

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

NGUYỄN XUÂN TIẾN

PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ CỦA MỘT SỐ NHÂN TỐ
CHÍNH ĐỐI VỚI ÚNG LỤT VÙNG HẠ LƯU
LƯU VỰC SÔNG CẢ

Ngành: Thủy văn học

Mã số: 9440224

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ
THỦY VĂN HỌC

Hà Nội, năm 2021

Công trình hoàn thành tại:
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Người hướng dẫn khoa học:

PGS.TS. Nguyễn Thanh Sơn

GS. TS. Trần Hồng Thái

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Luận án sẽ được bảo vệ trước hội đồng chấm luận án cấp Viện,
họp tại: Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Vào hồi giờ, ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại:

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Lũ lụt là hiểm họa từ xưa đối với nhân loại. Theo Jonkman (2005), tổng số người chết và bị ảnh hưởng do các loại thiên tai trên thế giới giai đoạn 1975-2001 tương ứng là 2 triệu và 4,2 tỷ. Trong đó số người chết và bị ảnh hưởng do lũ lụt trong gian đoạn này tương ứng là 175 nghìn và 2,2 tỷ người. So với các loại thiên tai khác, mặc dù không phải nguyên nhân gây tử vong lớn nhất nhưng lũ lụt lại có mức độ ảnh hưởng lớn nhất. Những trận đại hồng thủy gây chết chóc và tàn phá kinh hoàng trong lịch sử ở Trung Quốc (trên lưu vực sông Hoàng Hà, năm 1931 đã làm chết khoảng 3.700.000 người), ở Ấn Độ (sông Hằng) vẫn còn lưu truyền cho hậu thế. Ngày nay, sự cập nhật thông tin hiện đại cho thấy rõ hơn, lũ lụt đang diễn ra ác liệt khắp nơi trên thế giới: Mỹ, Anh, Pháp và toàn bộ châu Âu, Á. Những tổn thương do lũ lụt gây ra vô cùng to lớn. Hơn nữa, dưới tác động Biến đổi khí hậu, lũ lụt ngày càng có dấu hiệu gia tăng về quy mô, diện tích và tần suất cực đoan. Việc nghiên cứu và tìm biện pháp ứng phó với loại hình thiên tai này luôn là một vấn đề khoa học, cấp bách và thực tiễn.

Ở Việt Nam, từ thời đại Hùng Vương cũng đã có những trận đại hồng thủy được lưu lại qua truyền thuyết Sơn Tinh – Thủy Tinh. Bờ đê sông Hồng và đê những sông khác là chứng tích ngàn năm cho việc phòng chống lũ lụt của nhân dân ta.

Miền Trung, Việt Nam, lũ lụt ác liệt thường xuyên đe dọa cuộc sống của nhân dân. Đặc biệt, năm 1999, 2020 lũ lịch sử đã tàn phá nhiều nơi trên khúc ruột miền Trung. Riêng năm 1999, lũ lụt đã làm chết 645 người và làm thiệt hại lên đến 3.721 tỷ VNĐ.

Vùng hạ du sông Cả thường xuyên xảy ra lũ lụt. Trận lũ lịch sử năm 1978 đã gây úng lụt 31 xã thuộc 5 huyện; làm chết 37 người;

Thiệt hại do trận lũ gây ra ước tính theo thời giá khoảng 60 tỷ đồng. Gần đây, các đợt mưa lũ vào tháng X/2010, tháng IX/2019, tháng X/2019, tháng X/2020 đã gây úng lụt cho vùng này mỗi đợt kéo dài 10 đến 14 ngày và gây thiệt hại lớn ảnh hưởng nhiều mặt đến sự phát triển KT-XH toàn vùng.

Bởi những lý do đó “*Phân tích, đánh giá vai trò của một số nhân tố chính đối với úng lụt vùng hạ lưu lưu vực sông Cả*” được chọn làm đề tài Luận án này.

2. Mục tiêu của nghiên cứu

- Xác định các ngưỡng mưa sinh úng lụt vùng hạ lưu lưu vực sông Cả;

- Đánh giá định lượng ảnh hưởng của mưa, hệ thống hồ chứa thượng lưu, nước biển dâng do bão đến úng lụt vùng hạ du sông Cả.

3. Đối tượng và phạm vi của nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Sự úng lụt vùng hạ du sông Cả.

Phạm vi khoa học: - Mưa, lũ trên lưu vực sông Cả gây úng lụt;

- Các hồ chứa ở thượng nguồn và vai trò của nó đến úng lụt hạ lưu lưu vực sông Cả;

- Nước dâng do bão ảnh hưởng tới úng lụt hạ lưu lưu vực sông Cả.

Phạm vi không gian: Miền hạ du sông Cả, có giới hạn từ trạm thủy văn Nam Đàn và Linh Cảm về đến Cửa Hội. Vị trí địa lý: từ vĩ độ 18⁰31'29" đến 18⁰51'41" và từ kinh độ 105⁰33'13" đến 105⁰45'32".

4. Đóng góp mới

- Định lượng được ngưỡng mưa gây úng lụt khu vực ngoài đê và trong đê hạ du sông Cả ở trạng thái tự nhiên và có tác động của hệ thống hồ chứa, trong thời kỳ đầu, giữa và cuối mùa lũ;

- Xác định được mức độ ảnh hưởng của việc cắt/xả lũ của các hồ chứa trên lưu vực sông Cả đến ứng lụt ở hạ du sông Cả;

- Bước đầu đánh giá được mức độ ảnh hưởng của nước biển dâng do bão đến ứng lụt ở hạ du sông Cả.

5. Các luận điểm

5.1. Câu hỏi nghiên cứu

(1) Có tồn tại mối quan hệ giữa ngưỡng mưa và diện tích ứng lụt ở hạ du sông Cả? Mối quan hệ này có thay đổi theo từng thời kỳ trong mùa lũ? Định lượng mối quan hệ đó như thế nào?

(2) Các hồ chứa ở thượng nguồn có ảnh hưởng thế nào đến ứng lụt vùng hạ du sông Cả?

(3) Nước biển dâng do bão có gây trầm trọng thêm ứng lụt vùng hạ du sông Cả hay không? Định lượng sự ảnh hưởng đó như thế nào?

5.2. Luận điểm bảo vệ của Luận án

Luận điểm 1: Mối quan hệ giữa ngưỡng mưa và diện tích ứng lụt ở hạ du sông Cả tại các thời kỳ trong mùa lũ.

Luận điểm 2: Các hồ chứa ở thượng nguồn có vai trò nhất định đến ứng lụt vùng hạ du sông Cả.

Luận điểm 3: Nước biển dâng do bão gây nguy hiểm đối với ứng lụt vùng hạ du sông Cả.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của nghiên cứu

Kết quả nghiên cứu có các ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn sau:

Ý nghĩa khoa học:

- Định lượng được ảnh hưởng của một số nhân tố đến ứng lụt hạ du sông Cả, bao gồm cả các hồ chứa và hiện tượng nước biển dâng do bão thông qua tính toán mô phỏng bằng mô hình toán;

- Xác định được vai trò của mưa lớn nội động đối với ngập úng ở hạ du sông Cả.

Ý nghĩa thực tiễn:

- Kết quả của Luận án có thể được sử dụng trong quy hoạch, thiết kế hệ thống tiêu thoát nước vùng hạ du sông Cả nhằm giảm thiểu úng lụt;

- Góp phần trong công tác cảnh báo úng lụt hạ du sông Cả và vận hành hệ thống hồ chứa trên lưu vực;

- Làm cơ sở trong việc đề xuất các giải pháp quản lý tổng hợp lũ trên lưu vực sông Cả.

7. Cấu trúc của Luận án

Ngoài phần Mục lục, Mở đầu, Danh mục các từ viết tắt, Danh mục các bảng, Danh mục các hình, Kết luận, Tài liệu tham khảo, Luận án được trình bày trong 3 chương:

Chương 1: Tổng quan về úng lụt trên thế giới và Việt Nam

Chương 2: Phân tích các nhân tố gây úng lụt hạ du sông Cả và lựa chọn phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Đánh giá ảnh hưởng của một số nhân tố chính đến úng lụt hạ du sông Cả

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ÚNG LỤT TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

1.1 Một số khái niệm về ngập úng và ngập lụt

Ngập úng là hiện tượng nước dâng do mưa lớn gây ra trên bề mặt ở một vùng đất thấp trũng.

Ngập lụt là hiện tượng nước từ sông tràn vào một vùng lãnh thổ thường khô, do lũ lớn, do vỡ các công trình ngăn lũ hoặc do nước biển dâng ở vùng cửa sông ven biển.

Úng lụt là khái niệm nói chung bao gồm cả ngập úng và ngập lụt.

1.2 Tổng quan về úng lụt ở nước ngoài và Việt Nam

1.2.1 Tình hình úng lụt ở nước ngoài

Sự phổ biến toàn cầu của thiên tai có nguồn gốc KTTV, đặc biệt là lũ lụt có thể minh chứng bằng số trận lũ lụt lớn diễn ra trên thế giới: Thái Lan (https://en.wikipedia.org/wiki/2011_Thailand_floods), Trung Quốc (Chris Courtney, 2019; E. O'Connor, John E. Costa, 2004; https://en.wikipedia.org/wiki/1954_Yangtze_floods), Châu Âu (Rudolf brázdil và nnk, 2012), Mỹ (<https://www.climatesignals.org/resources/history-mightiest-floods-mississippi-river>, châu Phi (<https://baotainguyenmoitruong.vn/lu-lut-o-phia-nam-chau-phi-lam-hon-700-nguoi-chet-289088.html>), châu Đại dương (<https://www.australiangeographic.com.au/topics/history-culture/2012/03/floods-10-of-the-deadliest-in-australian-history/>).

1.2.2 Tình hình úng lụt ở Việt Nam

Tại đồng bằng sông Hồng, trong 1000 năm qua, có 188 cơn lũ làm vỡ đê sông Hồng, gây ngập lụt nghiêm trọng cho đồng bằng sông Hồng, đặc biệt vào các năm: 1945, 1968, 1969, 1971, 1978, 1984, 1986, 2010.

Lũ ở đồng bằng sông Cửu Long: Hàng năm, ĐBSCL có khoảng 1,4 triệu ha bị ngập lụt vào những năm lũ nhỏ và 1,9 triệu ha vào những năm lũ lớn, thời gian ngập lụt từ 3-6 tháng.

Tại miền Trung, là nơi chịu nhiều bão lụt ác liệt nhất cả nước do vị trí địa lý và đặc điểm địa hình. Trong 20 năm qua đã xảy ra 4 đợt mưa bão lớn, gây nhiều thiệt hại về người và của cho khu vực miền trung: Năm 1999, 2007, 2016, 2017.

Tại sông Cả, từ 1954 đến nay đã xảy ra những trận lũ lớn có ảnh

hưởng nghiêm trọng đến hạ du như sau: 1954, 1964, 1978, 1983, 1988, 1996, 2002, 2010. Đặc biệt năm 1954 và 1978.

1.3 Tổng quan về nghiên cứu ứng lụt ở nước ngoài và Việt Nam

Nghiên cứu về ứng lụt chủ yếu nhằm hiểu biết, không chế, làm giảm thiểu những thiệt hại do nó gây ra. Các nhà khoa học ở nhiều lĩnh vực trên thế giới đã tập trung làm rõ các nhân tố gây ra ứng lụt như sau:

1.3.1 Nghiên cứu về các nhân tố gây ứng lụt

1.3.1.1. Ảnh hưởng của các nhân tố KTTV:

Rudolf Brázdil và cộng sự đã nhận định ngập do thủy triều ở Tây Âu, phần lớn lãnh thổ Bỉ, Đan Mạch, Hà Lan và một phần Vương quốc Anh ảnh hưởng lớn hơn do lũ lụt;

Bùi Đức Long và Đặng Thanh Mai, Nguyễn Văn Cư, Nguyễn Viết Thi đã tiến hành nghiên cứu và tổng kết các hình thể thời tiết chính gây mưa lũ lớn trên các sông suối Miền Trung; Nguyễn Khánh Vân và cộng sự (2013), Tăng Văn An và cộng sự (2019) đã nghiên cứu về nguyên nhân và quy luật của thời tiết mưa lớn khu vực miền Trung.

1.3.1.2. Ảnh hưởng của các nhân tố mặt đệm:

Nguyễn Thanh Sơn đã ứng dụng mô hình toán thực nghiệm số công thức tính thấm trong phương pháp SCS cho lưu vực sông Vệ, trạm An Chỉ (2006), đánh giá tác động của quá trình đô thị hóa đến dòng chảy lũ trên một số sông ngòi Miền Trung (2006);

Nguyễn Văn Cư và nnk đã đánh giá hiện trạng và bước đầu tìm kiếm các nguyên nhân lũ lụt vùng Nam Trung Bộ; TP Hồ Chí Minh, nơi thường xuyên bị ảnh hưởng của ngập ứng. Có nhiều nghiên cứu xác định nguyên nhân và các giải pháp chống ngập được đưa ra cho TP Hồ Chí Minh như: Lê Sâm (2010), Đào Xuân Học (2009).

Qua nghiên cứu các công trình của tác giả Đào Đình Bắc, Vũ Văn Phái, Đặng Văn Bào, Nguyễn Hiệu thấy rằng sự chia cắt lưu vực có

tác dụng quyết định đến các lòng sông cổ và chia cắt địa hình gây ảnh hưởng lớn đến việc thoát lũ từ đó góp phần vào việc cảnh báo và giảm nhẹ thiên tai do lũ lụt gây ra.

1.3.2 Xây dựng các mô hình toán để giải quyết bài toán ứng lụt

Nhờ sự tiến bộ nhanh chóng của công nghệ thông tin, hàng loạt các mô hình thủy văn, thủy lực ra đời. Trước hết là những mô hình thủy văn thông số tập trung được ra đời và phát triển như NAM (Đan Mạch), TANK (Nhật), SSARR (Mỹ)... Cùng với sự phát triển của việc thu thập dữ liệu về KTTV, địa hình, tài liệu sử dụng đất các mô hình thủy văn (cả tập trung và phân bố) phát triển mạnh như: TOPMDEL (Mỹ), DIMOSOP (Italia), HBV (Thụy điển), WETSPA (Bi), MARINE (Pháp), IFAS (Nhật)... Đồng thời các mô hình thủy lực cũng phát triển mạnh như bộ mô hình họ HEC (Mỹ), MIKE (Đan Mạch), ISIS (Anh)...

1.3.3 Nghiên cứu tác động của hồ chứa đến ứng lụt

Ngày càng có nhiều hồ chứa sử dụng tổng hợp được xây dựng ở thượng nguồn các con sông. Thực tế cho thấy, sau khi hình thành hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Hồng (Sơn La, Hoà Bình, Thác Bà, Tuyên Quang, Lai Châu, Bản Chát, Huội Quảng), việc kiểm soát lũ lụt ở hạ du đã được cải thiện rõ rệt. Điều này cũng thể hiện rõ rệt ở các hệ thống sông khác trên thế giới và Việt Nam. Vì vậy, nhiều nhà khoa học ở nước ngoài và trong nước đã nghiên cứu việc điều khiển hồ chứa để đạt được tối ưu trong phát điện, cấp nước và giảm ngập lụt ở hạ du (Tran Hong Thai (2005); Long N. L và nnk (2007), Kumar (2007), Wei, C. C. và Hsu, N. S (2009), Hoàng Thanh Tùng (2011)).

1.4 Một số công trình nghiên cứu về ứng lụt trên lưu vực sông Cả

Trên lưu vực sông Cả cũng đã có nhiều công trình nghiên cứu về ứng lụt. Đáng chú ý nhất là các công trình sau: Nghiên cứu để đưa ra giải

pháp thoát nước, phòng chống úng lụt, lụt cho thành phố Vinh và vùng phụ cận (Công ty CP Tư vấn và Xây dựng thủy lợi Nghệ An, 2006; Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2013); Nghiên cứu dự báo mưa, lũ trung hạn cho vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ trên lưu vực sông Cả (Hoàng Thanh Tùng, 2011). Nghiên cứu quản lý lũ lớn lưu vực sông Cả (Trần Duy Kiều, 2012); Áp dụng thuật toán tối ưu hóa, xác định lưu lượng xả tại các hồ chứa để giảm được mực nước thấp nhất cho hạ du (Nguyễn Xuân Tiến và nnk, 2018).

1.5 Hướng nghiên cứu:

Qua phân Tổng quan, đã xác định được hướng nghiên cứu: sử dụng mô hình toán để đánh giá ảnh hưởng của các nhân tố có nguồn gốc KTTV đến úng lụt hạ du sông Cả.

1.6 Kết luận Chương 1

Qua Tổng quan nghiên cứu, nhận thấy úng lụt là một dạng thiên tai phổ biến trên thế giới và Việt Nam. Đây là dạng thiên tai gây nhiều thiệt hại về người và của.

Với đặc điểm địa hình, KTTV sông Cả, nghiên cứu sẽ đi sâu vào phân tích, đánh giá vai trò của một số nhân tố gây úng lụt có nguồn gốc KTTV vùng hạ du sông Cả.

Do bộ mô hình MIKE đã được sử dụng kiểm chứng tốt ở Việt Nam nên bộ mô hình này được chọn làm công cụ để thực hiện các mục tiêu của Luận án.

CHƯƠNG 2. PHÂN TÍCH CÁC NHÂN TỐ GÂY ÚNG LỤT HẠ DU SÔNG CẢ VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tình hình số liệu sử dụng nghiên cứu

2.2.1. Số liệu khí tượng thủy văn (KTTV)

Tài liệu mưa ngày đồng bộ từ năm 1970 - 2019 tại 32 trạm, riêng trạm Quế Phong và Vũ Quang mới được đưa vào hoạt động gần đây.

Nghiên cứu đã sử dụng 15 năm số liệu (2005 - 2019) với thời đoạn mưa là 6 giờ. Tổng số trận lũ trong 15 năm trên là 23 trận. Riêng số liệu dùng để mô phỏng dòng chảy tại Cốc Nà bằng mô hình MIKE NAM chỉ có từ 1961-1976.

2.2.2. Số liệu địa hình

Bản đồ nền kế thừa từ Đề tài cấp bộ “*Nghiên cứu chi tiết hóa cấp độ rủi ro thiên tai do ngập lụt gây ra ở vùng đô thị và đồng bằng ven biển khu vực Bắc Trung Bộ*” năm 2019;

Tài liệu địa hình gồm bản đồ DEM 1:10.000 toàn bộ lưu vực sông Cả lấy từ Dự án “*Xây dựng xã hội thích ứng với thiên tai giai đoạn 2 - tỉnh Nghệ An*” của tổ chức JICA thực hiện năm 2014;

2.2.3. Số liệu mặt cắt ngang

Mặt cắt ngang trên các sông chính ở Nghệ An và Hà Tĩnh nhận được từ Liên đoàn Khảo sát KTTV đo đạc năm 2001. Năm 2016, nghiên cứu được Dự án “*Xây dựng chương trình tính toán dự báo lũ phục vụ vận hành hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Cả*” cung cấp bổ sung 70 mặt cắt.

2.2. Các nhân tố gây úng lụt trên lưu vực sông Cả.

Thông thường, các nhân tố gây ra thiên tai thường chia làm 3 nhóm: nội sinh, ngoại sinh và nhân sinh.

2.2.1. Các nhân tố nội sinh

2.2.1.1. Vị trí địa lý

Với vị trí gần nguồn ẩm lớn là Biển Đông nên vào mùa gió Đông Bắc lưu vực có điều kiện sinh thủy rất thuận lợi và là điều kiện dễ dàng hình thành những đợt mưa lớn, gây nên hiện tượng úng lụt vùng hạ du lưu vực.

2.2.1.2. Địa hình

Địa hình núi cao này thuận lợi cho việc gây mưa lớn khi gặp nguồn ẩm tải từ Biển Đông vào mùa mưa bão gây lũ trên lưu vực sông Cả.

Địa hình trũng ở đồng bằng với hệ thống giao thông cắt ngang và đò cát ven biển và đô thị hóa là điều kiện thuận lợi cho việc gây úng ngập khi có mưa lớn và làm cản trở dòng chảy từ thượng nguồn gây ngập lụt.

2.2.1.3. Địa chất, thổ nhưỡng

Đất trong lưu vực có các nguồn gốc hình thành khác nhau. Ở vùng đồi núi, đất được phát triển trên nhiều loại nham thạch. Phần lớn vùng đồi núi nằm dưới độ cao 800-1.000 m, nên bị phong hoá mạnh. Quá trình feralít là quá trình chủ yếu.

2.2.1.4. Thảm phủ thực vật

Mức độ che phủ của rừng trên lưu vực sông Cả mặc dù đã được cải thiện nhiều trong những năm gần đây, tuy nhiên độ che phủ còn thấp, hạn chế việc điều tiết lũ trên lưu vực.

2.2.1.5. Mạng lưới sông suối

Mạng lưới sông suối là yếu tố vận chuyển nước từ thượng nguồn về hạ du, vì vậy nó là 1 nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến lũ lụt.

2.2.2. Các nhân tố ngoại sinh

2.3.2.1. Mưa

Mưa là nhân tố chính gây ra úng lụt trên lưu vực sông Cả nói chung và miền hạ du nói riêng.

2.3.2.2. Lũ từ thượng nguồn đổ về

Mùa lũ sông Cả thường xảy ra từ tháng VIII đến XI do hoạt động của các hình thế thời tiết gây mưa lớn. Lũ tiểu mãn có thể xuất hiện khoảng cuối tháng V, đầu tháng VI.

2.3.2.3. Nước biển dâng do bão

Nước biển dâng do bão là một nhân tố làm cho úng lụt ở hạ du sông Cả thêm trầm trọng. Hằng năm, trên khu vực Bắc Trung Bộ thường chịu ảnh hưởng trực tiếp từ 1, 2 XTNĐ và ảnh hưởng gián tiếp

một số XTND nữa.

2.2.3. Các nhân tố nhân sinh

2.3.3.1. Sự đô thị hóa

Cùng với sự phát triển KT-XH cả nước, Nghệ An và Hà Tĩnh, 02 tỉnh trên lưu vực sông Cả đã và đang phát triển mạnh. Sự đô thị hoá đang ngày có những tác động mạnh mẽ vận đề ứng lựt trên lưu vực sông Cả, đặc biệt là vùng hạ du.

2.3.3.2. Hệ thống đê chống lũ sông Cả

Tại vùng nghiên cứu có 2 tuyến đê chính: Tả Lam và Hữu Lam. Tuyến đê Tả Lam làm ranh giới phân chia hạ du sông Cả thành khu vực ngoài đê và trong đê.

2.3.3.3. Hệ thống hồ chứa trên sông Cả

Hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Cả: Ngày 13 tháng XI năm 2019, Thủ tướng đã ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả gồm 11 hồ chứa, trong đó có 3 hồ chứa có dung tích phòng lũ là: Bản Vẽ, Bản Mòng và Ngàn Trươi.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Một số phương pháp xác định ứng lựt

- Phương pháp điều tra vết lũ
- Phương pháp ảnh viễn thám
- Phương pháp mô hình toán

2.3.2. Lựa chọn phương pháp nghiên cứu

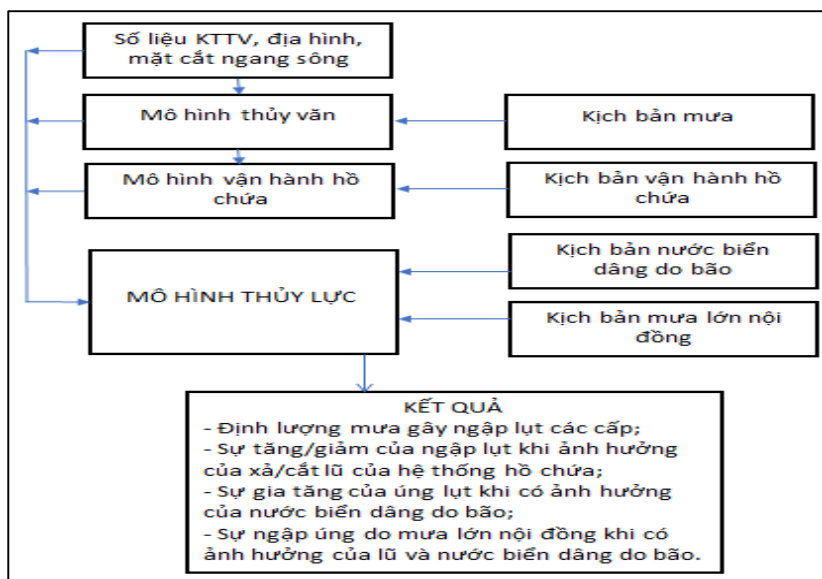
Để giải quyết mục tiêu đặt ra của Luận án, một số phương pháp sau được sử dụng: Phương pháp kế thừa, phương pháp thống kê, phương pháp điều tra vết lũ và phương pháp mô hình toán.

Hiện nay, có rất nhiều mô hình toán có thể biểu diễn được mối quan hệ mưa - dòng chảy; diễn toán lũ trong kênh, rạch, sông, hồ; diễn toán ngập lựt bãi sông, vùng trũng ven sông. Trong khuôn khổ nghiên cứu này NCS đã chọn các mô đun thủy văn, thủy lực trong bộ mô hình MIKE làm công cụ tính toán ứng lựt cho lưu vực sông Cả.

Sơ đồ nghiên cứu của Luận án được thể hiện tại *Hình 2.15*.

2.4. Mô hình MIKE

Mô hình MIKE là bộ phần mềm thương mại nên phần giao diện rất mạnh, hữu hiệu. Mô hình này có sự tích hợp rất tốt với phần mềm GIS. Các thành phần của mô hình được kết nối với nhau dễ dàng, nên có thể sử dụng bộ mô hình MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21 và MIKE FLOOD để tính toán ứng lụt cho một lưu vực sông. Luận án đã lựa chọn bộ mô hình MIKE để thực hiện các mục tiêu của nghiên cứu.



Hình 2.15: Sơ đồ nghiên cứu Luận án

2.5. Kết luận Chương 2

Lưu vực sông Cả có diện tích rộng, địa hình chia cắt phức tạp, tạo nên nhiều vùng tiểu khí hậu khác nhau. Mặc dù phần đất có khả năng thấm nước tốt trên lưu vực sông Cả khá lớn, tuy nhiên do địa hình lưu vực ở thượng nguồn rất dốc và chia cắt lớn, thảm phủ thực vật khá kém nên khả năng điều tiết của dòng chảy kém.

Hồ chứa trên lưu vực sông Cả có tác động rất lớn tới chế độ dòng chảy.

Nước biển dâng do bão cũng là một nhân tố quan trọng ảnh hưởng tới úng lụt ở hạ du sông Cả.

Bộ mô hình MIKE được lựa chọn làm công cụ chính tính toán.

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ NHÂN TỐ ĐẾN ÚNG LỤT HẠ DU SÔNG CẢ

3.1. Mô phỏng dòng chảy bằng bộ mô hình MIKE

Vùng nghiên cứu được phân thành 2 khu vực: ngoài đê và trong đê. Luận án đã sử dụng bộ mô hình MIKE để thực hiện các mục tiêu nghiên cứu.

3.1.1. Khu vực ngoài đê:

a. Thiết lập mô hình MIKE NAM: Lưu vực sông Cả được phân thành 57 lưu vực con.

b. Thiết lập mô hình MIKE 11: Thiết lập mạng thủy lực 1 chiều cho lưu vực sông Cả gồm 17 sông. Biên trên (lưu lượng) gồm: Mường Xén, Bản Vẽ, Quỳnh Châu, Thác Muối, Thanh Hương, Thanh Thủy, Thanh Mai, Cầu Om, Sơn Diệm, Hồ Hồ, Đá Hàn, Ngàn Trươi và Kim Sơn. Biên dưới (mực nước): Cửa Hội.

c. Thiết lập mô hình MIKE 21: Xây dựng lưới tính cho miền tính 2 chiều bao gồm các bãi chứa lũ dọc theo các sông từ các vị trí ở thượng nguồn: Dừa, Sơn Diệm, Hồ Hồ, Đá Hàn, Ngàn Trươi và Kim Sơn ra đến cửa biển. Khu vực này, với diện tích là 3.200 km² được rời rạc hóa thành 89.861 phần tử hữu hạn dạng tam giác (FEM).

3.1.1.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE NAM

Nghiên cứu sử dụng 3 lưu vực vực để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình NAM: Quỳ Châu, Sơn Diệm và Cốc Nà. Hiệu chỉnh và kiểm định cho kết quả tốt.

3.1.1.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11 và MIKE 21

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được lập tại *Bảng 3.6* và *3.8*.

Bảng 3.6. Tổng hợp kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE

Trạm thủy văn	Hệ số Nash-Sutcliffe	Sai số đỉnh lũ ΔH (m)	Sai số tổng lượng (%)
Nam Đàn	0,93	-0,11	-1,8
Linh Cẩm	0,95	- 0,02	+4,7
Chợ Tràng	0,93	+ 0,3	+1,5

Bảng 3.8. Tổng hợp kết quả kiểm định mô hình MIKE

Trạm thủy văn	Hệ số Nash-Sutcliffe	Sai số đỉnh lũ ΔH (m)	Sai số tổng lượng (%)
Nam Đàn	0,89	- 0,09	+7,4
Linh Cẩm	0,93	+ 0,31	+10
Chợ Tràng	0,91	+ 0,1	+2,6

3.1.2. Khu vực trong đê:

a. Thiết lập mô hình MIKE NAM

Căn cứ vào bản đồ địa hình tỉ lệ 1:10 000, sử dụng công cụ GIS, phân chia Khu vực trong đê thành 15 lưu vực con.

b. Thiết lập mô hình MIKE 11

Mạng thủy lực 1 chiều được thiết lập cho 4 sông. Các biên lưu lượng ở thượng nguồn gồm: Nam Đàn, vì khi có lũ cống Nam Đàn luôn luôn đóng nên ở đây $Q = 0$. Biên hạ lưu là mực nước tại cống Nghi Quang và cống Bến Thủy.

c. Thiết lập mô hình MIKE 21

Nghiên cứu đã tiến hành xây dựng lưới tính cho miền tính 2 chiều cho Khu vực trong đê. Khu vực này có diện tích là 550 km², được rời rạc hóa thành 94.832 phần tử hữu hạn.

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình MIKE 11 và 21: Kết quả được lập tại *Bảng 3.11* và *3.13*. Do Khu vực trong đê chỉ có số liệu qua trắc mực nước tại thượng lưu 2 cống Bến Thủy và Nghi Quang, nên đã sử dụng một số vết lũ để đánh giá kết quả Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Chênh lệch giữa kết quả mực nước vết lũ và tính toán dao động trong khoảng 0,05 - 0,10 m.

Bảng 3.11: Tổng hợp kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 21

Vị trí	Hệ số Nash	Sai số đỉnh lũ ΔQ (%)	Sai số tổng lượng (%)
Cống Bến Thủy	0,96	+1,5	+0,6
Cống Nghi Quang	0,86	-2,5	-5,5

Bảng 3.13: Tổng hợp kết quả kiểm định mô hình MIKE 21

Vị trí	Hệ số Nash	SS đỉnh ΔQ (%)	SS tổng lượng (%)
Cống Bến Thủy	0,89	-1,2	+6,0
Cống Nghi Quang	0,90	-3,8	-1,1

3.2. Đánh giá vai trò của một số nhân tố chính đến ứng lụt ở hạ du sông Cả

3.2.1. Đánh giá vai trò của mưa lũ thượng nguồn tới ứng lụt hạ du sông Cả

Nghiên cứu đã phân ra các trường hợp lưu vực ở điều kiện tự nhiên và có tác động của hồ chứa; mưa lũ đầu mùa, giữa và cuối mùa.

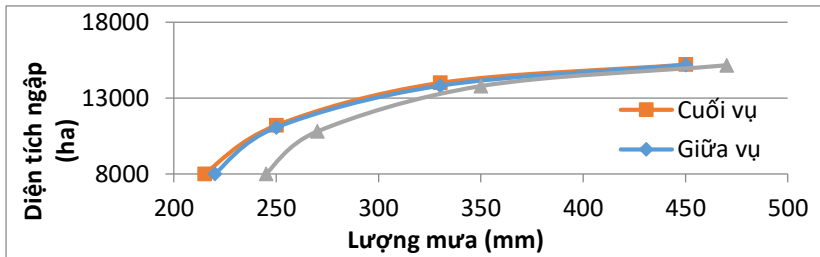
Mô hình mưa giờ trận lũ tháng X/2010 được sử dụng để làm mô hình phân phối mưa theo thời gian và không gian cho các kịch bản mưa.

Căn cứ Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả, xác định mực nước ban đầu của các hồ chứa Bản Vẽ, Bản Mông, Ngàn Trươi, riêng các hồ chứa Bản Ang, Hồ Hồ, Sông Sào và Đá Hàn mực nước ban đầu được đặt ngang với MNDBT. Kết quả được lập tại *Bảng 3.17* và thể hiện tại *Hình 3.22, 3.23*.

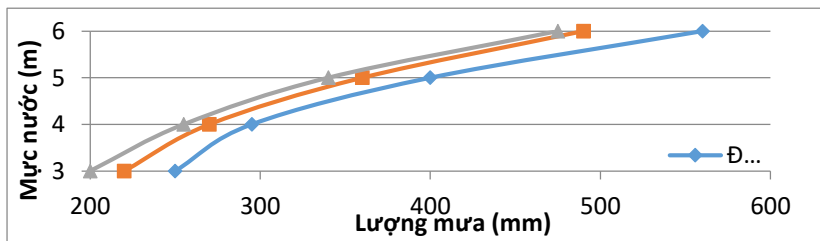
Bảng 3.17: Mưa định lượng gây ngập lụt Khu vực ngoài đê ở mức BĐ1 (mm)

Thời kỳ	Điều kiện lưu vực	
	Tự nhiên	Có hồ chứa
Đầu vụ	200	240
Giữa	150	210
Cuối vụ	150	200

Nhận xét: Khi có tác động của hồ chứa các ngưỡng mưa gây ngập cho hạ du có xu thế tăng lên, điều đó cho thấy sự điều tiết của hồ chứa làm giảm ngập lụt ở hạ du.



Hình 3.22: Đường quan hệ giữa lượng mưa và diện tích ngập Khu vực ngoài đê



Hình 3.23: Đường quan hệ giữa lượng mưa và mực nước lớn nhất tại Chợ Tràng

3.2.2. Đánh giá vai trò của hệ thống hồ chứa tới ứng lụt hạ du sông Cả

Trong phần này, nghiên cứu tập trung nghiên cứu ngập lụt ở hạ du sông Cả khi hồ chứa xả/cắt lũ đơn lẻ và kết hợp, trong điều kiện trước khi cắt/xả lũ hạ du đang ở các mức 2, 3 và 4. Lưu lượng xả lũ thiết kế tại các hồ chứa được lấy từ Quy trình vận hành liên hồ chứa sông Cả. Dạng quá trình được xả tại các hồ chứa được xây dựng có dạng hình thang.

* Khi các hồ chứa xả lũ từng hồ riêng rẽ

Bảng 3.25: Mục nước tại Chợ Tràng khi từng hồ chứa xả lũ thiết kế riêng rẽ (m)

Mức lũ	Bản Vẽ	Bản Ang	Bản Mông	Hồ Hồ	Ngàn Trươi
Cấp BĐ1	4,1	3,7	4,3	3,2	3,2
Cấp BĐ2	4,7	4,4	5,0	4,1	4,2
Cấp BĐ3	5,8	5,4	5,9	5,1	5,1
Cấp BĐ3+1	6,7	6,4	6,7	6,2	6,1

Bảng 3.27: Diện tích ngập lụt khi hồ chứa Bản Vẽ xả lũ thiết kế

Mức lũ	Diện tích ngập (ha)				
	$h \geq 0,2m$	$h \geq 0,5m$	$h \geq 1,0m$	$h \geq 2,0m$	$h \geq 3,0m$
Cấp BĐ1	10.537	9.482	7.973	3.352	83
Cấp BĐ2	13.141	12.488	11.284	7.766	1.227
Cấp BĐ3	15.107	14.695	14.135	12.060	7.811
Cấp BĐ3+1	15.650	15.337	14.908	13.901	11.669

Nhận xét: Khi xả riêng rẽ từng hồ chứa, hồ Bản Mông có ảnh hưởng lớn nhất tới ngập lụt ở hạ du sông Cả (mực nước gia tăng 1,2 - 1,8m), hồ Ngàn Trươi có ảnh hưởng ít nhất (mực nước gia tăng 0,2 - 0,6m).

* Khi các hồ chứa kết hợp xả lũ đồng thời:

Bảng 3.29: Mức nước gia tăng tại Chợ Tràng khi một số hồ chứa kết hợp xả lũ thiết kế (m)

Mức lũ	Bản Vẽ+ Bản Ang	Bản Vẽ+ Bản Ang+Bản Mông	Ngàn Trươi+ Hồ Hồ	Bản Vẽ+ Bản Mông
Cấp BĐ1	1,6	2,6	0,4	2,1
Cấp BĐ2	1,3	2,2	0,3	1,7
Cấp BĐ3	1,2	1,8	0,2	1,5
Cấp BĐ3+1	1,2	1,8	0,2	1,5

Nhận xét: Khi xả kết hợp 2 hồ chứa với nhau, hồ Bản Vẽ +Bản Mông có ảnh hưởng lớn nhất (mức nước gia tăng 2,5 - 3,4 m), hồ Hồ Hồ + Ngàn Trươi có ảnh hưởng ít nhất (mức nước gia tăng 0,9 - 1,5m). Khi xả kết hợp lũ thiết kế hồ chứa Bản Vẽ + Bản Ang + Bản Mông khi hiện trạng lũ ở hạ du ở mức 4 thì khả năng mực nước lũ ở hạ du sông Cả tương đương với lũ lịch sử 1978 (tại Chợ Tràng, Hmax = 7,8 m).

* Khi các hồ chứa cắt lũ riêng rẽ:

Bảng 3.31: Mức nước giảm tại Chợ Tràng khi từng hồ chứa cắt lũ riêng rẽ (m)

Mức lũ	Bản Vẽ	Bản Mông	Ngàn Trươi
Cấp BĐ2	0,2	0,1	0,0
Cấp BĐ3	0,3	0,2	0,1
Cấp BĐ3+1	0,3	0,2	0,1

Bảng 3.32: Diện tích ngập lụt khi các hồ chứa cắt lũ riêng rẽ

Mức lũ	Diện tích ngập (ha)		
	Bản Vẽ	Bản Mông	Ngàn Trươi
Cấp BĐ2	11.180	11.197	11.241
Cấp BĐ3	13.950	13.988	13.998
Cấp BĐ3+1	15.211	15.264	15.259

* Khi các hồ chứa kết hợp xả lũ đồng thời:

Bảng 3.33: Mức nước tại Chợ Tràng và diện tích ngập giảm khi các hồ chứa cắt lũ tổ hợp (m)

Mức lũ	Hmax Chợ Tràng (m)	Mức nước giảm(m)	Diện tích ngập giảm (ha)
Cấp BĐ2	3,6	0,4	467
Cấp BĐ3	4,6	0,4	244
Cấp BĐ3+1	5,5	0,5	240

Nhận xét: Khi có tác động của hồ chứa trong việc cắt lũ, diện tích ngập ở hạ du có xu thế giảm không nhiều. Hồ chứa Bản Vẽ có tác dụng rõ rệt nhất, mức nước tại Chợ Tràng giảm được 0,3 m, diện tích ngập giảm được 77 ha. Khả năng cắt lũ của hồ Ngân Trươi không đáng kể. Căn cứ vào mức tăng/giảm khi các hồ chứa xả/cắt lũ, cơ quan PCTT có thể tập trung theo dõi các hồ chứa quan trọng có tính quyết định như Bản Vẽ và Bản Mông để kịp thời cảnh báo cho hạ du.

3.2.3. Đánh giá vai trò của nước biển dâng do bão tới ứng lụt hạ du sông Cả

Bảng 3.36: Mức nước gia tăng tại Chợ Tràng khi có ảnh hưởng của nước biển dâng do bão và có/không có xả lũ thiết kế của hồ chứa (m)

Điều kiện lưu vực		Mức lũ			
		Cấp BĐ1	Cấp BĐ2	Cấp BĐ3	Cấp BĐ3+1
Tự nhiên		0,9	0,3	0,1	0,1
Có vận hành của hệ thống hồ chứa	Bản Vẽ	1,4	0,9	0,9	0,8
	Bản Ang	1,2	0,6	0,5	0,4
	Bản Mông	1,5	1,1	0,9	1,1
	Ngân Trươi	1,1	0,4	0,2	0,2
	Hố Hồ	1,1	0,2	0,2	0,3

Bảng 3.37: Diện tích ngập lụt khi hồ chứa Bản Vẽ xả lũ thiết kế và có ảnh hưởng của nước biển dâng do bão

Mức lũ	Diện tích ngập (ha)					
	$h \geq 0,2m$	$h \geq 0,5m$	$h \geq 1,0m$	$h \geq 2,0m$	$h \geq 3,0m$	$h \geq 5,0m$
Cấp BĐ1	12.167	11.377	10.354	6.541	656	5
Cấp BĐ2	13.923	13.402	12.490	9.764	2.856	7
Cấp BĐ3	15.502	15.195	14.728	12.986	9.095	15
Cấp BĐ3+1	15.915	15.665	15.312	14.365	12.330	1.655

Nhận xét: Khi có ảnh hưởng của nước biển dâng do bão, mực nước ngập tại hạ du đều tăng. Mực gia tăng có xu hướng cao ở trường hợp lũ ở hạ du thấp. Mực gia tăng cao nhất khi có sự tác dụng tổng hợp vừa xả lũ của hồ chứa vừa bị tác động của nước biển dâng. Khi có sự tác dụng tổng hợp vừa xả lũ của hồ chứa Bản Vẽ vừa bị tác động của nước biển dâng cho mực gia tăng cao nhất ($\Delta h = 1,5$ m).

3.2.4. Đánh giá vai trò của mưa nội đồng tới ngập úng hạ du sông Cả

a. Xác định mô hình phân phối mưa giờ tại trạm KT Vinh

Mô hình mưa giờ trận mưa tháng X/2010 và 10/2019 được chọn làm mô hình phân phối tính toán. Nghiên cứu này sẽ tính toán các mức ngập ở TP Vinh khi xảy ra mưa có tổng lượng $X_5 = 687,3$ mm (ứng với $P = 10\%$). Điểm xem xét ngập úng khu vực trong đề là ngã ba cầu Đước.

b. Xác định biên mực nước tại hạ lưu cống Bến Thủy và Nghi Quang

- Biên mực nước tại cống Bến Thủy được lấy tại kết quả tính lũ trên sông Cả ở các mức lũ 1, 2, 3 và 4 khi có và không có nước triều dâng;

- Biên mực nước tại cống Nghi Quang được lấy tại trạm hải văn Hòn Ngự; trường hợp có nước dâng lấy tại Cửa Hội năm 2010 + 2 m.

c. Kết quả tính toán:

Bảng 3.43: Diện tích ngập úng tại Khu vực trong đê, khi xảy ra trận mưa 10% và phân phối mưa giờ theo mô hình mưa tháng X/2010

Mức lũ	Diện tích ngập (ha)				
	$h \geq 0,2m$	$h \geq 0,5m$	$h \geq 1,0m$	$h \geq 2,0m$	$h \geq 3,0m$
Cấp BĐ1	16.099	13.787	7.690	1.341	1.0
Cấp BĐ2	17.139	15.074	9.493	1.843	1.0
Cấp BĐ3	17.783	15.866	10.758	2.274	1.9
Cấp BĐ3+1	18.793	16.826	11.950	2.837	10.5

Bảng 3.44: Diện tích ngập úng tại Khu vực trong đê, khi xảy ra trận mưa 10%, phân phối mưa giờ theo mô hình mưa tháng X/2010, xả lũ

Bản Vẽ

Mức lũ	Diện tích ngập (ha)				
	$h \geq 0,2m$	$h \geq 0,5m$	$h \geq 1,0m$	$h \geq 2,0m$	$h \geq 3,0m$
Cấp BĐ1	17.738	15.765	10.558	2.203	1.3
Cấp BĐ2	18.887	16.881	11.887	2.742	4.2
Cấp BĐ3	19.889	17.967	12.737	3.256	22
Cấp BĐ3+1	19.120	17.081	12.025	2.885	12

Bảng 3.45: Diện tích ngập úng tại Khu vực trong đê, khi xảy ra trận mưa 10%, phân phối mưa giờ theo mô hình mưa tháng X/2010, xả lũ

Bản Vẽ, nước biển dâng do bão

Mức lũ	Diện tích ngập (ha)				
	$h \geq 0,2m$	$h \geq 0,5m$	$h \geq 1,0m$	$h \geq 2,0m$	$h \geq 3,0m$
Cấp BĐ1	17.774	15.812	10.633	2.418	2
Cấp BĐ2	18.925	16.926	11.961	2.972	5
Cấp BĐ3	19.932	18.021	12.823	3.522	23
Cấp BĐ3+1	19.166	17.142	12.112	3.117	13

Nhận xét: ảnh hưởng của mực nước trong sông Cả đến việc thoát nước của TP Vinh và phụ cận rất rõ. Chênh lệch giữa mực nước cao nhất tại ngã ba cầu Đước biến đổi từ 2,9 m lên đến 3,6 m khi mực nước ở Bến Thủy ở mức 1 và 4. Khi không có yếu tố xả lũ ở thượng nguồn, thì ảnh hưởng của cường độ mưa không lớn.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

1. Thiên tai úng lụt diễn ra trên khắp hành tinh từ xưa đến nay và ngày càng phức tạp. Nhất là trong điều kiện Biến đổi khí hậu, loại hình thiên tai này ngày càng tăng về tần suất xuất hiện, mức độ và quy mô. Việc xác định, đánh giá vai trò của các nhân tố gây úng lụt luôn luôn mang tính thời sự, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

Các nhân tố gây ra úng lụt gồm ba nhóm: nội sinh, ngoại sinh và nhân sinh. Nhóm nhân tố có nguồn gốc khí tượng thủy văn có ảnh hưởng lớn tới vùng hạ du sông Cả. Luận án đã đi sâu vào đánh giá vai trò của các nhân tố: mưa lớn và lũ thượng nguồn; việc cắt/xả lũ đơn hồ, liên hồ trên thượng nguồn lưu vực sông; mưa lớn nội đồng; và nước biển dâng do bão.

2. Đã lựa chọn mô hình thủy văn, thủy lực để mô phỏng úng lụt (cụ thể là bộ mô hình MIKE) ở hạ lưu lưu vực sông Cả.

3. Đã thu thập được bộ số liệu KTTV, địa hình, và các loại bản đồ mặt đệm để xử lý thống kê các giai đoạn mùa lũ và thông số hóa theo các tiêu lưu vực trong quá trình mô phỏng.

4. Kết quả tính toán cho thấy:

4.1 Vai trò của nhân tố thứ nhất: Đã định lượng hóa lượng mưa gây ngập lụt hạ du sông Cả ở các mức lũ cho 3 thời kỳ lũ, trong điều kiện tự nhiên và có sự vận hành của hệ thống hồ chứa. Lượng mưa bắt đầu gây ngập hạ du, vào thời điểm đầu vụ, giữa vụ và cuối vụ

là: 240, 210 và 200 mm. Đã xây dựng được mối quan hệ giữa lượng mưa với diện tích ngập và mực nước lớn nhất tại Chợ Tràng;

4.2 Vai trò của nhân tố thứ 2: Đã xác được mức gia tăng/giảm ngập lụt ở hạ du sông Cả khi có sự xả/cắt lũ riêng rẽ từng hồ chứa hoặc đồng thời, trong điều kiện lũ ở các mức báo động. Hồ chứa Bản Mòng và Bản Vẽ có sự ảnh hưởng lớn nhất, với mức gia tăng 1,3 và 1,1 m khi từng hồ xả lũ với lưu lượng thiết kế và điều kiện hạ du lũ ở cấp BĐ1. Hồ chứa Ngàn Trươi và Hồ Hồ có sự ảnh hưởng nhỏ nhất, với mức gia tăng 0,1 và 0,2 m khi từng hồ xả lũ với lưu lượng thiết kế và điều kiện hạ du lũ ở cấp BĐ3. Ảnh hưởng của các hồ chứa thượng nguồn sông Ngàn Sâu là không đáng kể đến ngập lụt vùng hạ du sông Cả; Khi tổ hợp cả 3 hồ Bản Vẽ, Bản Ang và Bản Mòng đồng thời xả lũ thì mực nước tại Chợ Tràng có thể đạt mức 7,8 m (tương đương với lũ lịch sử 1978);

4.3 Vai trò của nhân tố 3: Đã xác định được mức gia tăng ngập lụt hạ du sông Cả ở các mức lũ khi có ảnh hưởng của nước biển dâng 2 m do bão. Khi lũ trên sông Cả ở mức thấp (lượng gia tăng là 0,9 m khi lũ sông Cả ở cấp BĐ1) thì sự gia tăng ngập lụt lớn hơn so với ở mức cao (lượng gia tăng là 0,2 m khi lũ sông Cả ở cấp BĐ3); Đã xác định được mức gia tăng ngập lụt hạ du sông Cả ở các mức lũ khi có ảnh hưởng tổng hợp của xả lũ của hồ chứa thượng nguồn và ảnh hưởng của nước biển dâng do bão. Khi có sự ảnh hưởng tổ hợp của lũ ở cấp BĐ3, xả lũ của thủy điện Bản Mòng và nước biển dâng do bão thì mực nước lũ tại Chợ Tràng có thể đạt mức 7,0 m (chỉ thấp hơn lũ lịch sử 1978 là 0,8 m)

4.4 Vai trò của nhân tố thứ 4: Đã xác định lượng mưa từ 250 mm thì Khu vực trong đê bắt đầu ngập và khi đạt đến trận mưa tháng X/2010 (tần suất xuất hiện $P \approx 1\%$) thì diện tích ngập úng là 19.000

ha và thời gian ngập là 14 ngày. Đã xác định được mức ngập úng của Khu vực trong đề với mưa lớn nội đồng tần suất $P = 10\%$ ($X_P = 687,3$ mm) khi có ảnh hưởng của lũ ở các mức trên sông Cà; Đã xác định được mức gia tăng ngập úng 0,2 m ở TP Vinh và vùng phụ cận khi có mưa lớn nội đồng tần suất $P = 10\%$ với cường độ lớn (mô hình mưa giờ trận mưa tháng X/2019) khi có ảnh hưởng của lũ ở các mức trên sông Cà; Đã xác định được mức gia tăng ngập úng của TP Vinh và vùng phụ cận khi có tổ hợp mưa lớn nội đồng tần suất $P = 10\%$, xả lũ của hồ chứa ở thượng lưu và nước triều dâng khi hạ du sông Cà lũ ở các mức;

4.5 Những hạn chế của nghiên cứu: Chưa thu thập được số liệu về hệ thống tiêu thoát của nội đô Vinh để mô phỏng chi tiết trong mô hình thuỷ lực.

KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu chưa thu thập được số liệu về hệ thống tiêu thoát của nội đô Vinh, nên trong Luận án mới chỉ giả định miền nghiên cứu là đồng nhất, chưa mô phỏng được ngập úng chi tiết cho vùng này. Do vậy trong ứng dụng thực tiễn cần chú ý đến yếu tố này.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

1. **Nguyễn Xuân Tiến**, Lê Hữu Huân, Phan Thị Toàn, Nguyễn Văn Linh (2018), *Xây dựng mô hình mô phỏng lũ và tính toán tối ưu xả lũ cho hệ thống hồ chứa ở vùng sông không ảnh hưởng triều*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 687, tr. 23-31.
2. **Nguyễn Xuân Tiến**, Lê Hữu Huân, Trịnh Đăng Ba (2018), *Ứng dụng hệ thống phân tích lũ tích hợp IFAS cảnh báo lũ thượng nguồn sông Nậm Non và Nậm Mộ, tỉnh Nghệ An*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 688, tr. 52-58.
3. **Nguyễn Xuân Tiến**, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Văn Linh (2020), *Áp dụng mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng ngập lụt hạ du sông Cả*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 687, tr. 23-31.
4. **Nguyễn Xuân Tiến**, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Văn Linh (2020), *Áp dụng bộ mô hình MIKE đánh giá tác động của hệ thống hồ chứa tới ngập lụt hạ du sông Cả*, Tạp chí Khoa học Biển đảo khí hậu số 13 - tháng 3/2020.
5. **Nguyễn Xuân Tiến**, Nguyễn Văn Linh, Phan Thị Toàn, Phạm Trà My (2020), *Áp dụng mô hình thủy văn, thủy lực đánh giá tác động của hồ chứa Bản Vẽ tới ngập lụt hạ du lưu vực sông Lam*, Số 3/2020 - Tạp chí KHCN Nghệ An.
6. Nguyễn Thanh Sơn, Phan Ngọc Thắng, **Nguyễn Xuân Tiến** (2016), *Phân tích tình hình úng lụt và lũ lụt miền hạ du lưu vực sông Lam*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN. Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 3S, 2016167.