

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

DƯƠNG ANH QUÂN

ĐÁNH GIÁ RỦI RO NGẬP LỤT TRONG BỐI CẢNH
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
KHU VỰC LỐI ĐÔ THỊ THÀNH PHỐ CẦN THƠ

CHUYÊN NGÀNH MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
MÃ SỐ: 9440301.04

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

HÀ NỘI - 2025

Công trình được hoàn thành tại: Viện Tài nguyên và Môi trường - Đại học Quốc gia Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học:

1) PGS. TS. Bùi Ngọc Quý - Viện Tài nguyên và Môi trường - Đại học Quốc gia Hà Nội;

2) PGS.TS Nguyễn Hiệu – Đại học Quốc gia Hà Nội.

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ, họp tại:, vào hồi: ... giờ, ngày tháng năm .

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Trung tâm Thư viện và Tri thức số ĐHQGHN
- Viện Tài nguyên và Môi trường, ĐHQGHN

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Ngập lụt là thiên tai phổ biến tại Việt Nam, đặc biệt nghiêm trọng do tác động của biến đổi khí hậu. Các dạng ngập chính bao gồm ngập do mưa lớn ở các lưu vực sông, thường xảy ra ở miền Trung, và ngập cục bộ tại các thành phố lớn, đặc biệt khi hệ thống thoát nước yếu kém hoặc triều cường. Cần Thơ, trung tâm kinh tế của vùng Tây Nam Bộ, phải đối mặt với nhiều vấn đề ngập lụt từ mưa, triều cường và sụt lún đất. Kể từ năm 2004, thành phố đã áp dụng các biện pháp như Nghị quyết 45 và 59 để phát triển bền vững và ứng phó thiên tai, cùng với việc thực hiện Nghị quyết 120 nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu.

Ngập lụt đô thị tại Cần Thơ vẫn là một thách thức lớn do hệ thống thoát nước yếu kém và các yếu tố tự nhiên làm trầm trọng thêm tình trạng này. Các nghiên cứu hiện nay chủ yếu đánh giá hiện trạng nhưng thiếu khung đánh giá tổng quát và công cụ lượng hóa tác động của biến đổi khí hậu. Do đó, việc phát triển một quy trình và bộ công cụ hỗ trợ đánh giá rủi ro ngập lụt có khả năng tính toán tác động kinh tế - xã hội là rất cần thiết. Việc áp dụng khung đánh giá này giúp lượng hóa tác động của BĐKH tới rủi ro ngập lụt đô thị. Vì vậy, nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài “Đánh giá rủi ro ngập lụt trong bối cảnh biến đổi khí hậu phục vụ phát triển bền vững khu vực lõi đô thị thành phố Cần Thơ” có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.1. Mục tiêu chung

Đánh giá được rủi ro ngập lụt lõi đô thị thành phố Cần Thơ thích ứng với biến đổi khí hậu theo các kịch bản phục vụ phát triển bền vững.

2.2. Mục tiêu cụ thể

- Khái quát và hệ thống hóa được cơ sở lí luận và thực tiễn về đánh giá rủi ro ngập lụt đô thị;

- Xây dựng được quy trình, khung đánh giá và công cụ đánh giá rủi ro do ngập lụt tới kinh tế - xã hội của khu vực nghiên cứu ;

- Đánh giá được rủi ro, tác động của ngập lụt tới dân cư, kinh tế xã hội tại lõi đô thị Cần Thơ từ đó xây dựng kịch bản rủi ro ngập lụt trong tương lai với sự biến đổi khí hậu tại lõi đô thị Cần Thơ;

3. Nội dung nghiên cứu

- Tổng quan tình hình nghiên cứu đánh giá rủi ro kinh tế xã hội của ngập lụt đô thị tại Việt Nam và trên thế giới.

- Nghiên cứu cơ sở khoa học của đánh giá rủi ro kinh tế - xã hội của ngập lụt, đặc biệt là ngập lụt đô thị từ đó đề xuất quy trình, công cụ đánh giá rủi ro phù hợp với hiện trạng khu vực nghiên cứu và dữ liệu sẵn có.

- Thực nghiệm đánh giá rủi ro kinh tế xã hội của ngập lụt đô thị tại lõi đô thị thành phố Cần Thơ. Áp dụng các công cụ đánh giá rủi ro để dự báo tác động của biến đổi khí hậu tới kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu.

4. Đối tượng và Phạm vi nghiên cứu

4.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là các vấn đề về Rủi ro kinh tế - xã hội do ngập lụt đô thị dưới tác động của biến đổi khí hậu.

4.2. Phạm vi nghiên cứu

- *Phạm vi về không gian:* Luận án nghiên cứu trong phạm vi không gian của toàn bộ khu vực lõi đô thị của thành Phố Cần Thơ bao gồm toàn bộ các phường thuộc quận Ninh Kiều (Ngoài trừ phần phía Nam rạch Cái Sơn của phường An Bình), và phường Bùi Hữu Nghĩa, phần bờ hữu sông Bình Thủy của các phường An Thới, Long Hòa, Long Tuyền thuộc quận Bình Thủy.

Phạm vi về khoa học: Luận án sẽ tập trung nghiên cứu cơ sở khoa học cũng như phân tích và đánh giá rủi ro do ngập lụt đối với các đối tượng dân cư, kinh tế xã hội nói chung và cho khu vực lõi của đô thị Cần Thơ nói riêng.

5. Điểm mới của luận án

- Nghiên cứu và xây dựng được bộ công cụ phù hợp đánh giá rủi ro kinh tế - xã hội do ngập lụt gây ra cho lõi đô thị thành phố Cần Thơ.

- Áp dụng bộ công cụ đánh giá rủi ro kinh tế - xã hội do ngập lụt từ đó xác định được các tác động của biến đổi khí hậu tới lõi đô thị của thành phố Cần Thơ.

6. Luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Mô hình hóa kết hợp GIS là công cụ đánh giá rủi ro ngập lụt hiệu quả, cho phép tự động hóa quá trình đánh giá.

Luận điểm 2: Bộ công cụ đánh giá đã xác định được các động của biến đổi khí hậu tới rủi ro kinh tế xã hội của ngập lụt ở lõi đô thị của thành phố Cần Thơ theo kịch bản biến đổi khí hậu.

7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

7.1. Ý nghĩa khoa học

- Nghiên cứu góp phần làm rõ cơ sở khoa học về đánh giá rủi ro lụt đô thị tại thành phố Cần Thơ, đánh giá xác định các rủi ro kinh tế - xã hội, thiệt hại có thể gây ra bởi ngập lụt đô thị theo các kịch bản biến đổi khí hậu.

- Kết quả nghiên cứu hỗ trợ cho các nhà quy hoạch phát triển đô thị nhanh chóng đưa ra những giải pháp thích ứng kịp thời nhằm nâng cao khả năng chống ngập cho thành phố Cần Thơ.

7.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Nghiên cứu góp phần làm rõ cơ sở khoa học về đánh giá rủi ro lụt đô thị tại thành phố Cần Thơ, đánh giá xác định các rủi ro kinh tế - xã hội, thiệt hại có thể gây ra bởi ngập lụt đô thị theo các kịch bản biến đổi khí hậu.

- Kết quả nghiên cứu hỗ trợ cho các nhà quy hoạch phát triển đô thị nhanh chóng đưa ra những giải pháp thích ứng kịp thời nhằm nâng cao khả năng chống ngập cho thành phố Cần Thơ cũng như đảm bảo các mục tiêu phát triển bền vững trong tương lai

8. Cấu trúc của luận án

Luận án được trình bày trong 149 trang, với 112 hình, 35 bảng biểu bao gồm phần mở đầu, kết luận - kiến nghị và tài liệu tham khảo và được trình bày trong 3 chương:

Chương 1: Tổng quan các vấn đề nghiên cứu

Chương 2: Khái quát về khu vực nghiên cứu, cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Các khái niệm cơ bản

1.1.1. Khái niệm phát triển bền vững

Tổng quan về khái niệm về phát triển bền vững (PTBV), các mục tiêu PTBV và các mục tiêu được thực hiện tại Việt Nam

1.1.2. Khái niệm về biến đổi khí hậu và tác động của biến đổi khí hậu

Tổng quan về khái niệm biến đổi khí hậu và tác động của biến đổi khí hậu tại Việt Nam.

1.1.3. Các khái niệm về đánh giá rủi ro thiên tai và các thành phần của rủi ro thiên tai.

Tổng quan về đánh giá rủi ro, các hợp phần của rủi ro theo mô hình AR5 của IPCC.

1.1.4. Các khái niệm chung về mô hình hóa ngập lụt

Khái niệm về mô hình hóa, mô hình thủy văn và thủy lực, các khái niệm về điều kiện biên

1.2. Tổng quan về đánh giá rủi ro thiên tai do ngập lụt trên thế giới

Lũ lụt là thiên tai gây thiệt hại lớn, vì vậy đánh giá rủi ro lũ rất quan trọng. Đánh giá bao gồm ba yếu tố: hiểm họa, tính dễ bị tổn thương và mức độ phơi lộ, dựa trên khung của IPCC nhưng chuyên biệt cho ngập lụt. Hiểm họa được xác định qua mức nước, tốc độ, thời gian và chu kỳ ngập. Đánh giá có thể là định tính, qua các yếu tố riêng

lẻ hoặc mô hình thủy lực, và định lượng, sử dụng hàm thiệt hại. Đặc biệt, ở đô thị, cần xem xét nguồn nước, thấm bề mặt và hạ tầng.

1.3. Tình hình nghiên cứu về rủi ro lũ lụt tại Việt Nam

Tổng quan các nghiên cứu về ngập lụt tại Việt Nam. Đặc biệt, các mô hình thủy lực và GIS thường được sử dụng để đánh giá hiểm họa lũ, nhưng việc đánh giá ngập lụt đô thị vẫn gặp nhiều khó khăn, thiếu phân tách chi tiết về tổn thất theo loại công trình.

1.5. Định hướng nghiên cứu

Nghiên cứu về ngập lụt ở Cần Thơ cho thấy tình trạng này ảnh hưởng đến phát triển bền vững và có thể trầm trọng hơn do biến đổi khí hậu. Hiện nay, thiếu sự liên kết với rủi ro kinh tế - xã hội. Do đó, cần xây dựng khung đánh giá và công cụ lượng hóa rủi ro trong các kịch bản tương lai.

1.6. Tiểu kết Chương 1

Tổng kết các nội dung đã đề cập trong chương 1.

CHƯƠNG 2. KHÁI QUÁT VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU, CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu và tác động của ngập lụt

2.1.1. Khu vực nghiên cứu

Tổng quan về vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên kinh tế xã hội của Thành phố Cần Thơ.

2.1.2. Các tác nhân gây ngập lụt tại Cần Thơ

Ngập lụt tại Cần Thơ được xác định bởi 3 nguyên nhân chính bao gồm: (1) Mực nước cao trên các sông, rạch xung quanh; (2) Lượng

mưa cục bộ tại thành phố; (3) Tình trạng sụt lún đất .

2.1.3. Đặc điểm lũ vùng lõi Cần Thơ

Cần Thơ có hai nguồn lũ chính: lũ do mưa cục bộ và lũ từ sông Hậu. Lũ cục bộ xảy ra khi mưa vượt quá khả năng thoát nước, nhất là tại lõi đô thị. Lũ từ sông Hậu do triều dâng cao, dòng chảy lớn và gió mùa, gây tràn bờ hoặc chảy ngược vào hệ thống thoát nước. Triều cường là nguyên nhân chính, với mực nước đạt 2,17m năm 2020, gây ngập nặng nhất trong 10 năm.

2.1.4. Tác động của lũ lên các lĩnh vực.

Ngập lụt ở khu vực lõi đô thị Cần Thơ gây ảnh hưởng cả về kinh tế và xã hội. Rủi ro xã hội liên quan đến tác động đến người dân và sinh kế, ảnh hưởng đến cả đô thị và nông thôn. Tác động kinh tế bao gồm thiệt hại tài sản, cơ sở hạ tầng và nông nghiệp.

2.2. Dữ liệu được sử dụng trong đánh giá rủi ro ngập lụt

- Dữ liệu phục vụ mô hình hóa
- Dữ liệu phục vụ đánh giá rủi ro về xã hội
- Dữ liệu phục vụ đánh giá rủi ro về kinh tế

2.3. Quy trình đánh giá rủi ro ngập lụt dưới tác động của biến đổi khí hậu

Quy trình đánh giá rủi ro ngập lụt bao gồm 3 bước và 2 khối đánh giá bao gồm kinh tế và xã hội.

2.4. Phương pháp mô hình hóa

2.4.1. Các phương pháp mô hình hóa chế độ ngập

Ba phương pháp đánh giá chế độ ngập lụt gồm: mô hình hóa,

phân vùng bằng dữ liệu vệ tinh và khảo sát trực tiếp. Khảo sát trực tiếp phổ biến để kiểm chứng mô hình, trong khi dữ liệu SAR hữu ích nhưng gặp hạn chế với khu vực che khuất. Mô hình thủy lực kết hợp GIS và học máy giúp tái tạo ngập lụt nhưng yêu cầu dữ liệu chính xác. Luận án này áp dụng mô hình hóa để đánh giá chế độ ngập tại lõi đô thị Cần Thơ.

2.4.4.2. Quy trình mô hình hóa hiện trạng ngập lụt

Quá trình mô hình hóa ngập lụt đô thị Cần Thơ xác định các nguyên nhân chính: lượng mưa, nước sông/kênh, và sụt lún đất. Tác động của từng yếu tố được phân tích, kết hợp khảo sát thực tế để đảm bảo độ chính xác. Mô hình sử dụng phần mềm MIKE, tích hợp dòng chảy 1D, thoát nước đô thị và mưa rào-dòng chảy để xây dựng mô hình 2D. Kết quả được chuyển thành dữ liệu GIS.

2.4.4.3. Cấu trúc của mô hình thủy lực lõi đô thị

Mô hình thủy lực của lõi đô thị được phát triển bởi dự án FRMIS thuộc Dự án phát triển đô thị thành phố Cần Thơ từ năm 2020 đến năm 2023. Toàn bộ việc xây dựng mô hình thủy lực được thừa kế từ dự án FRMIS của thành phố Cần Thơ bao gồm 3 mô hình: 1 D Đồng bằng SCL, Mô hình mưa rào dòng chảy và mô hình 2 D kênh hở kết hợp 2D chảy tràn.

2.4.4.4. Xác định giá trị đầu vào của mô hình ngập tại Cần Thơ

Sau khi các mô hình được thiết lập, các giá trị đầu vào cần được tính toán cụ thể. Việc tính toán các dữ liệu đầu vào này bao gồm mực nước và lượng mưa trong khu vực nghiên cứu.

2.4.4.5. Khảo sát hiện trạng ngập tại Cần Thơ.

Để triển khai các nội dung nghiên cứu luận án đã tiến hành khảo

sát hiện trạng ngập lụt tại Cần Thơ vào tháng 11 năm 2020 tại thời điểm triều cường lớn nhất trong năm, sau đó đã tiến hành khảo sát bổ sung trong mùa triều cường của các năm 2021 và 2022. Công tác khảo sát được tiến hành dọc các tuyến đường thường xuyên xảy ra ngập lụt tại Cần Thơ, bao gồm 41 tuyến phố chính nằm trên khu vực quận Ninh Kiều và Bình Thủy.

2.4.6 Mô hình thủy lực của lõi đô thị

Bao gồm mô hình thủy lực vùng ĐBSCL, Mô hình thủy lực vùng lõi đô thị. Các mô hình này được hiệu chỉnh và kiểm định theo số liệu ngập thực tế.

2.5. Phương pháp đánh giá rủi ro xã hội do ngập lụt

Ngân hàng Thế giới và Tổ chức Hợp tác Quốc tế Đức (GIZ) đã áp dụng phương pháp đánh giá rủi ro lũ lụt xã hội theo Báo cáo Đánh giá Lần thứ Năm (AR5) của IPCC. Luận án xây dựng bộ công cụ đánh giá rủi ro xã hội và rủi ro kinh tế, phát triển và lập trình bằng Python trong môi trường GIS. Bộ công cụ gồm hai nhóm: (1) Công cụ tính toán rủi ro xã hội, (2) Công cụ tính toán thiệt hại kinh tế.

2.5.1. Phương pháp đánh giá Hiểm họa lũ lụt về xã hội

Nguy cơ hoặc hiểm họa lũ lụt đối với con người thường được xác định là sự kết hợp giữa độ sâu ngập và vận tốc nước lũ. Cơ quan Môi trường Vương quốc Anh [26] định nghĩa nguy cơ lũ lụt (đối với người dân) như trong công thức 2.1.

$$H = d * (v+0,5) + DF \quad (2.1)$$

Trong đó: H = nguy hiểm; v = vận tốc; d - chiều sâu; DF = hệ số vụn

2.5.2. Phương pháp xác định mức độ phơi lộ trong rủi ro lũ lụt về xã hội

UNDP và WB sử dụng phương pháp định tính để đánh giá Mức độ phơi lộ, dựa trên tầm quan trọng của các đối tượng chịu tác động thiên tai, nhưng phương pháp này còn chủ quan. Trong luận án, Mức độ phơi lộ được xác định theo giá trị tương đối của các đối tượng với ngập lụt. Hệ số phơi lộ được tính dựa trên giá trị tài sản, hoạt động xã hội và ảnh hưởng đến người dân theo từng loại hình sử dụng đất.

2.5.3. Phương pháp xác định Tính dễ bị tổn thương rủi ro lũ lụt về mặt xã hội

Tình trạng dễ bị tổn thương do lũ lụt xã hội thường được đánh giá bằng các chỉ số định tính có trọng số. Luận án này áp dụng chỉ số SFVI từ nghiên cứu tại Tây Ban Nha, tính theo công thức $SFVI = S/C$, với S là mức độ nhạy cảm và C là khả năng đối phó, thích ứng. Các chỉ số được chuẩn hóa và gán trọng số theo mức độ quan trọng.

2.5.4. Phương pháp tính toán Chỉ số rủi ro lũ lụt đối với xã hội

Rủi ro lũ lụt xã hội được tính toán như một chỉ số tổng hợp từ hiểm họa lũ lụt, hệ số phơi lộ và tính dễ bị tổn thương.

$$\text{Chỉ số rủi ro lũ lụt xã hội (SFRI)} = H * Er * SFVI \quad (2.6)$$

2.6. Phương pháp đánh giá rủi ro lũ lụt về kinh tế

Đánh giá rủi ro về kinh tế là một đánh giá định lượng ước tính thiệt hại bằng tiền đối với tài sản cố định như tài sản và cơ sở hạ tầng. Rủi ro kinh tế (thiệt hại) liên quan chủ yếu đến độ sâu ngập.

2.6.1. Hiểm họa lụt về kinh tế

Rủi ro lũ lụt kinh tế đối với cơ sở hạ tầng chỉ xét đến độ sâu ngập, yếu tố nguy hiểm chính trong khu vực nghiên cứu. Thiệt hại nông nghiệp có thể chịu ảnh hưởng từ thời gian ngập, nhưng do khó xác định nên luận án chỉ xem xét độ sâu. Mức độ hiểm họa lũ lụt được xác định từ mô hình thủy động lực học, với các kịch bản ngập 1%, 2%, 5%, 10% và 20%.

2.6.2. Mức độ phơi lộ trong đánh giá rủi ro lũ lụt kinh tế

Mức độ phơi lộ kinh tế trong đánh giá rủi ro lũ lụt được xác định dựa trên dữ liệu sử dụng đất, với mức thiệt hại khác nhau theo từng mức ngập. Phơi lộ có mối liên hệ chặt chẽ với tính dễ bị tổn thương. Dữ liệu thiệt hại được xác định từ các khảo sát thực tế tại khu vực nghiên cứu.

2.6.3. Tính dễ bị tổn thương về kinh tế (đường cong thiệt hại)

Thiệt hại do lũ lụt phụ thuộc vào đặc điểm tài sản và độ sâu ngập tại từng vị trí. Tính dễ bị tổn thương kinh tế chủ yếu dựa trên độ sâu ngập, với mức ngập cao thường gây thiệt hại lớn hơn. Mối quan hệ này được biểu thị qua đường cong độ sâu - thiệt hại. Các đối tượng sử dụng đất được chia thành 11 nhóm, với thiệt hại xác định qua khảo sát trực tiếp.

2.6.4. Tính toán rủi ro kinh tế

Rủi ro kinh tế do ngập lụt được tính cho các sự kiện lịch sử hoặc kịch bản ngập với tỷ lệ tái diễn 1%, 2%, 5%, 10% và 20% (tương ứng chu kỳ 100, 50, 20, 10 và 5 năm). Thiệt hại kinh tế hàng năm được ước tính bằng phương pháp Monte Carlo theo công thức $AEEL = \int_0^{p_{max}} D(p) dp$. Dữ liệu đầu vào gồm mô hình ngập, sử dụng đất và

hàm thiệt hại từ khảo sát thực tế. Kết quả được trình bày qua bản đồ và bảng tổng hợp.

2.6.5. Quy trình xử lý dữ liệu đánh giá rủi ro lũ lụt về kinh tế

Quy trình xử lý số liệu bao gồm các bước xử lý số liệu từ nguồn tới kết quả.

2.7. Phương pháp đánh giá tác động của BĐKH tới rủi ro thiên tai.

2.7.1. Các kịch bản biến đổi khí hậu

Kịch bản biến đổi khí hậu tại khu vực nghiên cứu được xem xét là kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 với các giai đoạn 2030 và 2050.

2.7.2. Xác định các biến đổi về lượng mưa và mực nước theo các mốc thời gian 2030 và 2050 theo kịch bản biến đổi khí hậu

Các thay đổi về lượng mưa và mực nước tại các kênh xung quanh thành phố Cần Thơ được nội suy theo các kịch bản của bộ Tài nguyên và Môi trường.

2.8. Phương pháp kế thừa.

Khi xây dựng khung đánh giá rủi ro ngập lụt cho thành phố Cần Thơ, việc xác định khu vực ngập lụt là rất quan trọng.. Mô hình thủy lực MIKE Operation được sử dụng, kế thừa từ dự án FRMIS, cho phép tính toán chính xác các kịch bản BĐKH trong tương lai.

2.9. Phương pháp phân tích không gian trên GIS.

Phương pháp phân tích không gian GIS được sử dụng trong luận án bao gồm các bước như thu thập và xử lý dữ liệu không gian, xây dựng chỉ tiêu tính dễ bị tổn thương, chồng xếp lớp dữ liệu và tính toán

không gian, phân tích và thống kê kết quả rủi ro ngập lụt, và lập bản đồ các yếu tố rủi ro kinh tế - xã hội.

2.10. Phương pháp điều tra - thống kê xã hội học

Phương pháp điều tra - thống kê xã hội học giúp thu thập dữ liệu về hiện trạng ngập lụt và tác động kinh tế - xã hội.

2.11. Phương pháp phân tích đa chỉ tiêu dựa trên AHP và so sánh cặp đôi.

Phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu là phương pháp xây dựng cây phân cấp AHP được triển khai cho các chỉ tiêu về xã hội của tính dễ bị tổn thương.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thành lập bản đồ tần suất ngập theo hiện trạng

Mô hình hóa ngập lụt cho thấy lõi đô thị Cần Thơ chịu ảnh hưởng lớn, đặc biệt trong các kịch bản ngập lặp lại từ 5 đến 100 năm. Dữ liệu quá khứ về mưa và triều được sử dụng để xác định điều kiện biên. Kết quả cho thấy ngập nhẹ với mưa 5 năm, nhưng mức độ ngập tăng ở các kịch bản khắc nghiệt hơn. Dù hệ thống cống ngăn triều hiệu quả, ngập lụt vẫn xảy ra khi mưa lớn và triều cao đồng thời.

3.2. Đánh giá rủi ro do ngập lụt tới kinh tế - xã hội lõi đô thị Cần Thơ

3.2.1. Xây dựng công cụ đánh giá rủi ro lũ lụt về kinh tế xã hội

Các chức năng của bộ công cụ bao gồm một loạt các phân tích, tự động hóa các thao tác phân tích không gian để đánh giá rủi ro về xã

hôi và rủi ro về kinh tế. Bộ công cụ được nghiên cứu sinh lập trình trên ngôn ngữ Python sử dụng các thư viện hàm dựng sẵn

Các công cụ bao gồm 2 nhóm công cụ trong đó 7 công cụ hỗ trợ tính toán rủi ro về mặt xã hội và 1 công cụ cho tính toán thiệt hại về mặt kinh tế.

3.2.2. Kết quả đánh giá rủi ro ngập và phân tích rủi ro ngập lụt đối với xã hội

3.2.2.1. Kết quả đánh giá Hiểm họa ngập

Bản đồ hiểm họa ngập lụt khu vực lõi đô thị được xây dựng từ bản đồ ngập toàn thành phố, theo công thức (2.1). Các kịch bản ngập 1%, 2%, 5%, 10% và 20% cho thấy mức độ và diện tích ngập tăng theo điều kiện biên khắc nghiệt. Khi điều kiện ít khắc nghiệt, lõi đô thị được bảo vệ tốt, nhưng nguy cơ ngập cao hơn ở vùng ngoại vi. Trong mưa cực đoan, một số khu vực lõi vẫn chịu hiểm họa ngập trung bình đến cao.

3.2.2.2. Kết quả đánh giá mức độ Phơi lộ

Dữ liệu phơi lộ cho thấy khu vực lõi đô thị Cần Thơ có mức độ phơi lộ rất cao, do đây là khu vực dân cư đông đúc, thương mại sầm uất và chứa nhiều cơ quan, công trình quan trọng. Phía Tây có mức độ phơi lộ thấp hơn do chủ yếu là đất nông nghiệp, giá trị kinh tế và xã hội thấp hơn.

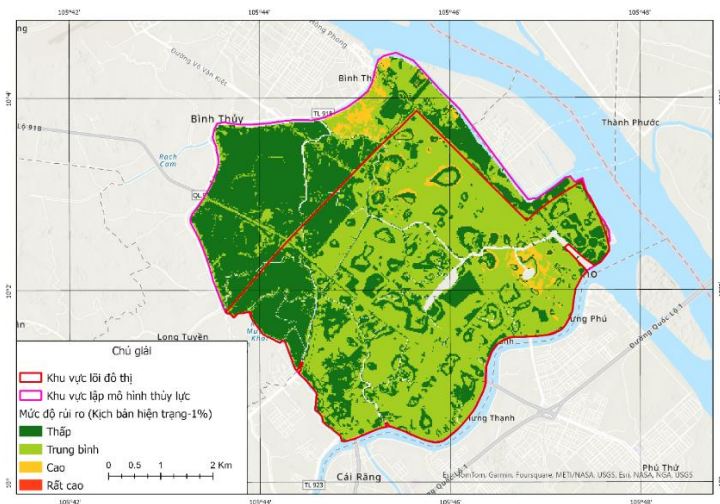
3.2.2.3. Kết quả đánh giá Tính dễ bị tổn thương

Dữ liệu tính dễ bị tổn thương được đánh giá dựa trên các chỉ số kinh tế, xã hội từ tài liệu niên giám thống kê và báo cáo của thành phố Cần Thơ. Kết quả cho thấy, các phường dọc đường Nguyễn Trãi, Cách Mạng Tháng 8 có tính dễ bị tổn thương cao, do dân cư phức tạp với tỷ

lệ người cao tuổi và trẻ em lớn.

3.2.2.4. Kết quả đánh giá rủi ro ngập lụt về xã hội

Bản đồ rủi ro xã hội tại lõi đô thị Cần Thơ cho thấy phường Tân An, An Phú và An Cư có rủi ro cao nhất do địa hình trũng, dân cư đông và hạ tầng dễ bị ngập. Các khu vực này thường xuyên chịu thiệt hại do ngập lụt. Một số phường ven sông Hậu ở quận Bình Thủy cũng có rủi ro từ trung bình đến rất cao, với diện tích chịu ảnh hưởng lên tới 6085 ha trong kịch bản 1%.



Hình 3.26. Rủi ro xã hội theo sự kiện 1% (100 năm/lần) tại khu vực nghiên cứu

3.2.3. Kết quả đánh giá rủi ro ngập lụt về kinh tế

Công cụ đánh giá thiệt hại kinh tế đã tạo ra bản đồ và thống kê thiệt hại cho lõi đô thị Cần Thơ. Phân bố thiệt hại cho thấy phần lớn khu vực chịu thiệt hại thấp, nhưng đất ở, cây lâu năm và cơ sở giáo

dục bị ảnh hưởng lớn. Tại quận Ninh Kiều, thiệt hại có thể vượt 600 triệu đồng trong kịch bản ngập 100 năm (1%). Quận Bình Thủy có thiệt hại dao động từ 143,5 triệu đến hơn 700 triệu đồng tùy theo kịch bản.

3.3. Kết quả đánh giá rủi ro ngập lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu

3.3.1. Kết quả đánh giá mức ngập tại các điều kiện biến đổi khí hậu

Mô hình hóa cho thấy biến đổi khí hậu làm tăng độ sâu ngập tại Cần Thơ dù diện tích ngập ít thay đổi đến năm 2030. Trong kịch bản 1% (tái diễn 100 năm), hệ thống thoát nước quá tải, gây ngập diện rộng khắp nội đô. Đến 2050, mức độ và diện ngập tăng rõ rệt. Kịch bản 2% và 5% cho thấy ngập lan từ phía Bắc giáp sông Hậu sang Tây và Nam. Kịch bản 20% (tái diễn 5 năm) ban đầu chỉ gây ngập ngoài khu vực bảo vệ, nhưng đến 2050, nước lũ xâm nhập cả vùng trũng ven sông Hậu.

3.3.2. Kết quả đánh giá hiểm họa ngập tại Lỗi đô thị Cần Thơ.

Hiểm họa ngập lụt tại Cần Thơ được đánh giá dựa trên mức độ và vận tốc ngập, với 10 bản đồ cho các kịch bản 1%, 2%, 5%, 10%, 20% vào năm 2030 và 2050. Kết quả cho thấy mức độ ngập tại lõi đô thị tăng dần, đặc biệt nghiêm trọng trong kịch bản 2050. Với kịch bản 1% (chu kỳ 100 năm), hệ thống chống ngập không đủ bảo vệ, gây ngập diện rộng, nhất là ở vùng trũng. Tuy nhiên, trong các kịch bản ít khắc nghiệt hơn, hệ thống vẫn phát huy hiệu quả.

3.3.3. Kết quả đánh giá thiệt hại kinh tế do ngập tại Lỗi đô thị Cần Thơ.

Đánh giá thiệt hại kinh tế do ngập lụt tại lõi đô thị Cần Thơ cho thấy mức tăng đáng kể giữa các kịch bản biến đổi khí hậu. Tại quận Bình Thủy, thiệt hại có thể tăng gấp đôi trong các kịch bản 1% và 2% so với hiện trạng, do địa hình trũng thấp và thiếu bảo vệ. Trong khi đó, quận Ninh Kiều có thiệt hại thấp ở kịch bản 2030 nhưng tăng cao vào 2050, khi hệ thống chống ngập không còn đáp ứng đủ, dù phần lớn diện tích nằm trong khu vực bảo vệ.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ nghiên cứu cho thấy, việc đánh giá rủi ro ngập lụt tại đô thị đã được nghiên cứu tương đối rộng trên thế giới và tại Việt Nam. Tại khu vực Cần Thơ, các nghiên cứu về rủi ro ngập lụt khá phong phú và đa dạng, từ đánh giá các thành phần rủi ro cho tới việc lượng giá một phần các thiệt hại kinh tế thông qua thống kê. Tuy nhiên, các nghiên cứu còn chưa hình thành khung đánh giá mang tính phổ qua và cũng chưa cho thấy khả năng lồng ghép đánh giá rủi ro với biến đổi khí hậu.

Nghiên cứu đã tiến hành xây dựng được khung đánh giá rủi ro ngập lụt đô thị, từ đó xây dựng công cụ đánh giá và áp dụng các công cụ này để xác định tác động của ngập lụt đô thị với kinh tế - xã hội của lõi đô thị Cần Thơ. Từ các kịch bản biến đổi khí hậu được cung cấp bởi Bộ Tài Nguyên – Môi trường, các kịch bản đầu vào BĐKH cho 2 giai đoạn 2030 và 2050 được xây dựng, nghiên cứu đã đưa các tham số này vào công cụ đánh giá rủi ro và dự báo được các tác động của BĐKH tới kinh tế - xã hội trong tương lai.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc đánh giá rủi ro thiên tai nói chung và rủi ro do ngập lụt nói riêng là rất phức tạp, đòi hỏi nhiều

tham số. Việc đưa ra khung đánh giá rủi ro ngập lụt dựa vào kỹ thuật GIS là phù hợp Công nghệ GIS có thể hỗ trợ việc đánh giá rủi ro do ngập lụt ở mức độ chi tiết cao, trực quan. Các kết quả đánh giá có thể được dùng trong việc xây dựng, vận hành các biện pháp chống ngập cho khu vực nghiên cứu.

Mô hình hóa ngập lụt kết hợp GIS trong đánh giá rủi ro ngập lụt mang lại hiệu quả cao, kết quả phục vụ tốt quá trình vận hành hệ thống chống ngập của thành phố. Bên cạnh đó, bộ công cụ đã hỗ trợ đánh giá rủi ro định tính và định lượng một cách có hiệu quả, nhanh chóng và có độ tin cậy cao.

Bên cạnh đó, quy trình và khung đánh giá rủi ro ngập lụt dựa vào công nghệ GIS cũng đòi hỏi rất nhiều các thao tác kỹ thuật phức tạp và mang tính lặp lại cao, do vậy việc phát triển công cụ đánh giá tự động hoặc bán tự động là cần thiết để có thể liên tục cập nhật đánh giá tùy theo các diễn biến của ngập lụt và sự thay đổi của thành phố.

Bản đồ ngập lụt đô thị của Cần Thơ cho thấy, ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu và thủy triều là rất cao đối với hiện trạng ngập lụt của Cần Thơ. Tác động của các điều kiện khác như sụt lún đất hoặc nước biển dâng trên thực tế là khó quan trắc được. Bên cạnh đó, mô hình hóa cũng cho thấy, hệ thống chống ngập của Cần Thơ khi được vận hành đã đem lại kết quả khá tốt, hạn chế được một trong những nguyên nhân chính của ngập lụt đô thị tại đây là triều cường. Tuy nhiên, hệ thống này chưa có các phương án xử lý để hạn chế tác động của lượng mưa, từ mô hình hiện trạng cho thấy, việc đầu tư thêm các phương tiện bơm cưỡng bức đẩy nước khỏi các kênh rạch mương máng nhằm triệt để loại bỏ các tác động từ lượng mưa.

Kết quả của nghiên cứu đã cho thấy sự tác động lớn của biến đổi khí hậu tới rủi ro thiên tai ngập lụt lõi đô thị của thành phố Cần

Thơ. Với kịch bản thấp nhất, mức nước ngập và diện ngập ở tại thời điểm 2030 và 2050 đều tăng lên đáng kể. Như vậy, hệ thống chống ngập của Cần Thơ còn nhiều việc phải làm để đảm bảo đối phó được với các tác động này.

Việc xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu và đưa vào thành các điều kiện đầu vào của mô hình thủy lực cho phép mô phỏng, dự báo các sự kiện có thể diễn ra do tác động của BĐKH. Khả năng lượng hóa một cách chi tiết của mô hình thủy lực cho phép lập bản đồ đầy đủ về các tác động của BĐKH cũng như phân tích xa hơn về rủi ro ngập lụt trong khu vực nội đô của thành phố Cần Thơ.

Kết quả phân tích của 2 kịch bản biến đổi khí hậu 2050 (RCP 4.5 và 8.5) cho thấy tác động của biến đổi khí hậu tới rủi ro ngập lụt về kinh tế và xã hội là rất rõ ràng. Phần diện tích nằm trong khu vực hệ thống chống ngập bảo vệ vẫn có khả năng chịu rủi ro ở mức độ cao đối với điều kiện kịch bản mưa 100 năm hoặc 50 năm xảy ra một lần. Khu vực nằm ngoài hệ thống bảo vệ chịu ảnh hưởng rất lớn của BĐKH, phần lớn diện tích sẽ chịu mức độ rủi ro cao trong tương lai. Như vậy, đối với kịch bản BĐKH 2050, mục tiêu phát triển bền vững về “Ứng phó kịp thời, hiệu quả với biến đổi khí hậu và thiên tai” có thể sẽ không đảm bảo được. Từ thời điểm này đến giai đoạn 2050, thành phố Cần Thơ cần đánh giá chi tiết và xây dựng phương án ứng phó kịp thời.

2. Kiến nghị

Mô hình hóa ngập lụt được sử dụng nhiều trên thế giới, cũng như trong nước, việc áp dụng mô hình hóa đối với đánh giá hiện trạng ngập lụt ở lõi đô thị Cần Thơ cho kết quả khả quan, các kết quả này có thể được ứng dụng trong các công tác chống ngập trong hiện tại và

tương lai.

Từ kết quả đánh giá rủi ro xã hội của ngập lụt đối với lõi đô thị và so sánh với các khu vực đô thị nhỏ nằm ngoài lõi đô thị như các thị trấn, khu Cái Răng cho thấy việc xây dựng các công trình phòng chống ngập lụt như hệ thống tường ngăn triều đã làm giảm nhẹ rất nhiều rủi ro có thể xảy ra đối với các đối tượng kinh tế, xã hội trong khu vực được bảo vệ.

Các kết quả đánh giá rủi ro ngập lụt tại khu vực nội đô thành phố Cần Thơ hoàn toàn có thể được sử dụng trong công tác quy hoạch đô thị, xây dựng các biện pháp, chiến lược nhằm giảm nhẹ tác động của BĐKH trong tương lai.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ CÓ LIÊN QUAN TỚI LUẬN ÁN

1. Anh Quan DUONG, Thao Phuong Thi DO, Van Anh TRUONG, 2024. *Application of Open building footprints data in flood impact assessment, a case study of Can Tho Province*; Journal of the Polish Mineral Engineering Society(Inżynieria Mineralna).
2. Trương Văn Anh, Dương Anh Quân*, , Bùi Ngọc Quý, Phạm Văn Hiệp, Nguyễn Danh Đức, Trương Xuân Quang, Trần Thị Mai Anh, 2021, *The advantage of using satellite data together with the hydraulic model in flood hazard assessment: A case study in Ca River downstream, Vietnam* Journal of Hydrometeorology