (4,89%) và cao là 81,7ha (1,19%). Khu vực có nguy cơ sụt đất phân bố dọc theo các thung lũng sông Khe Tre, sông Thương Lộ, ít hơn ở sông Thượng Nhật và Tả Trạch thuộc địa bàn các xã, thị trấn Thượng Lộ, Khe Tre, Hương Phú, Hương Lộ. Các xã Hương Sơn, Thượng Nhật thì diện tích có nguy cơ sụt đất là không đáng kể.

Thị trấn Khe Tre là một trong những khu vực có nguy cơ sụt đất khá lớn với diện tích lên đến 196,4ha, trong đó vùng nguy cơ cao là 15,9ha, trung bình 48,2ha. Phần lớn các vùng có nguy cơ

cao phân bố thành vệt dài cạnh bờ sông thuộc bờ trái ngã ba sông nhánh con và hợp lưu của sông Khe Tre và sông Thương Lộ thuộc thôn 3 và một phần thôn 2. Tương tự vùng có nguy cơ trung bình và thấp nằm trên thung lũng sông Khe Tre, liền kề với vùng nguy cơ cao.

Khu vực xã Hương Phú, phần thượng lưu của sông cũng là một trong những địa phương cao về sạt đất với diện tích vùng có nguy cơ cao 13,2ha, trung bình 81,6ha và thấp là 126,1ha. Tương tự như Khe Tre, khu vực có nguy cơ cao, trung bình phân bố ở phần trũng thấp giữa hai nhánh sông thuộc địa phận thôn 1 xã Hương Phú.

Xã Hương Sơn nằm ở bờ trái sông Thương Nhật, sông Tả Trạch có diện tích vùng có nguy cơ sạt đất không lớn khoảng 40,9ha, trong đó vùng có nguy cơ cao chỉ chiếm 1,8 ha, trung bình 7,2ha và thấp 31,9ha. Vùng có nguy cơ cao phân bố trên các bãi bồi bờ trái cạnh khúc uốn sông dưới dạng ba chỏm nhỏ thuộc bản Ka Dăng, Ba Mót, La Hia.

Khu vực xã Hương Lộ là một khu vực sạt đất rất lớn, với diện tích vùng có nguy cơ lên đến 159,4ha, trong đó vùng nguy cơ cao 13,7ha, trung bình 54,4ha và thấp là 91,3ha. Vùng có nguy cơ cao phân bố dải hẹp sát bờ phải của sông Thương Lộ ở hai khu vực thuộc thôn 1 và thôn 2 của xã Hương Lộ. Vùng có nguy cơ trung bình chủ yếu tập trung thôn 2 và một phần thôn dưới dạng dải hẹp kéo dài không liền kề với vùng có nguy cơ cao.

Hương Hòa là một trong những xã có diện tích khu vực có nguy cơ sạt đất lớn nhất nhưng chủ yếu là vùng nguy cơ thấp. Trong diện tích 283,3ha có nguy cơ sạt đất thì vùng có nguy cơ cao 14,8ha, trung bình là 58,2ha. Vùng có nguy cơ cao phân bố ở bậc thềm bên trái ngã ba sông Thương Lộ và Khe Tre thuộc địa phận thôn Tiền

Phong và hai vùng nhỏ thuộc thôn Thăng Lợi. Vùng nguy cơ trung bình nằm thôn Cha Mãng, trên bãi bồi bờ lồi bên trái sông Thương Lộ.

### 5. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu trên, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Việc ứng dụng tổ hợp mô hình MIKE SHE - MIKE 11 dưới dạng tổ hợp liên kết động giữa mô hình dòng chảy mặt và mô hình nước dưới đất đã chứng tỏ ưu thế trong việc mô phỏng dòng chảy nước dưới đất trong các sự kiện ngắn hạn có mối liên kết trực tiếp với nước dưới đất. Việc sử dụng tổ hợp này đã xác định được sự phân bố vận tốc ngầm trước, trong và sau các trận lũ nhằm tạo lập cơ sở quan trọng trong việc đánh giá nguy cơ xảy ra biến dạng thềm (xói ngầm, cát chảy) và hình thành các hố sụt ở thềm sông, bãi bồi, nền đê, đập,...

- Trong trận lũ điển hình năm 2009, kết quả mô phỏng cho thấy, khu vực vận tốc dòng ngầm lớn nhất thường trùng với sự phân bố các thành tạo trầm tích bờ rời có nguồn gốc sông lũ. Vùng đất sát bờ sông, khu vực cạnh khúc uốn công của lòng dẫn áp lực thềm gia tăng mạnh, cùng pha với nước lũ, mức độ nguy hiểm nên nguy cơ xảy ra xói ngầm rất cao.

- Trên khu vực nghiên cứu, các vùng có nguy cơ sạt đất khoảng 1.022,5ha, chiếm 15,3% diện tích tự nhiên khu vực, trong đó vùng nguy cơ thấp là 618,5ha (9,26%), trung bình 322,3ha (4,89%) và cao là 81,7ha (1,19%). Khu vực có nguy cơ sạt đất phân bố dọc theo các thung lũng sông Khe Tre, sông Thương Lộ, ít hơn ở sông Thương Nhật và Tả Trạch thuộc địa bàn các xã, thị trấn Hương Lộ, Khe Tre, Hương Phú, Hương Lộ. Các xã Hương Sơn, Thương Nhật thì diện tích có nguy cơ sạt đất là không đáng kể.

*Lời cảm ơn:* Đây là kết quả của đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh được ngân sách nhà nước tỉnh Thừa Thiên Huế đầu tư.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Văn Trường (2001), *Kết quả bước đầu nghiên cứu xói ngầm, cát chảy nền đê sông bằng phương pháp thí nghiệm hiện trường*, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường / ISSN: 1859-3941
2. Phạm Văn Quốc (2001), *Nghiên cứu dòng thấm không ổn định và tác động của nó đến ổn định công trình đê có nền cát thông nước với sông*, Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Hà Nội.
3. Phạm Văn Ty (1986), *Một số ý kiến về nguyên nhân biến dạng và những kiến nghị về nghiên cứu ĐCCT ở nền đê*, Báo cáo Hội thảo về chất lượng nền đê, Hà Nội.
4. Bùi Văn Trường, Phạm Văn Ty (2008), *Biến dạng thấm nền đê sông tỉnh Thái Bình và một số kết quả nghiên cứu*, Báo cáo tuyển tập công trình khoa học, Hội thảo khoa toàn quốc Tai biến địa chất và giải pháp phòng chống, Hà Nội.
5. Tô Xuân Vu (2002), *Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng đặc tính biến dạng thấm của một số trầm tích đến ổn định nền đê*, Luận án tiến sỹ Địa chất, Hà Nội.

## THE COMBINATION OF MIKE 11 AND MIKE SHE IN SIMULATING AND EVALUATING POTENTIAL SEEPAGE RISK IN THE CENTER OF NAM DONG DISTRICT, THUA THIEN HUE PROVINCE

Tran Huu Tuyen<sup>1</sup>, Hoang Hoa Tham<sup>1</sup>, Hoang Ngo Tu Do<sup>1</sup>, Nguyen Viet Hung<sup>2</sup>, Bui Thang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of sciences, Hue university

<sup>2</sup>TT Hue Department of Natural Resources and Environment

<sup>3</sup>TT Union of Science and Technology Associations

**Abstract:** During rainy season Flow velocity is a driving force with respect to formation and development of piping phenomena resulting in generation of sinkholes at terraces, embankments and so on. This work presents an application of MIKE 11 - MIKE SHE models for delineating hydraulic features of surface and ground currents with the aims at determining flow velocity of groundwater during a representative flood happening in 2009 in Nam Dong District, Thua Thien Hue Province. The results have figured out the intensity and distribution of the ground currents, as well as have identified high risk areas of piping in the region. The data, in addition, have revealed a combining capacity of the MIKE 11 and MIKE SHE models in predicting sinkhole risks due to permeable deformation of soils at riverbeds and dyke platforms in rainy seasons.

**Keywords:** Seepage, deformation, MIKE 11- MIKE SHE, Nam Dong.