

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

Trần Duy Hiền

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ
TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
ĐẾN MỘT SỐ LĨNH VỰC KINH TẾ - XÃ HỘI
CHO THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Chuyên ngành: KHÍ TƯỢNG VÀ KHÍ HẬU HỌC
Mã số: 62440222

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

Hà Nội - 2016

Công trình được hoàn thành tại
**VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN
VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. Trần Hồng Thái
2. PGS.TS. Trần Quang Đức

Phản biện 1:.....
.....

Phản biện 2:.....
.....

Phản biện 3:.....
.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện
họp tại:.....

.....
vào hồi giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư Viện Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi
khí hậu

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Việt Nam được đánh giá là một trong số ít quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề của biến đổi khí hậu (BĐKH). Trong đó, thành phố Đà Nẵng nằm ở khu vực miền Trung Việt Nam, đây là khu vực điển hình ven biển, có đầy đủ các thành phần kinh tế xã hội hoạt động và có nhiều nguy cơ do tác động của BĐKH và NBD.

Mặt khác có thể thấy tác động của BĐKH đến điều kiện tự nhiên, môi trường và kinh tế xã hội (KT-XH) ngày càng rõ rệt. Điều đó đặt ra một nhiệm vụ quan trọng là phải hoàn thiện phương pháp nghiên cứu (Bộ mô hình khung) đánh giá tác động của BĐKH tới hệ thống tự nhiên xã hội, xác định và đánh giá tính dễ tổn thương do BĐKH để phục vụ việc lập kế hoạch thích ứng. Do đó, nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài nghiên cứu “Nghiên cứu, xây dựng mô hình đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến một số lĩnh vực kinh tế xã hội cho Thành phố Đà Nẵng”.

2. Mục tiêu nghiên cứu và điểm mới

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

+ Xây dựng được mô hình đánh giá tác động và mức độ dễ bị tổn thương do tác động của BĐKH cho TP Đà Nẵng;

+ Định lượng được các tác động chính và mức độ dễ bị tổn thương do BĐKH và NBD đến một số lĩnh vực KT-XH cho TP Đà Nẵng.

2.2. Điểm mới

+ Định lượng được tác động của BĐKH đến một số lĩnh vực: ngập lụt trong nông nghiệp, công nghiệp, giao thông vận tải; biến đổi năng suất và thời gian sinh trưởng của lúa, ngô trong sản xuất nông nghiệp;

+ Định lượng được mức độ dễ tổn thương đến các lĩnh vực trên.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận án là một số yếu tố khí hậu và các thiên tai chính (nhiệt, mưa, ngập lụt, xâm nhập mặn) và các lĩnh vực chịu tác động của BĐKH, bao gồm: tài nguyên nước, nông nghiệp, công nghiệp, đô thị, giao thông và một số lĩnh vực kinh tế xã hội khác.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

3.2.1. Phạm vi thời gian: Luận án được tiến hành từ 2012 đến 2015;

3.2.2. Phạm vi không gian: Thành phố Đà Nẵng;

4. Cấu trúc của luận án

Phần mở đầu: Tính cấp thiết của luận án, Mục tiêu, Đối tượng, Phạm vi nghiên cứu

Chương 1: Tổng quan các nghiên cứu về tác động của biến đổi khí hậu đến các ngành, lĩnh vực KT-XH và tính dễ bị tổn thương;

Chương 2: Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và tính dễ bị tổn thương;

Chương 3: Đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng do tác động của biến đổi khí hậu.

Kết luận và khuyến nghị

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH ĐẾN CÁC NGÀNH, LĨNH VỰC VÀ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG

1.1. Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH

Hiện nay trên thế giới đã có rất nhiều các nghiên cứu có từ rất lâu về đánh giá tác động của BĐKH. Các công trình nghiên cứu có quy mô lớn nhỏ khác nhau và tập trung vào tất cả các lĩnh vực kinh tế xã hội và môi trường. Các lĩnh vực được quan tâm đánh giá nhiều nhất bao gồm: nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy sản, sức khỏe con

người, môi trường, tài nguyên nước, năng lượng, công nghiệp,...

Ở Việt Nam cũng có nhiều nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH và NBD đến các lĩnh vực KT-XH và các địa phương. Những nghiên cứu này do các cơ quan nhà nước, các viện nghiên cứu, tổ chức thuộc Liên hiệp hội Khoa học của Việt Nam, các tổ chức quốc tế và các tổ chức phi chính phủ thực hiện với các mức độ khác nhau.

Những nghiên cứu khởi đầu tập trung vào nhận thức về BĐKH và phân tích xu thế biến đổi khí hậu dựa theo các tài liệu số liệu quan trắc trong lịch sử. Những nghiên cứu về sau đã đi sâu vào đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành nghề kinh tế xã hội cũng như các lĩnh vực tự nhiên khác nhau và địa phương khác nhau. Ngoài ra một số nghiên cứu cũng đã đề xuất ra các biện pháp thích ứng với BĐKH cho từng khu vực lĩnh vực cụ thể.

1.2. Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương

Về các nghiên cứu trên thế giới:

+ Có nhiều cách tiếp cận khác nhau đã được đề xuất và phát triển để đánh giá tính dễ bị tổn thương do BĐKH dựa các mối nguy hiểm đến an ninh lương thực, người nghèo, sinh kế bền vững và các lĩnh vực liên quan và một số phương pháp tiếp cận khác theo IPCC để định lượng dễ tính bị tổn thương trong cộng đồng.

+ 4 phần chính trong nghiên cứu về BĐKH: 1) mô hình khái niệm và khung lý thuyết cho sự hiểu biết về tính dễ bị tổn thương với các ứng dụng cụ thể của những mô hình; 2) đánh giá tính dễ tổn thương; 3) thước đo tính dễ bị tổn thương và xây dựng các chỉ số; 4) số liệu dễ bị tổn thương và bản đồ.

+ Không có phương pháp duy nhất phù hợp cho tất cả các khu vực, mỗi phương pháp cần phải được hướng dẫn bởi nhu cầu thông tin cụ thể và phù hợp với khu vực hiện tại, các khuôn khổ kế hoạch

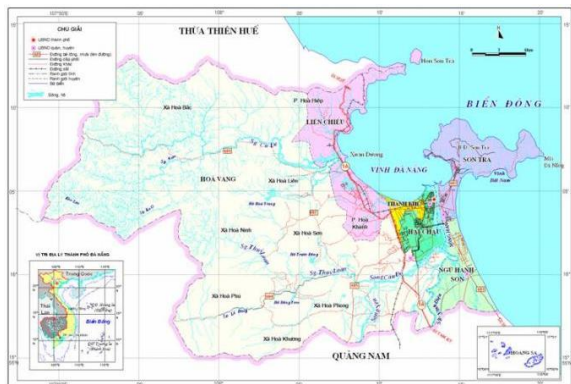
và chu kỳ, nguồn nhân lực, và các dữ liệu có sẵn.

+ Có nhiều phương pháp và công cụ nhưng rất ít phương pháp xác định tính dễ bị tổn thương có thể áp dụng nhiều vùng khác nhau.

Ở Việt Nam, từ những năm 2000 cũng đã có những nhà nghiên cứu, ứng dụng lý thuyết và phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương trong các ngành khác nhau. Các nhà nghiên cứu sử dụng phương pháp dựa vào cộng đồng, dựa vào các kịch bản, phương pháp tiếp cận từ trên xuống để nghiên cứu tính dễ bị tổn thương và năng lực thích ứng với BĐKH. Các nghiên cứu cũng đưa ra các bản đồ tổn thương, mức độ dễ bị tổn thương do BĐKH và NBD đồng thời tạo cơ sở cho việc đánh giá tổng quan nguy cơ tác động của BĐKH và NBD đến các đối tượng. Tuy nhiên, nghiên cứu đánh giá tổn thương do trong nước còn lẻ tẻ và chưa thống nhất, chưa có những nghiên cứu chuyên sâu đánh giá toàn diện tác động của BĐKH đến tất cả các lĩnh vực tự nhiên và KT – XH. Hiện nay các phương pháp được sử dụng trong các nghiên cứu còn hạn chế do chưa định lượng được mức độ tổn thương tới các lĩnh vực như cơ sở hạ tầng, nông nghiệp, công nghiệp, sinh kế... song đã tạo cơ sở xác định các yếu tố mang tính quyết định trong quá trình đánh giá tính dễ bị tổn thương.

1.3. Sơ lược về điều kiện tự nhiên của Thành phố Đà Nẵng

TP Đà Nẵng là một trong những đô thị trọng điểm ven biển Việt Nam, có diện tích tự nhiên là 1.255,53 km², trong



Hình 1.1. Bản đồ hành chính thành phố Đà Nẵng

đó phần đất liền là 950km², chiếm 0.38% diện tích cả nước. TP nằm ở miền Trung Việt Nam, ở trung độ của trục giao thông Bắc - Nam về đường bộ, đường sắt, đường biển và hàng không và là cửa ngõ ra biển của Tây Nguyên, các nước Lào, Campuchia, Thái Lan ra các nước vùng Đông Bắc Á, Đà Nẵng có vị trí địa chiến lược trong giao thương quốc gia và khu vực

TP Đà Nẵng có 6 quận, 2 huyện (có 1 huyện đảo Hoàng Sa) với tổng số 56 xã, phường (trong khuôn khổ nghiên cứu của luận án chỉ tập trung vào khu vực trong đất liền). Thành phố có địa hình tương đối đa dạng, với đèo, núi ở phía Bắc, phía Tây Nam và biển, đảo ở phía Đông, có khí hậu nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, là nơi chuyển tiếp giữa khí hậu miền Bắc và khí hậu miền Nam và mạng lưới sông phức tạp, các sông chủ yếu thuộc hạ lưu hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn và đều mang đặc tính chung của các sông vùng duyên hải miền Trung là ngắn, dốc, dao động mực nước và lưu lượng lớn, nghèo phù sa. Mùa mưa, nước sông lên cao nhanh gây lũ lụt cho vùng hạ lưu, nhưng thời gian lũ ngắn chỉ kéo dài trong vài ngày. Ngoài ra, trong khu vực còn có sông Cu Đê ở phía bắc. Các nghiên cứu về sông này còn hạn chế. Mùa khô, nước sông thấp, vùng cửa sông bị ảnh hưởng mặn kéo dài khoảng 1 tháng.

Dân cư phân bố không đồng đều giữa các vùng, tập trung ở đô thị ven biển với mật độ cao 3.457 người/km² cao gấp 20 lần khu vực nông thôn. Tổng sản phẩm trong nước (GDP) trên địa bàn năm 2012 là 46.368,6 tỷ đồng và hiện nay Đà Nẵng có chỉ số năng lực cạnh tranh đứng đầu cả nước. Trong những năm gần đây, Đà Nẵng đã tích cực đầu tư xây dựng cơ sở hạ tầng, cải thiện môi trường, nâng cao an sinh xã hội và được coi là "thành phố đáng sống" của Việt Nam.

Kết hợp với kịch bản ĐKKH&NBD do Bộ TN&MT công bố

năm 2012 cho thấy Đà Nẵng là khu vực điển hình ven biển, có đầy đủ các thành phần kinh tế xã hội hoạt động và có nhiều nguy cơ do tác động của BĐKH và NBD.

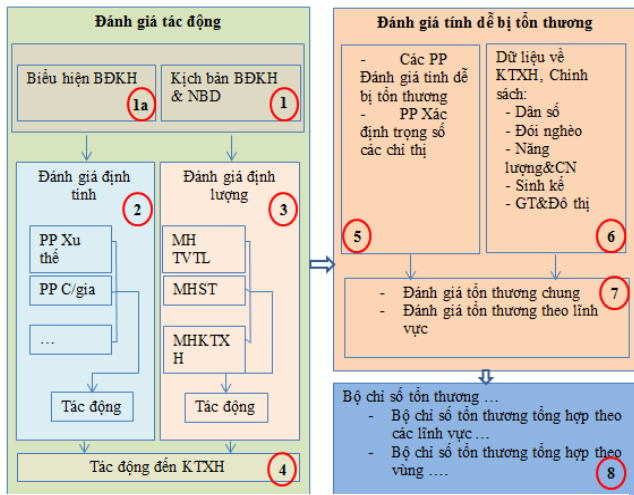
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG

2.1. Mô hình đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương

Việc đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng được thực hiện theo các bước:

+ Phân tích xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng cực đoan dựa trên kịch bản BĐKH và NBD do Bộ Tài nguyên và Môi trường cập nhật và công bố năm 2012.

+ Đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành lĩnh vực của TP Đà Nẵng. Việc đánh giá sẽ bao gồm đánh giá định tính và định lượng tùy vào nguồn số liệu ngành lĩnh vực được đánh giá. Dựa trên



Hình 2.1 Mô hình khung trình tự đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương

đặc điểm TP ven biển Đà Nẵng thường xuyên chịu tác động bởi ngập lụt và xâm nhập mặn, nên các ngành, lĩnh vực được đánh giá định lượng cũng dựa trên xây dựng các kịch bản BĐKH về ngập lụt và

xâm nhập mặn. Ngoài ra, nông nghiệp cũng là ngành có nhiều tác động đến các lĩnh vực kinh tế xã hội khác nên cũng được nghiên cứu sinh tập trung đánh giá trong luận án. Các lĩnh vực ít bị tác động, hoặc khó xác định do không đủ dữ liệu như lâm nghiệp, y tế, giáo dục, ... sẽ được đánh giá một cách định tính để làm dữ liệu tham khảo cho bước đánh giá tính dễ bị tổn thương.

+ Đánh giá tính dễ bị tổn thương dựa trên các phân tích yếu tố khí tượng cực đoan và các đánh giá tác động đến các ngành lĩnh vực theo kịch bản BĐKH kết hợp với các kế hoạch, quy hoạch phát triển kinh tế xã hội của các ngành nghề tương ứng.

Từ phân tích trên nghiên cứu sinh đã đưa ra mô hình khung trình tự đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương do BĐKH và NBD cho thành phố Đà Nẵng theo Hình 2.1.

2.2. Phương pháp nghiên cứu BĐKH

Phương pháp nghiên cứu BĐKH ở đây được hiểu là phương pháp đánh giá biểu hiện của BĐKH. Trong luận án sẽ xác định biểu hiện của BĐKH thông qua việc xác định xu thế mà mức độ biến đổi của các yếu tố khí hậu. Việc xác định được thực hiện thông qua hai đặc trưng thống kê là Độ lệch tiêu chuẩn (S) và Biến suất (Sr):

Tốc độ biến đổi theo thời gian được xác định theo phương pháp phân tích xu thế. Yếu tố x và thời gian t được xác định dưới dạng phương trình tuyến tính

Trên cơ sở các chỉ số cực đoan khí hậu do Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) công bố năm 2010 trong tài liệu “Hướng dẫn phân tích cực đoan trong BĐKH nhằm cung cấp thông tin phục vụ thích ứng” nghiên cứu sinh lựa chọn một số chỉ số cực đoan khí hậu để phân tích đánh giá bao gồm (1) Nhiệt độ tối cao tuyệt đối, (2) Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối (Tnn); (3) Số ngày nắng ; (4) Số ngày nắng nóng gay gắt; (5)

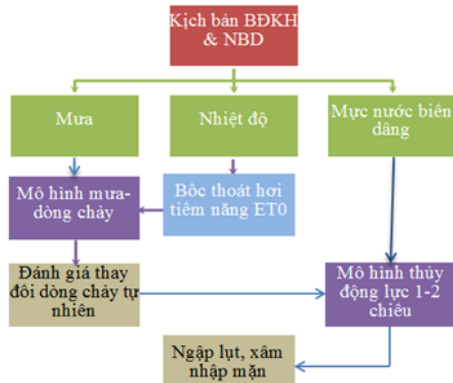
Số ngày lạnh; (5) Số ngày rét đậm; (6) Số ngày mưa lớn; (7) Số ngày mưa rất lớn.

2.3. Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu

Luận án đã kết hợp sử dụng nhiều phương pháp cùng lúc để phân tích đánh giá tác động của BĐKH và NBD. Kết quả nổi bật trong luận án sử dụng kết hợp nhiều mô hình toán để xây dựng kịch bản ngập lụt, xâm nhập mặn cho thành phố Đà Nẵng; ngoài ra còn sử dụng mô hình để tính toán biến đổi về năng suất và thời gian sinh trưởng của một số loại cây nông nghiệp cho thành phố Đà Nẵng

2.3.1 Phương pháp xây dựng kịch bản ngập lụt do tác động của BĐKH & NBD cho TP Đà Nẵng

Dựa đặc điểm mạng lưới sông suối, tài liệu địa hình và số liệu khí tượng thủy văn, việc đánh giá tác động của BĐKH & NBD đến ngập lụt của TP Đà Nẵng được thực hiện theo sơ đồ trong Hình 2.2. Trong đó luận án đã sử dụng mô hình mưa – dòng chảy NAM để đánh giá thay đổi



Hình 2.2. Sơ đồ khối đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt và xâm nhập mặn

dòng chảy tự nhiên và mô hình thủy động lực MIKE để tính toán ngập lụt, xâm nhập mặn. Ngoài ra có kết hợp với các phần mềm viễn thám và GIS để thể hiện kết quả ngập lụt và xâm nhập mặn

Mô hình Nam mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy cho hai lưu vực sông Thành Mỹ và Nông Sơn. Dữ liệu đầu vào bao gồm: số liệu khí tượng của các trạm Thành Mỹ, Khâm Đức, Hiên, Nông Sơn, Sơn Tân,

Trà My, Tiên Phước, Quế Sơn, Tam Kỳ, Đà Nẵng và số liệu thủy văn của hai trạm Nông Sơn và Thành Mỹ để kiểm tra. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm các tham số của mô hình được đánh giá thông qua chỉ số NASH cho thấy đều ở mức tốt. Do đó, có thể sử dụng bộ tham số này phục vụ mô phỏng các kịch bản dòng chảy do BĐKH trong các thời kỳ tương lai.

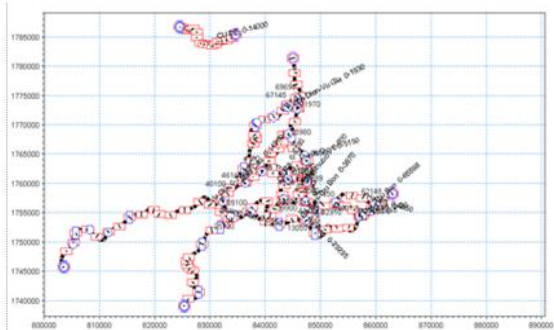
Bảng 2.1 Bộ thông số và kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình NAM

Trạm	F (km ²)	Thông số									Nash	
		U_{max}	L_{max}	C_{QOF}	CK_{IF}	$CK_{1,2}$	T_{OF}	T_{IF}	TG	CK_{BF}	HC	KĐ
Nông Sơn	3155	14	131	0,544	580,1	33,1	0,648	0,16	0,117	1048	0,84	0,85
Thành Mỹ	1850	10,2	102	0,497	747	23,6	0,725	0,235	0,0145	1382	0,80	0,87

Mô hình Mike 11 trong luận án dùng để mô phỏng thủy lực cho dòng chính sông Vu Gia và Thu Bồn, bắt đầu từ Nông Sơn và Thành Mỹ và các phụ lưu chính của vùng trung, hạ du trong lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Biên trên mô hình không chế bởi hai trạm thủy văn Thành Mỹ và Nông Sơn, biên dưới là

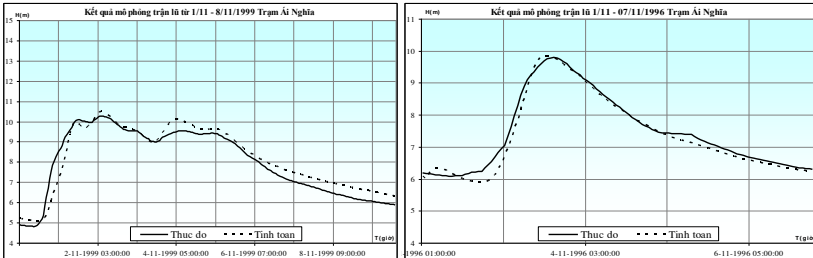
quá trình mực nước tại Cửa Hàn, cửa Đại và cửa Nam Ô. Trong bước hiệu chỉnh và kiểm định biên dưới được lấy từ chuỗi số liệu thực đo (đối với Sơn Trà) và diễn toán theo hằng số điều hòa (Thu Bồn). Với các kịch bản có tính đến ảnh hưởng của BĐKH thì biên dưới được lấy theo kết quả mô phỏng về kịch bản nước biển dâng.



Hình 2.3. Mạng thủy lực mùa lũ sông Vu Gia-Thu Bồn- Cu Đê xây dựng trong mô hình Mike 11

Bảng 2.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mực nước tại các trạm thủy văn

Trạm	Sông	Hiệu chỉnh (31/10-11/11/99)			Kiểm định (01/11-07/11/96)		
		H_{tdmax}	H_{ttmax}	Sai số	H_{tdmax}	H_{ttmax}	Sai số
Ái Nghĩa	Vu Gia	10,27	10,390	0,120	9,78	9,88	0,1
Cầm Lệ	Vu Gia	3,77	3,695	0,075	2,28	2,46	0,18
Câu Lô	Thu Bồn	5,23	5,364	0,134	4,44	4,60	0,16
Hội An	Hội An	3,21	3,187	0,023	2,57	2,34	0,23



Hình 2.4 Kết quả hiệu chỉnh kiểm định quá trình mực nước tại trạm Ái Nghĩa

Kết quả tính toán cho thấy, sai số giữa mực nước thực đo và tính toán với bộ thông số của mô hình khá nhỏ, chấp nhận được. Như vậy, mô hình thủy lực có tin cậy để áp dụng mô phỏng ngập lụt do BDKH & NBD cho TP Đà Nẵng.

2.3.2 Phương pháp đánh giá tác động của BDKH đến cây trồng

Luận án sử dụng mô hình hệ thống hỗ trợ và ra quyết định chuyên giao kỹ thuật nông nghiệp (DSSAT). Đây là một bộ phần mềm tích hợp tác động của thổ nhưỡng, kiểu hình, kiểu gen cây trồng, thời tiết và biện pháp kỹ thuật canh tác, đã và đang được áp dụng rộng rãi trên nhiều quốc gia trong sản xuất nông nghiệp.

Dữ liệu đầu vào bao gồm điều kiện khí hậu giai đoạn 2008 – 2012, kịch bản biến đổi khí hậu trung bình (B2) giai đoạn 2020 – 2100 tại trạm Đà Nẵng, vật hậu (giống lúa HT1, giống ngô LVN25) và tình hình sản xuất nông nghiệp, đất trồng khu vực nghiên cứu được thu thập và xử lý để thực hiện tham số hoá, mô phỏng đánh giá tác động

của biến đổi khí hậu đến năng suất và thời gian sinh trưởng của lúa và ngô tại Đà Nẵng.

Các hệ số gen của cây trồng (giống lúa HT1, giống ngô LVN25) được hiệu chỉnh, kiểm nghiệm cho khu vực nghiên cứu trước khi tiến hành mô phỏng. Trên quan điểm giả thiết giống ngô, lúa trong tương lai không thay đổi, các biện pháp kỹ thuật không được cải tiến.... Thời vụ gieo trồng ngô chính là vụ Hè – Thu, gieo trồng lúa là vụ Đông – Xuân và Hè – Thu, sử dụng năng suất ngô, lúa thực tế của địa phương năm 2012 để so sánh mức thay đổi năng suất ngô, lúa trong tương lai

2.4. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương

2.4.1 Lựa chọn phương pháp xây dựng chỉ số nguy cơ tổn thương

Luận án đề xuất một phương pháp tính toán chỉ số tổn thương dựa trên cách tiếp cận chung được IPCC đề xuất. Phương pháp này được chấp nhận để đánh giá tổn thương cho hệ thống tự nhiên nhưng đồng thời kết hợp với cách tiếp cận dựa trên rủi ro để đánh giá các tác động của thiên tai (như lũ lụt, ngập lụt và nước biển dâng) đến các hệ thống xã hội của con người. Sau đó, phân tích và đánh giá chỉ số dễ tổn thương để đưa ra các biện pháp ứng phó theo từng lĩnh vực cho từng khu vực cụ thể.

Việc tiến hành xây dựng tính toán chỉ số tổn thương theo phương pháp trên cho Đà Nẵng. Thông qua đánh giá chung về các đặc trưng của các yếu tố thời tiết do BĐKH bao gồm: sự thay đổi của nhiệt độ và lượng mưa; mực nước biển dâng, và các dạng thiên tai khác đặc biệt là ngập lụt và xâm mặn. Từ đó, kết hợp các thông tin cần đánh giá để tính toán xây dựng bộ chỉ số dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng.

2.4.2 Phương pháp xây dựng bộ chỉ số tổn thương cho TP Đà Nẵng

❖ Lựa chọn vùng

Vùng được lựa chọn theo địa danh hành chính đó chính là các

quận/ huyện của TP Đà Nẵng, không tính huyện Đảo Hoàng Sa thì các vùng lựa chọn bao gồm 6 quận (Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, Ngũ Hành Sơn, Liên Chiểu, Cẩm Lệ) và huyện Hòa Vang. Việc lựa chọn này sẽ tạo điều kiện trong xác định các tham số và ứng dụng kết quả trong các quy hoạch kế hoạch của Đà Nẵng.

❖ *Thiết lập tham số*

Luận án tập trung vào 3 lĩnh vực: (1) các vấn đề xã hội (dân số, đói nghèo và sinh kế), (2) công nghiệp và năng lượng; (3) giao thông và đô thị.

Giai đoạn đầu tiên sẽ đánh giá các hệ thống riêng biệt, cả tự nhiên và xã hội có độ phơi lộ như thế nào với các nguy cơ và tác động của BĐKH. Mỗi lĩnh vực được lựa chọn của các quận/huyện để đánh giá như là một hàm của tính dễ bị tổn thương theo các chỉ số, sau đó tính toán “mức độ phơi lộ tương quan nền” trung bình của mỗi quận/huyện. Trong giai đoạn thứ hai của đánh giá, các quận/huyện được xếp hạng theo “mức độ nhạy cảm tương ứng” đối với các dự báo nguy cơ trong tương lai được tạo ra từ mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng. Tăng trưởng dân số có thể dùng để dự báo thay đổi trong các chỉ số độ nhạy. Và kết quả của các mô hình khí hậu chỉ ra phơi lộ trong tương lai với BĐKH có thể dùng để dự báo thay đổi về các chỉ số nguy cơ. Theo đó, vùng ảnh hưởng bởi mỗi mối nguy có thể dùng để ước tính số người dự báo sẽ bị ảnh hưởng. Các bản đồ nguy cơ lũ lụt, ngập lụt đến năm 2030, 2050, 2070 và 2100 được sử dụng để dự báo tính dễ bị tổn thương với các điều kiện trong tương lai. Kết quả tác động của BĐKH đến năng suất và thời gian sinh trưởng sẽ được sử dụng để tính toán các tham số tương lai của nông nghiệp.

❖ *Chuẩn hóa tham số*

Luận án đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con

người (HDI) của UNDP để chuẩn hóa, đưa các tham số khoảng (0-1)

❖ *Xác định trọng số và tính chỉ số dễ bị tổn thương*

Phương pháp trong số không bằng nhau của Iyengar & Sudarshan được sử dụng để xác định trọng số và tính dễ bị tổn thương. Mỗi lĩnh vực sẽ được xác định dựa trên 3 nhân tố:

(1) Nhóm nhân tố tác động (E): Gồm các loại thiên tai như bão, ngập lụt, xâm nhập mặn, hạn hán ... và sự thay đổi một số yếu tố khi hậu cực trị như nhiệt độ tối cao, tối thấp, mưa lớn....

(2) Nhóm các nhân tố thể hiện mức độ nhạy cảm, dễ thay đổi do BĐKH (S), bao gồm các yếu tố như diện tích bị ngập, bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn, số dân bị ảnh hưởng, năng suất và sản lượng lúa và một số hoa màu chính (ngô, lạc, đậu,...) diện tích đất nông nghiệp, số lượng gia súc, gia cầm,...

(3) Nhóm các nhân tố thể hiện khả năng thích ứng đối với tác động của BĐKH (A), bao gồm cơ sở hạ tầng như độ dài đường giao thông, số nhà kiên cố, số lượng trang thiết bị, mạng lưới điện, giao thông, nhân lực,...

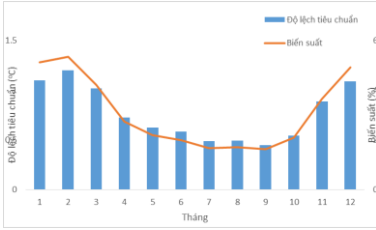
CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG VÀ TÍNH DỄ TỔN THƯƠNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG CHO THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

3.1. Đánh giá biểu hiện BĐKH tại thành phố Đà Nẵng

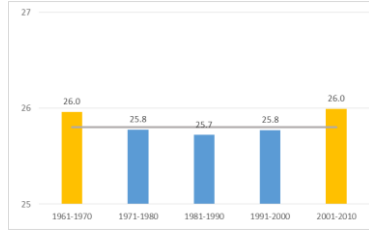
Số liệu được sử dụng bao gồm nhiệt độ, lượng mưa trạm Đà Nẵng giai đoạn 1961-2010 Qua phân tích số liệu cho thấy:

Nhiệt độ trung bình năm tại trạm Đà Nẵng có xu thế tăng nhẹ, biến động của nhiệt độ tháng hàng năm có tính ổn định, cao nhất vào tháng mùa đông, thấp nhất vào tháng mùa hè (Hình 3.1), mức độ biến đổi và xu thế biến động của nhiệt độ trong các tháng là khác nhau. Đối với tháng chính đông (tháng I), nhiệt độ có xu thế tăng nhẹ, chỉ số Sr lại có xu thế giảm, ngược lại, nhiệt độ tháng chính hè (tháng VII) có

xu thế giảm và hệ số Sr có xu thế tăng cao hơn trong 20 năm gần đây. Điều này cho thấy, tính biến động thất thường của nhiệt độ ở khu vực Đà Nẵng có xu thế gia tăng đối với nhiệt độ các tháng mùa hè; ngược lại, ổn định hơn vào các tháng mùa đông.



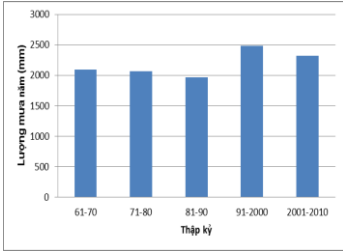
Hình 3.1. Độ lệch tiêu chuẩn (S) và biến suất (Sr) của nhiệt độ thời kỳ 1961-2010



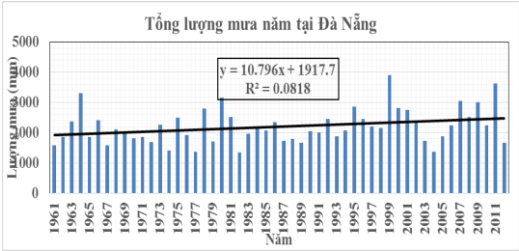
Hình 3.2. Đặc trưng nhiệt độ trung bình năm các thập kỷ

Nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm (Txx) có xu thế giảm nhẹ, số ngày nóng, số ngày nắng nóng (SU35) và số ngày nắng nóng gay gắt (SU37) cũng có xu thế giảm nhẹ. Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối (Tnn) có xu thế tăng nhưng tính ổn định lại không cao.

Lượng mưa năm cũng biến đổi từ thập kỷ này qua các thập kỷ khác. Trong thời kỳ nghiên cứu 1961-2010, trong hai thập kỷ gần đây lượng mưa năm ở Đà Nẵng lớn hơn các thập kỷ trước (Hình 3.3). Lượng mưa năm ở Đà Nẵng có xu thế tăng, mùa hè (tháng VII), mùa đông (tháng I) có xu thế giảm, và xu thế tăng trong mùa xuân (IV) và mùa thu (tháng X). Số ngày mưa lớn năm có xu thế tăng, lượng mưa một ngày lớn nhất lại có xu thế giảm trong khi lượng mưa năm ngày lớn nhất có xu thế tăng.



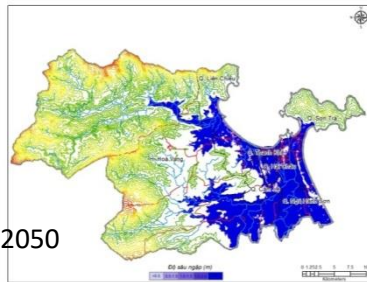
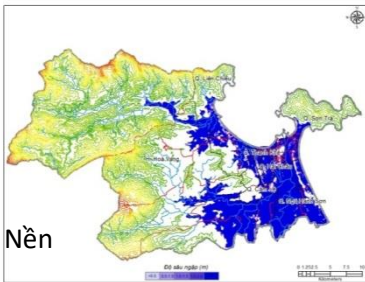
Hình 3.3. Lượng mưa trung bình trong các thập kỷ



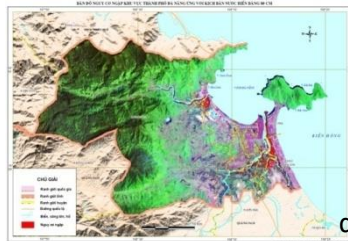
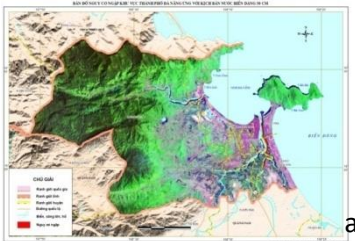
Hình 3.4. Xu thế biến đổi của lượng mưa mùa mưa

3.2. Đánh giá tác động của BĐKH và NBD đến một số ngành lĩnh vực của TP Đà Nẵng

Dựa theo các phương pháp đánh giá tác động tài nguyên nước được trình bày ở chương 2 luận án đã đánh giá chi tiết nguy cơ ngập lụt theo trong các thời kỳ, từng cấp ngập và đưa ra ranh giới xâm nhập mặn 1‰ và 4‰ cho Đà Nẵng theo KB pháp thải trung bình B2.

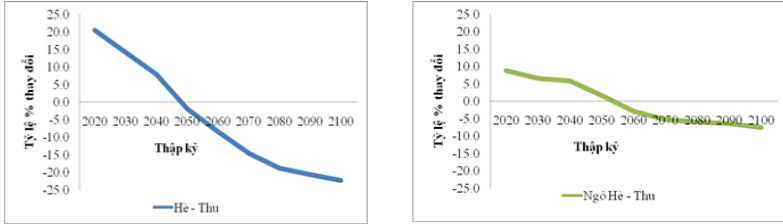


Hình 3.5. Bản đồ nguy cơ ngập lụt do BĐKH & NBD trong các thời kỳ



Hình 3.6. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với các cấp mực NBD a-50cm; d-80cm

tại Đà Nẵng có kết quả như sau:



Hình 3.8. Mức thay đổi năng suất lúa vụ Đông – Xuân (a) và ngô (b) trong tương lai so với năng suất lúa thực tế năm 2012 của Đà Nẵng

Năng suất lúa vụ Đông – Xuân tính trung bình từ mỗi thập kỷ trong giai đoạn 2020 – 2100 sẽ giảm khoảng 3,1% so với năm 2012, và năng suất lúa vụ Hè – Thu tính trung bình từ mỗi thập kỷ trong giai đoạn 2020 – 2100 sẽ giảm khoảng 4,9% so với năm 2012. Trung bình giai đoạn 2020 – 2100 thì năng suất ngô giảm khoảng 0,6% so với năng suất ngô năm 2012.

Thời gian sinh trưởng của giống lúa HT1 có thể bị rút ngắn khoảng 7 ngày trong vụ Đông – Xuân và 14 ngày trong vụ Hè – Thu vào năm 2100. Trung bình thời gian sinh trưởng của giống lúa HT1 bị rút ngắn khoảng 8 ngày. Thời gian sinh trưởng của giống ngô LVN25 có thể bị rút ngắn khoảng 16 ngày vào năm 2100

Luận án còn đánh giá tác động của BĐKH và NBD đến một số lĩnh vực kinh tế xã hội khác như lâm nghiệp, dân cư, sức khỏe cộng đồng, du lịch... Tuy nhiên, các tác động này chưa đáng kể, không thể hiện rõ nhưng cũng được phân tích để phục vụ đánh giá tính dễ bị tổn thương.

3.3. Đánh giá tính dễ bị tổn thương một số lĩnh vực ở TP Đà Nẵng

Trong luận án sử dụng phương pháp trọng số không bằng nhau theo Iyengar & Sudarshan trình bày trong chương 2 để tính toán các chỉ số tổn thương do BĐKH thí điểm cho thành phố Đà Nẵng.

3.3.1 Chỉ số dễ bị tổn thương đối với các vấn đề xã hội

Luận án đã đưa ra được 8 chỉ tiêu tác động của BĐKH, ra 26 chỉ tiêu độ nhạy và 20 chỉ tiêu ứng phó trong lĩnh vực xã hội. Các chỉ tiêu tác động được thống kê từ các dữ liệu thực tế và nội suy cho từng vùng tính toán, các tham số số tương lai sẽ được lấy từ kịch bản BĐKH và NBD. Các chỉ tiêu độ nhạy được thông kê từ kết quả đánh giá ngập lụt, và xâm nhập mặn và biến đổi năng suất cây trồng, thời gian sinh trưởng do tác động của BĐKH và NBD kết hợp với niên giám thống kê và các kế hoạch phát triển kinh tế xã hội. Các chỉ tiêu ứng phó được phân tích từ các biện pháp về năng lực của nguồn nhân lực, khả năng kinh tế, các biện pháp sinh kế và năng lực xã hội.

Bảng 3.2. Chỉ số dễ bị tổn thương các giai đoạn cho lĩnh vực xã hội

Giai đoạn	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Nền	0.472	0.435	0.472	0.579	0.451	0.508	0.483
2020	0.526	0.465	0.498	0.568	0.473	0.523	0.514
2030	0.533	0.436	0.490	0.549	0.455	0.514	0.517
2050	0.460	0.482	0.580	0.442	0.484	0.506	0.526
2100	0.514	0.471	0.468	0.544	0.426	0.493	0.469

Kết quả chỉ số tổn thương của các quận huyện của TP Đà Nẵng trong lĩnh vực xã hội trước BĐKH nằm trong khoảng từ 0.4 đến 0.6 tức là mức độ tổn thương trung bình.

3.3.2 Chỉ số dễ bị tổn thương lĩnh vực năng lượng và công nghiệp

Có 8 chỉ tiêu tác động của BĐKH giống như lĩnh vực xã hội. Các chỉ tiêu độ nhạy bao gồm: diện tích đất công nghiệp bị ngập, số dân lao động trong công nghiệp và số doanh nghiệp. Các chỉ tiêu về khả năng ứng phó này được sử dụng để đánh giá trong các giai đoạn tương lai và được xác định trên cơ sở quy hoạch phát triển của từng quận huyện bao gồm: Số trường học các loại, số gia đình dùng điện lưới, hệ thống thông tin liên lạc, năng lượng để ứng phó như số nhà máy điện.

Bảng 3.3. Chỉ số dễ bị tổn thương cho lĩnh vực công nghiệp & năng lượng

Giai đoạn	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Nền	0.611	0.506	0.517	0.597	0.504	0.499	0.453
2020	0.610	0.508	0.511	0.572	0.543	0.518	0.490
2030	0.606	0.493	0.506	0.569	0.534	0.513	0.603
2050	0.515	0.499	0.574	0.485	0.468	0.488	0.633
2100	0.623	0.536	0.500	0.564	0.456	0.460	0.439

Kết quả tính toán cho thấy mức dễ bị tổn thương của công nghiệp và năng lượng tại Đà Nẵng nằm trong khoảng 0.4-0.65, tức là chủ yếu ở mức tổn thương trung bình trong các giai đoạn khác nhau. Quận Hải Châu và huyện Hòa Vang có chỉ số tổn thương ở vào mức cao ($>0,6$) ở nhiều giai đoạn. Đây là hai khu vực có số doanh nghiệp cũng như dân trong lao động công nghiệp lớn, mức độ nhạy cảm lớn hơn các khu vực khác trong TP Đà Nẵng

3.3.3 Chỉ số dễ bị tổn thương lĩnh vực giao thông và đô thị

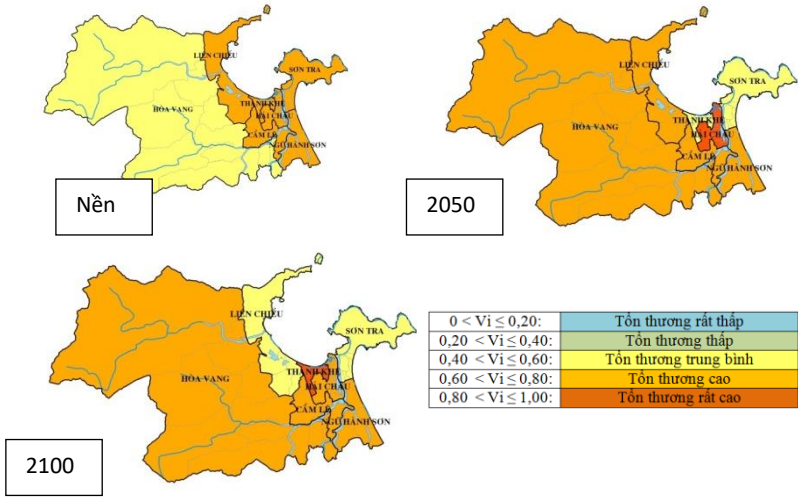
Các chỉ tiêu về tác động đó cũng giống với các tác động đến lĩnh vực xã hội, công nghiệp và năng lượng. Các chỉ tiêu độ nhạy bao gồm 11 chỉ tiêu: các loại đối tượng dễ chịu ảnh hưởng như dân số, diện tích dân số; Các đối tượng chịu ảnh hưởng như: diện tích đô thị bị ngập, % các loại đường ngập, dân số bị ảnh hưởng bởi ngập lụt, nước biển dâng, xâm nhập mặn. Chỉ số về ứng phó (A) đối với lĩnh vực giao thông và đô thị được thống kê gồm 7 chỉ tiêu: các loại đường kiên cố, khả năng ứng phó của hệ thống hạ tầng như hệ thống thoát nước, mạng lưới điện.

Bảng 3.4. Chỉ số dễ bị tổn thương cho giao thông & đô thị các giai đoạn

Giai đoạn	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Nền	0.634	0.754	0.607	0.694	0.635	0.744	0.558
2020	0.760	0.925	0.496	0.732	0.691	0.723	0.550
2030	0.721	0.906	0.476	0.688	0.571	0.691	0.767
2050	0.943	0.524	0.720	0.589	0.700	0.632	0.745
2100	0.723	0.889	0.491	0.719	0.599	0.700	0.606

Giá trị tổn thương trong lĩnh vực giao thông & đô thị nằm trong

khoảng 0.4 -0.95, đa phần ở mức tổn thương cao. Trong đó quận Thanh Khê là quận có chỉ tiêu tổn thương rất cao cả ở nhiều giai đoạn



Hình 3.11. Bản đồ tổn thương trong lĩnh vực giao thông & đô thị các giai đoạn

3.3.4 Bộ chỉ số tổn thương do ảnh hưởng của BĐKH đến Đà Nẵng

Bảng 3.5. Bảng tổng hợp chỉ số dễ bị tổn thương theo từng lĩnh vực

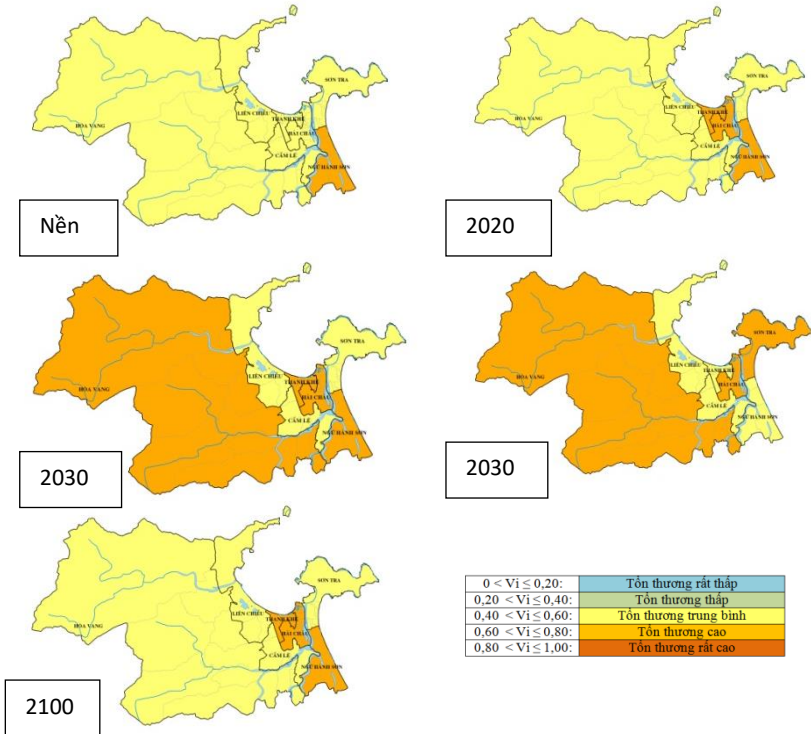
Lĩnh vực	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Xã hội	0.501	0.458	0.502	0.537	0.458	0.509	0.502
CN&NL	0.593	0.508	0.521	0.557	0.501	0.496	0.524
GT&ĐT	0.756	0.800	0.558	0.684	0.639	0.698	0.645

Nhìn chung kết quả tính toán chỉ số tổn thương các lĩnh vực của TP Đà Nẵng cho thấy mức độ tổn thương đều ở mức trung bình chỉ riêng lĩnh vực giao thông và đô thị thì chỉ số tổn thương hầu như ở mức cao ở các quận/ huyện

Bảng 3.6 Chỉ số và phân cấp dễ bị tổn thương ở Đà Nẵng các giai đoạn

Giai đoạn	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Nền	0.572	0.565	0.532	0.623	0.530	0.584	0.498
2020	0.632	0.632	0.502	0.624	0.569	0.588	0.518
2030	0.620	0.612	0.491	0.602	0.520	0.573	0.629
2050	0.640	0.502	0.625	0.505	0.551	0.542	0.635
2100	0.620	0.632	0.486	0.609	0.494	0.551	0.505

Quận Hải Châu, Thanh Khê, Ngũ Hành Sơn là các quận có nhiều giá trị tổn thương ở mức cao, mặt khác quận Liên Chiểu và Cẩm Lệ là các quận có giá trị tổn thương ở các giai đoạn đều trong mức trung bình. Từ đó có thể thấy, trong tương lai cần đặc biệt chú ý tới những giải pháp thích hợp nhằm đẩy mạnh công tác nâng cao khả năng ứng phó cho các quận Hải Châu, Thanh Khê, Ngũ Hành Sơn ở mọi lĩnh vực



Hình 3.21. Bản đồ tổng hợp chỉ số tổn thương cho Đà Nẵng

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu được trình bày trong các chương rút ra một số kết luận sau:

1. Luận án đã, tổng hợp nhiều tài liệu kết quả nghiên cứu liên quan đến đánh giá tác động của BĐKH và NBD, và các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương. Đây là những cơ sở khoa học để đánh giá tác động của BĐKH và NBD, đánh giá tính dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng.

2. Luận án đã phân tích được biểu hiện của BĐKH tại khu vực Đà Nẵng thông qua chuỗi tài liệu quan trắc nhiệt độ, lượng mưa 50 năm (1961-2010) và các tài liệu thống kê một số hiện tượng khí hậu cực đoan.

3. Luận án đã đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành lĩnh vực sau:

+ Tài nguyên nước: Dòng chảy mùa lũ có xu hướng tăng, mùa kiệt có xu hướng giảm và gia tăng ngập lụt và xâm nhập mặn tại Đà Nẵng. Dựa trên kết quả tính toán bằng mô hình MIKE 11 và công nghệ GIS, đã xây dựng hệ thống bản đồ ngập lụt và xâm nhập mặn chi tiết cho thành phố Đà Nẵng, từ đó xác định được diện tích bị ảnh hưởng của từng quận/huyện, đặc biệt là các quận ven biển bị ảnh hưởng nhiều như Sơn Trà, Ngũ Hành Sơn, Thanh Khê, Liên Chiểu.

+ Nông nghiệp: Đã đánh giá được diện tích đất nông nghiệp bị ngập lụt và đánh giá chi tiết tác động của BĐKH đến 2 loại cây trồng chính ở Đà Nẵng (lúa, ngô) trên cơ sở áp dụng mô hình DSSAT. Trong đó, năng suất lúa vụ Đông – Xuân, vụ Hè – Thu và ngô đều giảm trong các giai đoạn tương lai; thời gian sinh trưởng bị rút ngắn so với hiện trạng.

+ Công nghiệp, năng lượng, giao thông đô thị và cơ sở hạ tầng đều chịu ảnh hưởng của BĐKH và NBD, trong đó, đã xác định cụ thể diện tích bị ngập lụt trong các giai đoạn tương lai.

+ Đã đánh giá tác động của BĐKH đến một số lĩnh vực kinh tế xã hội khác như lâm nghiệp, dân cư, sức khỏe cộng đồng, du lịch... Tuy nhiên, các tác động này chưa được định lượng mà chỉ được phân tích để đánh giá tính dễ bị tổn thương.

4. Trên cơ sở các đánh giá trên, đã tính toán chỉ số dễ bị tổn thương cho các quận huyện của thành phố Đà Nẵng trong 3 lĩnh vực xã hội, năng lượng và công nghiệp, giao thông và đô thị với các kết quả cụ thể như sau:

+ Lĩnh vực xã hội: Mức độ dễ bị tổn thương của các quận/huyện ở mức trung bình (0,4-0,6) trong các giai đoạn nền và tương lai 2020, 2030, 2050 và 2100. Tuy nhiên chỉ số giữa các quận huyện không giống nhau, nhỏ nhất là quận Liên Chiểu và Thanh Khê, lớn nhất là quận Ngũ Hành Sơn. Vì vậy, cần chú ý các biện pháp bảo vệ cộng đồng đối với quận Ngũ Hành Sơn, là khu vực có thể chịu nhiều thiệt hại do BĐKH theo các kịch bản đã đánh giá ở trên.

+ Lĩnh vực năng lượng và công nghiệp: Chỉ số dễ bị tổn thương trong khoảng 0,4-0,65 là mức dễ bị tổn thương trung bình. Tuy nhiên, quận Hải Châu và huyện Hòa Vang có chỉ số dễ bị tổn thương ở mức cao (>0,6) ở nhiều giai đoạn. Đây là hai khu vực có số doanh nghiệp cũng như dân trong lao động công nghiệp lớn, mức độ nhạy cảm lớn hơn các khu vực khác trong TP Đà Nẵng. Mặt khác, huyện Hòa Vang là huyện nông thôn, cơ sở vật chất nghèo nàn hơn các quận/huyện khác, khả năng chống chịu với các tác động cũng thấp hơn. Vì vậy, trong các quy hoạch tương lai của lĩnh vực công nghiệp và năng lượng cần chú trọng nâng cấp cơ sở hạ tầng ở hai khu vực quận Hải Châu và

huyện Hòa Vang để kịp thời thích ứng với các tác động của BĐKH

+ Lĩnh vực giao thông và đô thị: Chỉ số dễ bị tổn thương dao động trong khoảng 0,4 -0,95 ở mức cao. Quận Thanh Khê, Hải Châu là quận có chỉ số dễ bị tổn thương cao và rất cao (0,6-0,95) cả ở các giai đoạn, là khu vực có nhiều diện tích giao thông bị ngập lụt so với các quận còn lại. Đây cũng chính là hai quận huyện cần quan tâm hơn cả không chỉ trong giai đoạn hiện tại mà cả trong tương lai trong quá trình quy hoạch và phát triển hệ thống giao thông cơ sở hạ tầng và đô thị. Các quận huyện khác của thành phố cũng có chỉ số dễ bị tổn thương ở mức cao, cũng cần được quan tâm tiến hành những biện pháp thích ứng kịp thời với BĐKH và giảm thiểu nguy cơ tổn thương.

Hạn chế:

- Một số lĩnh vực như dân số, sức khỏe, cộng đồng, cháy rừng... chưa có đánh giá định lượng, một số thiên tai chưa được đề cập.

- Chỉ sử dụng phương pháp Iyengar-Sudarhan để xác định trọng số của các chỉ số E, S, A.

Kiến nghị:

- Sử dụng các phương pháp khác để xác định trọng số (như phương pháp phân biệt thứ bậc AHP).

- Tiếp tục nghiên cứu đánh giá tác động đến các lĩnh vực khác: dân số, sức khỏe, cộng đồng, cháy rừng...

- Qua nghiên cứu cho thấy có thể sử dụng các mô hình Mike, DSSAT để đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt, xâm nhập mặn và cây trồng.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Trần Duy Hiền**, Trần Hồng Thái, Nguyễn Đăng Mậu (2014), “Đánh giá biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Đà Nẵng”, *Tạp chí khí tượng thủy văn* (Số 639) 10-15.
2. **Trần Duy Hiền**, Trần Hồng Thái (2014), “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến năng suất và thời gian sinh trưởng của một số cây trồng nông nghiệp ở Đà Nẵng”, *Tạp chí khí tượng thủy văn* (Số 645) 41-45.
3. **Trần Duy Hiền**, Hoàng Văn Đại, Lê Thị Kim Ngân và Mai Kim Liên (2015), “Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến ngập lụt giao thông thành phố Đà Nẵng”, *Tạp chí khí tượng thủy văn* (Số 658) 56-60.
4. **Trần Duy Hiền**, Trần Hồng Thái, Hoàng Văn Đại, Lê Thị Kim Ngân (2015), “Xác định mức độ dễ bị tổn thương của Thành phố Đà Nẵng trong lĩnh vực giao thông và đô thị do tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng”, *Tạp chí khí tượng thủy văn* (Số 660) 05-10.