

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**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

Hà Nội - 2016

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

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC TRÁI ĐẤT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS.TS. Trần Hồng Thái

2. PGS.TS. Trần Quang Đức

Hà Nội - 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả luận án

Trần Duy Hiền

LỜI CẢM ƠN

Luận án được hoàn thành tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS Trần Hồng Thái và PGS.TS Trần Quang Đức. Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới hai Thầy đã tận tình giúp đỡ và hướng dẫn trong quá trình học tập nghiên cứu và hoàn thiện luận án.

Tác giả luận án xin cảm ơn Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu và các đơn vị trực thuộc Viện, đặc biệt là Phòng Khoa học Đào tạo và Hợp tác quốc tế và Trung tâm nghiên cứu Khí tượng Khí hậu, Vụ Khoa học Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tác giả học tập và nghiên cứu, hoàn thành luận án.

Nhân dịp này, tác giả cũng xin được bày tỏ lời cảm ơn sâu sắc tới các nhà khoa học, các thầy giáo, bạn bè và đồng nghiệp đã tận tình giúp đỡ, chỉ bảo và động viên tác giả trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu, thực hiện luận án.

Cuối cùng, tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn đến bố mẹ và người thân trong gia đình, đặc biệt là vợ và con đã động viên, khích lệ, tạo điều kiện trong suốt quá trình học tập để tác giả hoàn thành luận án này.

Tác giả luận án

Trần Duy Hiền

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU SỬ DỤNG	v
DANH MỤC BẢNG	vi
DANH MỤC HÌNH	viii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU VỀ TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH ĐẾN CÁC NGÀNH, LĨNH VỰC KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG	5
1.1. Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu.....	5
1.1.1 Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH ở nước ngoài	5
1.1.2 Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH ở Việt Nam	12
1.2. Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương trong bối cảnh biến đổi khí hậu.....	15
1.2.1 Trên thế giới:	16
1.2.2 Tại Việt Nam.....	19
1.3. Sơ lược về Thành phố ven biển Đà Nẵng	23
1.3.1 Điều kiện tự nhiên	23
1.3.2 Điều kiện kinh tế - xã hội	30
1.3.3 Định hướng phát triển kinh tế - xã hội	32
1.3.4 Kịch bản BĐKH và NBD cho thành phố Đà Nẵng.....	35
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG	40
2.1. Mô hình đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng.....	40
2.2. Phương pháp nghiên cứu biểu hiện của biến đổi khí hậu	41
2.3. Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu.....	43
2.3.1 Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến ngập lụt ở thành phố Đà Nẵng.....	45
2.3.2 Phương pháp đánh giá tác động của BĐKH đến cây trồng.....	55
2.4. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương	58
2.4.1 Lựa chọn phương pháp xây dựng chỉ số nguy cơ tổn thương	59
2.4.2 Phương pháp xây dựng bộ chỉ số tổn thương cho TP Đà Nẵng.....	61
CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG VÀ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CHO THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG DO TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU	68
3.1. Đánh giá biểu hiện của BĐKH tại thành phố Đà Nẵng	68
3.1.1 Xu thế biến đổi nhiệt độ	68
3.1.2 Xu thế biến đổi lượng mưa.....	72
3.1.3 Biến đổi về tần số xoáy thuận nhiệt đới ở vùng biển từ Đà Nẵng-Bình Định	77
3.2. Đánh giá tác động của BĐKH đến một số ngành, lĩnh vực ở TP Đà Nẵng	78
3.2.1 Lĩnh vực tài nguyên nước.....	78
3.2.2 Đánh giá tác động của BĐKH đến nông nghiệp.....	93
3.2.3 Đánh giá tác động của BĐKH đến công nghiệp và cơ sở hạ tầng	101
3.2.4 Đánh giá tác động của BĐKH đến một số lĩnh vực kinh tế xã hội khác.....	106
3.3. Đánh giá tính dễ bị tổn thương của một số lĩnh vực ở TP Đà Nẵng.....	112

3.3.1 Chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội.....	113
3.3.2 Chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực năng lượng và công nghiệp.....	121
3.3.3 Chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực giao thông và đô thị.....	126
3.3.4 Bộ chỉ số tổn dễ bị thương do BĐKH ở TP Đà Nẵng.....	131
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	135
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ.....	138
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	139
PHỤ LỤC.....	144

CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU SỬ DỤNG

ACCCRN	: Asian Cities Climate Change Resilience Network/Mạng lưới các thành phố châu Á có khả năng chống chịu với BĐKH
ATNĐ	: Áp thấp nhiệt đới
APF	: Adaptation Policy Framework/ Khung chính sách thích ứng (APF) của UNDP
BCĐ	: Ban chỉ đạo
BĐKH	: Biến đổi khí hậu
CARE	: Tổ chức Nhân đạo và Hỗ trợ phát triển quốc tế
CCCO	: Văn phòng thuộc BCĐ ứng phó BĐKH và NBD TP Đà Nẵng
DANIDA	: Development Agency Danish International Development Association/ Cơ quan phát triển quốc tế Đan Mạch
DSSAT	: A Decision Support System for Agrotechnology Transfer/hệ thống hỗ trợ ra quyết định chuyển giao công nghệ trong nông nghiệp
ĐDSH	: Đa dạng sinh học
EEA	: European Environmental Agency/ Tổ chức môi trường Châu Âu
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nation /Tổ chức Nông lượng thế giới
GCMs	: Global circulation model/ Mô hình hoàn lưu toàn cầu
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change/Ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu
KTTV	: Khí tượng Thủy văn
KT-XH	: Kinh tế - Xã hội
NBD	: Nước biển dâng
MT	: Môi trường
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration/ Cơ quan Biển và Khí quyển quốc gia của Mỹ
NCAP	: Chương trình hỗ trợ nghiên cứu khí hậu Hà Lan
LCCP	: London Climate Change Partnership/ Đối tác BĐKH Luân Đôn
TBNN	: Trung bình nhiều năm
TP	: Thành phố
V2R	: Practical Action's Vulnerability to Resilience/ Tính dễ bị tổn thương của các hành động thực tế trước khả năng chống chịu
UBND	: Ủy ban Nhân dân
UKCIP	: United Kingdom Climate Impacts Programme/Chương trình tác động khí hậu của UK
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change /Công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu
WB	: World Bank/Ngân hàng thế giới

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Hướng dẫn các thành phần trong quá trình nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương.....	17
Bảng 1.2. So sánh các cách đánh giá tính dễ bị tổn thương của các tổ chức khác nhau	18
Bảng 1.3: Mạng lưới trạm khí tượng, thủy văn và đo mưa đang hoạt động thuộc Thành phố Đà Nẵng	30
Bảng 1.4. GDP và Tăng trưởng kinh tế giai đoạn 2000-2010	32
Bảng 1.5. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải cao(A2), trung bình (B2) và thấp (B1) tại Đà Nẵng	35
Bảng 1.6. Mức thay đổi (%) lượng mưa so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải cao(A2), trung bình (B2) và thấp (B1) tại Đà Nẵng	36
Bảng 1.7. Mức độ biến đổi các cực đoan nhiệt độ ở khu vực Đà Nẵng	38
Bảng 1.8. Mức độ biến đổi các chỉ số cực đoan lượng mưa ở khu vực Đà Nẵng	38
Bảng 1.9. Mức thay đổi lượng mưa 5 ngày lớn nhất (%) trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản trung bình	39
Bảng 1.10. Mức nước biển dâng theo kịch bản trung bình B2	39
Bảng 2.1. Bộ thông số mô hình NAM ở các lưu vực của sông Thu Bồn – Vu Gia.....	49
Bảng 2.2. Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình NAM cho lưu vực sông Thu Bồn Vu Gia tại các trạm thủy văn chính	49
Bảng 2.3. Thông số cơ bản của các lưu vực gia nhập khu giữa.....	51
Bảng 2.4. Kết quả mô phỏng lũ từ 31/10 ÷ 11/11/1999 tại các trạm thủy văn.....	53
Bảng 2.5. Kết quả mô phỏng lũ từ 01/11 ÷ 07/11/1996 tại các trạm thủy văn.....	54
Bảng 2.6. Phân cấp trạng thái dễ bị tổn thương.....	67
Bảng 3.1: Trị số trung bình, độ lệch tiêu chuẩn (S, mm) và biến suất (Sr %) lượng mưa trạm Đà Nẵng.....	73
Bảng 3.2: Một số đặc trưng về biến đổi của tần số XTND đoạn bờ biển từ ĐN-BĐ.....	77
Bảng 3.3. Tỷ lệ diện tích các quận/huyện có nguy cơ ngập lụt theo các thời kỳ	86
Bảng 3.4. Tỷ lệ diện tích các quận/huyện bị ảnh hưởng xâm nhập mặn đến sử dụng đất nông nghiệp theo các thời kỳ (%)	91
Bảng 3.5. Thiệt hại về nông nghiệp do bão, lũ gây ra ở TP Đà Nẵng (CCCO).....	93
Bảng 3.6. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất nông nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng	94
Bảng 3.7. Kết quả mô phỏng năng suất lúa vụ Đông – Xuân trong tương lai ở Đà Nẵng ..	96
Bảng 3.8. Kết quả mô phỏng năng suất lúa vụ Hè – Thu trong tương lai ở Đà Nẵng	96
Bảng 3.9. Kết quả mô phỏng năng suất ngô ở Thành phố Đà Nẵng trong tương lai.....	97
Bảng 3.10. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất nông thôn bị ngập qua các thời kỳ ở Đà Nẵng	100
Bảng 3.11. Tỷ lệ diện tích đất công nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng.....	101
Bảng 3.12. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất đô thị bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng	103
Bảng 3.13. Thống kê thiệt hại do thiên tai trong giao thông ở TP Đà Nẵng (1998 - 2013)	104
Bảng 3.14. Tỷ lệ % chiều dài các loại đường bị ngập ứng với thời kỳ nền.....	104
Bảng 3.15. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất lâm nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng	107
Bảng 3.16. Tổng hợp thiệt hại về người do bão, lũ gây ra ở TP Đà Nẵng từ 1998 đến 2013 (CCCO).....	109
Bảng 3.17. Các chỉ số tác động (E) của lĩnh vực xã hội tại Đà Nẵng – giai đoạn nền	113
Bảng 3.18. Các chỉ số độ nhạy (S) của lĩnh vực xã hội tại Đà Nẵng – giai đoạn nền	114

Bảng 3.19. Bảng các chỉ số năng lực thích ứng của lĩnh vực xã hội– giai đoạn nền.....	116
Bảng 3.20. Giá trị các trọng số tính toán chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội...	117
Bảng 3.21. Chỉ số dễ bị tổn thương các giai đoạn trong lĩnh vực xã hội.....	118
Bảng 3.22. Chỉ số độ nhạy (S) của lĩnh vực công nghiệp và năng lượng trong các giai đoạn	121
Bảng 3.23. Các chỉ số về khả năng ứng phó trong giai đoạn nền cho lĩnh vực công nghiệp và năng lượng	122
Bảng 3.24. Bảng giá trị các trọng số trong chỉ số tác động và khả năng ứng phó trong lĩnh vực công nghiệp & năng lượng.....	123
Bảng 3.25. Chỉ số dễ bị tổn thương cho lĩnh vực công nghiệp & năng lượng	123
Bảng 3.26. Bảng các chỉ số độ nhạy (S) trong lĩnh vực giao thông và đô thị– giai đoạn nền	126
Bảng 3.27. Bảng chỉ số ứng phó (A) trong lĩnh vực giao thông & đô thị	127
Bảng 3.28. Giá trị các trọng số trong lĩnh vực giao thông & đô thị	128
Bảng 3.29. Chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực giao thông & đô thị qua các giai đoạn	128
Bảng 3.30. Bảng chỉ số dễ bị tổn thương theo từng lĩnh vực tại TP Đà Nẵng	131
Bảng 3.31. Chỉ số và phân cấp mức dễ bị tổn thương ở Đà Nẵng qua các giai đoạn.....	133

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Bản đồ hành chính Thành phố Đà Nẵng.....	24
Hình 1.2. Địa hình Thành phố Đà Nẵng khu vực nghiên cứu	25
Hình 1.3. Biến trình nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) và lượng mưa (mm) tháng tại trạm Đà Nẵng theo số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2012	27
Hình 1.4. Biến trình tổng số giờ nắng tháng (giờ) tại trạm Đà Nẵng theo số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2012.....	27
Hình 1.5. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (a, kịch bản B2), số ngày nắng nóng (b, A1B), nhiệt độ tối cao (c, A1B), nhiệt độ tối thấp (d, A1B) vào giữa thế kỷ (2050s).....	37
Hình 1.6. Mức thay đổi lượng mưa trung bình năm (a, B2), số ngày mưa lớn (b, A1B), lượng mưa một ngày lớn nhất (c, A1B), số ngày khô hạn (d, A1B) vào giữa thế kỷ (2050s)	37
Hình 2.1. Mô hình đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng	41
Hình 2.2. Đồ thị hàm tuyến tính	42
Hình 2.3. Tổng hợp các phương pháp đánh giá tác động của BĐKH	44
Hình 2.4. Sơ đồ khối đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt và xâm nhập mặn.....	46
Hình 2.5: Cấu trúc mô hình NAM	47
Hình 2.6. Mạng tính toán thủy lực mùa lũ trên sông Vu Gia – Thu Bồn – Cu Đê trong mô hình Mike 11	52
Hình 2.7. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Ái Nghĩa	53
Hình 2.8. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Câu Lâu	54
Hình 2.9. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Ái Nghĩa	55
Hình 2.10. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Câu Lâu	55
Hình 2.11. Quan hệ giữa năng suất mô phỏng và năng suất quan trắc giống lúa HT1 vụ Đông – Xuân tại Đà Nẵng.....	57
Hình 2.12. Quan hệ giữa năng suất mô phỏng và năng suất quan trắc giống lúa HT1 vụ Hè - Thu tại Đà Nẵng	57
Hình 2.13. Quan hệ giữa năng suất mô phỏng và năng suất quan trắc giống ngô LVN25 vụ Hè - Thu tại Đà Nẵng.....	58
Hình 2.14. Phương pháp xây dựng bản đồ chỉ số tổn thương	59
Hình 3.1. Độ lệch tiêu chuẩn (S) và biến suất (Sr) của nhiệt độ thời kỳ 1961-2010 tại trạm Đà Nẵng	69
Hình 3.2. Đặc trưng nhiệt độ trung bình năm các thập kỷ tại trạm Đà Nẵng	69
Hình 3.3. Xu thế diễn biến và Sr (thời kỳ 1961-1992 màu cam; thời kỳ 1993-2012 màu đỏ) của chuẩn sai nhiệt độ tháng I (a), tháng VII (b) và trung bình năm (c).....	70
Hình 3.4. Xu thế biến đổi của Txx (a), Tx90P (b), SU35 (c) và SU37 (d) tại trạm Đà Nẵng	71
Hình 3.5. Xu thế biến đổi của Tnn (a) và Tn10P (b) tại trạm Đà Nẵng	72
Hình 3.6 Lượng mưa trung bình trong các thập kỷ	73
Hình 3.7 Xu thế biến đổi của lượng mưa các tháng I, IV, VII, X (a,b,c,d) và lượng mưa năm (e) trạm Đà Nẵng	75
Hình 3.8 Xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn năm (lượng mưa $\geq 50\text{mm}$) tại Đà Nẵng.....	76
Hình 3.9 Xu thế biến đổi của lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại Đà Nẵng	76
Hình 3.10 Xu thế biến đổi của lượng mưa 5 ngày lớn nhất tại Đà Nẵng	77
Hình 3.11 Xu thế biến đổi của XTNĐ_ĐN-BĐ	78
Hình 3.12. Bản đồ nguy cơ ngập lụt do BĐKH & NBD trong các thời kỳ	82
Hình 3.13. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với các cấp mực nước biển dâng ở TP Đà Nẵng: a) 50cm; b) 60cm; c) 70cm; d) 80cm; e) 90cm; f) 100cm	85

Hình 3.14. Tỷ lệ diện tích quận/huyện bị ngập lụt tại các thời kỳ.....	87
Hình 3.15: Ranh giới xâm nhập mặn 1‰ tại TP Đà Nẵng theo kịch bản phát thải trung bình B2.....	88
Hình 3.16: Ranh giới xâm nhập mặn 4‰ tại thành phố Đà Nẵng theo kịch bản phát thải trung bình B2	89
Hình 3.17. Sự gia tăng tỉ lệ diện tích có khả năng bị ảnh hưởng bởi XNM ở các quận/huyện qua các thời kỳ tương lai so với thời kỳ nền.....	90
Hình 3.18. Mức thay đổi năng suất lúa vụ Đông – Xuân và vụ Hè – Thu trong tương lai so với năng suất lúa thực tế năm 2012 của Đà Nẵng	96
Hình 3.19. Mức thay đổi năng suất ngô trong tương lai so với năng suất ngô thực tế năm 2012 ở Thành phố Đà Nẵng.....	97
Hình 3.20: Thông kê diện tích rừng bị cháy theo các năm ở TP Đà Nẵng [39]	108
Hình 3.21. Dân số trung bình ở TP Đà Nẵng.....	110
Hình 3.22. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội trong các giai đoạn tại Đà Nẵng.....	119
Hình 3.23. Bản đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội các giai đoạn.....	120
Hình 3.24. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp & năng lượng các giai đoạn tại Đà Nẵng	124
Hình 3.25. Bản đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng các giai đoạn.....	125
Hình 3.26. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực giao thông & đô thị trong các giai đoạn tại Đà Nẵng	129
Hình 3.27. Bản đồ tổn thương trong lĩnh vực giao thông và đô thị trong các giai đoạn ...	130
Hình 3.28. Bản đồ chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp theo các lĩnh vực.....	132
Hình 3.29. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương các giai đoạn tại Đà Nẵng.....	133
Hình 3.30. Bản đồ tổng hợp chỉ số tổn thương ở Đà Nẵng	134

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Khí hậu là trạng thái khí quyển ở một khu vực nào đó, được đặc trưng bởi các trị số trung bình nhiều năm về nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, lượng bốc thoát hơi nước, mây, gió. Khí hậu phản ánh giá trị trung bình nhiều năm của thời tiết và có tính chất ổn định, ít thay đổi. Mặt khác các hoạt động KT-XH của con người cũng có tác động đến khí hậu khu vực và khí hậu toàn cầu, làm thay đổi điều kiện hình thành khí hậu ở từng địa phương, khu vực và toàn cầu, dẫn đến biến đổi khí hậu (BĐKH).

Theo đánh giá của Ban Liên chính phủ về BĐKH lần thứ III (1999-2001), BĐKH tác động đến những yếu tố cơ bản của đời sống nhân loại trên phạm vi toàn cầu như nước, lương thực, sức khỏe, năng suất lao động và môi trường. Sự gia tăng của nhiệt độ, thay đổi lượng mưa và các hiện tượng thời tiết cực đoan cùng với mực nước biển dâng sẽ làm cho khu vực thích hợp với sản xuất nông nghiệp hiện nay bị thu hẹp, độ dài của mùa sinh trưởng thay đổi và có thể ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp nói chung.

Khí hậu có quan hệ mật thiết với điều kiện tự nhiên và các hoạt động kinh tế - xã hội (KT-XH). Khí hậu thay đổi làm thay đổi phương thức sản xuất, hoạt động của con người. Thực tiễn cho thấy, các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, mưa lớn diện rộng, hạn hán xảy ra nhiều hơn, lũ lụt và xâm nhập mặn ngày càng nghiêm trọng. Tài nguyên nước ở trên thế giới cũng có sự biến động. Hạn hán xuất hiện ở một số khu vực, trong khi một số khu vực khác bị ngập lụt. Ngành nuôi trồng và đánh bắt thủy sản bị ảnh hưởng về giống loài, trữ lượng và năng suất nuôi trồng thủy sản do thay đổi môi trường sống. Các di tích, danh lam thắng cảnh, các khu công nghiệp, các công trình dân dụng, đường sá và khu dân cư ven biển bị hủy hoại do nước biển dâng.

Việc nghiên cứu tác động của BĐKH không chỉ dừng lại ở việc tìm hiểu dấu hiệu, nguyên nhân của sự nóng lên toàn cầu, nước biển dâng mà phải xác định được tác động của BĐKH tới điều kiện tự nhiên, tài nguyên môi trường, hệ sinh thái, tai

biến thiên nhiên... và hệ thống kinh tế - xã hội (dân số, đói nghèo, sinh kế, năng lượng và công nghiệp, giao thông và đô thị, nhất là cộng đồng ven biển), xác định nguy cơ tổn thương, từ đó đề xuất các giải pháp giảm nhẹ và thích ứng với BĐKH.

Việc đánh giá tác động của BĐKH đến kinh tế - xã hội đã được công bố trong nhiều công trình nghiên cứu, nhưng hầu hết trên quy mô nhỏ và cho từng lĩnh vực cụ thể, chưa có các nghiên cứu, đánh giá tổng thể và chi tiết, trong khi tác động của BĐKH đến điều kiện tự nhiên, môi trường và kinh tế xã hội 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 đến hệ thống tự nhiên và xã hội.

Mặt khác, tính dễ tổn thương là một công cụ quan trọng để đánh giá mức độ bị tác động và tạo cơ sở cho các nhà quản lý đưa ra quyết định lựa chọn các phương pháp thích ứng phù hợp với các đối tượng cần đánh giá. Đánh giá tính dễ tổn thương do BĐKH là một trong hai vấn đề thiết yếu trong việc lập kế hoạch thích ứng là xác định được hệ thống có thể sẽ bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi của các yếu tố khí hậu (được dự tính) và sự hiểu biết nguyên nhân các hệ thống này có khả năng bị tổn thương, bao gồm cả sự tương tác giữa BĐKH và các vấn đề kinh tế xã hội hiện có.

Việt Nam được đánh giá là một trong số ít quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH. Theo kịch bản BĐKH, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 2-3⁰C, tổng lượng mưa năm và lượng mưa mùa mưa tăng trong khi đó lượng mưa mùa khô lại giảm, mực nước biển có thể dâng 100cm.

Theo thống kê năm 2010 [39], dân số của Việt Nam phân bố không đều và tập trung ở các tỉnh/thành phố, ven biển Bắc Trung Bộ và vùng Duyên hải miền Trung (chiếm khoảng 70% diện tích và 43% dân số của 28 tỉnh/thành phố ven biển). Mật độ dân số trung bình của các tỉnh/thành phố ven biển là 321 người/km², cao hơn mật độ trung bình của cả nước (263 người/km²), tỷ trọng GDP của các khu vực ven biển đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế cả nước và cũng là khu vực dễ bị tổn thương dưới tác động của BĐKH và NBD.

Thành phố 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 đó phần đất liền là 950km², chiếm 0.38% diện tích cả nước [24]. Địa hình thành phố tương đối đa dạng, với đồi, núi ở phía Bắc, phía Nam và biển, đảo ở phía Đông. Khu vực đô thị hóa của thành phố phát triển dọc bờ biển với mật độ dân cư và xây dựng cao.

Nằm ở miền Trung Việt Nam, ở trung độ của trục giao thông Bắc - Nam về đường bộ, đường sắt, đường biển và đường 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. Khoảng cách từ Đà Nẵng đến hai trung tâm kinh tế hàng đầu của đất nước là cơ hội để Thành phố nắm giữ vai trò Trung tâm giao thương khu vực miền Trung và kết nối hai miền Bắc Nam. Do đó, Đà Nẵng cũng là đô thị ven biển điển hình, có đầy đủ các thành phần kinh tế xã hội hoạt động và có nhiều nguy cơ do tác động của BĐKH và NBD.

Trên cơ sở các phân tích trên, Nghiên cứu sinh lựa chọn đề tài “***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***” nhằm đánh giá xu thế tác động của BĐKH, làm cơ sở đề xuất các biện pháp thích ứng và giảm thiểu.

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 năm 2012 đến 2015;

3.2.2. Phạm vi không gian:

Diện tích tự nhiên phần đất liền của thành phố Đà Nẵng;

4. Cấu trúc của luận án

Luận án gồm những nội dung sau:

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 BDKH ĐẾN CÁC NGÀNH, LĨNH VỰC KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG

1.1. Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu

1.1.1 Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của BDKH ở nước ngoài

Sự ấm lên của toàn cầu là rõ ràng, được khẳng định trong báo cáo lần thứ 4 của IPCC 4 [53] và nếu không có thay đổi đáng kể trong chính sách, mức độ phát thải khí nhà kính toàn cầu thì BDKH sẽ tiếp tục xảy ra trong tương lai. Những thay đổi này gây ra tác động trên phạm vi rộng hơn và chi phí cho các ngành để giảm thiểu, thích ứng có thể sẽ rất lớn.

Để đánh giá toàn diện tác động của BDKH ở một khu vực cụ thể đòi hỏi phải đánh giá toàn diện các thành phần KT-XH và tự nhiên. Tổng hợp các công trình nghiên cứu, đánh giá tác động của BDKH đến từng lĩnh vực cụ thể như sau:

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến nông nghiệp*

Đối với nông nghiệp, tác động của BDKH thể hiện rõ rệt trong 4 vấn đề: đặc tính cơ bản của nền sản xuất nông nghiệp (yếu tố khí hậu), đất và sử dụng vốn đất, thiên tai ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp và tài nguyên nước.

Việc canh tác các loại cây trồng, năng suất và chất lượng phụ thuộc trực tiếp vào các yếu tố khí hậu. BDKH đã gây ra một số tác động đến nông nghiệp [71, 76] và là một trong những yếu tố góp phần vào ảnh hưởng đến sản xuất nông nghiệp trong tương lai [71]. BDKH có thể ảnh hưởng tiêu cực đến năng suất cây trồng phụ thuộc vào vị trí địa lý của khu vực chủ yếu do sự nóng lên và sự suy giảm tổng lượng mưa.

Sự xuất hiện các hiện tượng khí hậu cực đoan và các yếu tố khác làm gia tăng nguy cơ có sâu bệnh đối với các loại cây trồng. Tuy nhiên, khả năng thích ứng giữa hệ thống cây trồng và trang trại phụ thuộc vào năng lực của người sản xuất và đặc điểm nông nghiệp.

Theo cơ quan môi trường Châu Âu (EEA), việc lựa chọn các chỉ số để đánh giá tác động của BĐKH đến nông nghiệp phụ thuộc vào điều kiện số liệu và các đặc thù của từng vùng. Theo đó, các chỉ số quan trọng nhất thường được lựa chọn để đánh giá tác động của BĐKH đến nông nghiệp bao gồm: Mùa vụ cho cây trồng; Thời vụ cây trồng; Năng suất cây trồng; Yêu cầu nước tưới. Đây cũng là các chỉ số phục vụ cho định hướng các chính sách thích ứng. Tác động của BĐKH đến gia súc cũng được EEA cho rằng chủ yếu là gián tiếp thông qua sản xuất thức ăn chăn nuôi, và những tác động như năng suất cây trồng giảm do thiếu nước và nhu cầu nước cho thủy lợi, đồng thời có rất ít bằng chứng trực tiếp của tác động biến đổi khí hậu đối với chăn nuôi, trừ những thay đổi trong các bệnh gia súc liên quan đến biến đổi khí hậu.

Ngoài những đánh giá tác động về mặt vật lý của BĐKH đến cây trồng, một cách tiếp cận khác là đánh giá gián tiếp tác động của BĐKH đến nông nghiệp theo hướng tác động của các thiên tai đến tiềm năng sử dụng đất trong nông nghiệp. Theo hướng tiếp cận này, khi đánh giá tác động của BĐKH đến nông nghiệp phải xem xét ảnh hưởng của thiên tai như bão, lũ, ngập lụt, xâm nhập mặn đến diện tích đất sử dụng cho nông nghiệp.

Năm 2011 Kwasi Appeaning Addo & nkk [55] đã sử dụng phương pháp mô hình hóa kết hợp với phần mềm GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt theo các kịch bản NBD cho vực đô thị tại vùng vịnh Guinea của Ghana, từ đó đánh giá khả năng ảnh hưởng của nước biển dâng đến các loại đất khác nhau, trong đó có đất nông nghiệp theo các kịch bản NBD.

Năm 2012 Mohamed Saidul Islam [62] đã nghiên cứu tác động của xâm nhập mặn đến các loại sử dụng đất trong nông nghiệp tại Satkhira của Bangladesh. Thông qua điều tra, khảo sát kết hợp với phân tích mẫu, dữ liệu viễn thám và phần mềm ArcGIS, đánh giá những thay đổi trong sử dụng đất và quy hoạch đất nhiễm mặn. Các nghiên cứu cho thấy, độ mặn tồn tại trong tất cả các phần của khu vực nghiên cứu được phân loại là trung bình đến cao, việc sử dụng đất nông nghiệp trong khu vực nghiên cứu giảm dần do mặn, đất nông nghiệp đang giảm với tỷ lệ

0,94% mỗi năm.

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến lâm nghiệp và rừng:*

Tác động của BĐKH đến lâm nghiệp thể hiện trong các vấn đề sau: quỹ đất rừng và diện tích rừng, cơ cấu tổ chức rừng, sinh khối rừng và chất lượng rừng, nguy cơ cháy rừng.

Rừng được định nghĩa bao gồm hệ sinh thái bị chi phối bởi cây xanh và thảm thực vật thân gỗ khác. Lâm nghiệp bao gồm việc quản lý đất lâm nghiệp, trồng trọt, chăm sóc và phát triển rừng. Rừng cung cấp các lợi ích và dịch vụ cho các chủ sở hữu, người quản lý và cung cấp cho xã hội các sản phẩm như gỗ, sợi gỗ, năng lượng và nhiều cơ hội giải trí cũng như nhiều dịch vụ hệ sinh thái, đa dạng sinh học bao gồm nước sạch và không khí [64]. Rừng cung cấp môi trường sống cho một số lượng lớn các loài thực vật và động vật. Rừng không những bảo vệ các khu định cư và cơ sở hạ tầng mà còn điều tiết dòng chảy, giảm lũ lụt, chống xói mòn. Rừng có vai trò quan trọng đối với điều hòa khí hậu và chu trình các bon toàn cầu khi lưu trữ một số lượng đáng kể carbon trên mặt đất. Rừng và lâm nghiệp đóng vai trò quan trọng trong việc giảm nhẹ lâu dài tác động của BĐKH. Quản lý rừng và sử dụng đất rừng là yếu tố trung tâm trong khí hậu hiện tại và là chủ đề được quan tâm trong các cuộc đàm phán chính sách khí hậu trong tương lai. Dịch vụ và các khoản thu liên quan đến rừng đóng góp cho nền kinh tế quốc gia, trong khi đó rừng đang bị đe dọa bởi BĐKH.

BĐKH tác động tới các khu rừng thông qua gia tăng các mối đe dọa như dịch sâu bệnh, hỏa hoạn và hạn hán. Nhiệt độ tăng, thay đổi về lượng mưa và thay đổi phân bố các yếu tố khí hậu sẽ có tác động đến rừng. Tổng lượng mưa theo mùa cũng như mô hình của nó biến thiên có tầm quan trọng lớn đối với hệ thống lâm nghiệp [71].

Các hiện tượng khí hậu cực đoan như hạn hán và bão đã có những tác động tiêu cực mạnh mẽ đến rừng. Bão, hạn hán và sóng nhiệt có thể dẫn đến tỷ lệ tử vong cao của cây, làm cho khu rừng dễ bị thiệt hại phụ, như nhiễm ký sinh trùng và nấm.

Hệ sinh thái rừng bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi các loài côn trùng và các loài xâm lấn. Côn trùng và mầm dịch bệnh thường được tạo điều kiện phát triển do khí hậu ấm lên. Khi hệ sinh thái thay đổi, rừng và các loại khác sinh sống trong rừng thay đổi theo điều kiện khí hậu thay đổi, thậm chí dễ bị rối loạn. Phân bố theo vĩ độ (và theo độ cao) của loài cây rừng được xác định bởi điều kiện khí hậu. Quá trình BĐKH có tác động đến những loài cây có thể tồn tại hoặc thay thế bởi các loài cây phù hợp với điều kiện mới hơn

- *Tác động của BĐKH đến thủy sản và nuôi trồng thủy sản*

Các ngành hoạt động liên quan đến đánh bắt hải sản rất nhạy cảm đối với BĐKH. Nhiệt độ ấm lên ở các vùng biển ấm kéo theo sự thay đổi về các dòng hải lưu ven bờ và làm thay đổi phân bố nguồn thức ăn, do đó dẫn đến sự di cư của các loài thủy sản. Quá trình axit hóa đại dương do nhiệt độ nóng lên cũng làm thay đổi các động vật bậc thấp (nguồn thức ăn của cá) làm thay đổi năng suất của cá [81]. Nuôi trồng thủy sản biển phụ thuộc rất nhiều vào môi trường sống ven biển và rất khó để phân biệt giữa tác động do BĐKH, thay đổi môi trường tự nhiên xung quanh và các cải tiến trong công nghệ đánh bắt thủy hải sản. Sự xuất hiện, lây lan và mức độ nghiêm trọng của bệnh, ký sinh trùng, các mầm bệnh, sự lây lan các loài mới do nước biển ấm lên cũng có thể có khả năng gây thiệt hại cho ngành nuôi trồng, đánh bắt thủy hải sản.

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến sức khỏe con người*

BĐKH góp phần gia tăng bệnh tật, gây tử vong sớm. Gần như tất cả các tác động môi trường và xã hội của BĐKH cuối cùng đều có thể ảnh hưởng đến sức khỏe con người thông qua thay đổi thời tiết, thay đổi chất lượng nước, chất lượng không khí, lương thực phẩm, dịch vụ vệ sinh, sinh kế, cơ sở hạ tầng và di cư. BĐKH có thể ảnh hưởng đến sức khỏe hiện có cả tích cực và tiêu cực và có thể xuất hiện những rủi ro sức khỏe mới với khu vực trước đây không bị ảnh hưởng [65].

BĐKH có thể làm trầm trọng thêm các vấn đề môi trường, như xon khí và nồng độ ozone hiện tại, đặt ra những thách thức bổ sung để cung cấp dịch vụ nước

và vệ sinh môi trường bền vững, tăng nguy cơ xuất hiện các bệnh truyền qua thực phẩm, cũng như ảnh hưởng đến sự phân bố của các bệnh truyền nhiễm [51]. Gần một nửa trong số hơn 50 bệnh truyền nhiễm xuất hiện ở các nước thành viên EU có thể trực tiếp hoặc gián tiếp do ảnh hưởng của BĐKH.

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến năng lượng*

Theo cơ quan môi trường Châu Âu EEA năng lượng đóng một vai trò cơ bản trong việc hỗ trợ tất cả các khía cạnh của cuộc sống hiện đại. Mặt khác, các nguồn cung cấp năng lượng và nhu cầu năng lượng rất nhạy cảm với những thay đổi về khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ. Tần số ngày xuất hiện thời tiết khắc nghiệt, bao gồm sóng nhiệt, hạn hán và bão có khả năng tăng đặt ra những thách thức lớn cho các nhà máy điện. Đặc biệt, hiệu suất và sản lượng nhà máy nhiệt điện có thể bị ảnh hưởng bởi sự gia tăng nhiệt độ hoặc giảm lượng nước phục vụ làm mát. Bão cũng có thể đặt ra một thách thức trong việc bảo vệ các cơ sở hạ tầng năng lượng, như các mạng lưới truyền tải và phân phối điện; Gia tăng lũ lụt có thể ảnh hưởng đến các nhà máy điện và trạm biến áp. Lượng mưa thay đổi làm gia tăng tính không chắc chắn trong việc đầu tư vào các nhà máy thủy điện và sản lượng, tích nước và ảnh hưởng đến lợi ích của địa phương có nhà máy nhiệt điện. Sản xuất thủy điện cũng có thể bị ảnh hưởng bởi sự gia tăng trầm tích vào các hồ chứa do tăng xói mòn và hậu quả của BĐKH. Cung cấp năng lượng tái tạo cũng có thể bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu, không những do tác động vào việc sản xuất năng lượng sinh học mà còn về tuabin gió và các tế bào năng lượng mặt trời.

- *Tác động của biến đổi khí hậu đến cơ sở hạ tầng*

Cơ sở hạ tầng nói chung và đặc biệt là cơ sở hạ tầng giao thông vận tải và hoạt động trên đất liền rất nhạy cảm với những thay đổi khí hậu. Một số quốc gia ở châu Âu đã phải đánh giá tác động môi trường tiềm năng đến cơ sở hạ tầng giao thông vận tải do BĐKH. Mức độ chi tiết trong phân tích và xem xét các rủi ro tiềm năng và tác động trên các lĩnh vực giao thông có khác nhau đáng kể tùy thuộc vào từng vùng. Hầu hết các nghiên cứu về tiềm năng tác động khí hậu đến cơ sở hạ tầng giao thông và lựa chọn thích ứng tập trung vào vận tải đường sông, hạ tầng đường

sắt, và giao thông đường bộ.

Thực tế cho thấy, các tác động tiềm tàng của BĐKH là khác nhau tại các khu vực khác nhau trên trái đất. BĐKH có tác động lớn đến các khu vực ven biển, ven sông, nơi có mức độ đô thị hóa nhanh và nhạy cảm mạnh với các hiện tượng thời tiết cực đoan [43]. BĐKH ở quy mô địa phương có thể làm gia tăng các rủi ro liên quan, hoặc cũng là cơ hội cho các nước tiến hành hoạt động giảm thiểu các rủi ro do BĐKH gây ra. Ví dụ, phân tích ở quy mô thành phố có khả năng trùng hợp chặt chẽ hơn với địa giới hành chính địa phương và do đó, tạo điều kiện cho các quyết định liên quan đến thích ứng ở một mức độ thích hợp về mặt quản lý.

Theo thống kê, khoảng một nửa dân số thế giới hiện đang sống ở các thành phố và mức độ tập trung sẽ tăng cao hơn nữa trong những năm tới [87]. Các thành phố cũng là trung tâm hoạt động kinh tế - chính trị và là nơi có khả năng về phương tiện để thảo luận và thực hiện các chính sách về BĐKH. Các hành động giảm nhẹ cho thành phố ngày càng được quan tâm, trong đó, tác động của BĐKH thường được ưu tiên xem xét. McGranahan & McKinnon [63] cho rằng, các khu định cư đô thị lớn có xu hướng tập trung nhiều hơn ở vùng ven biển, và khoảng 65% các thành phố có dân số lớn hơn 5 triệu được đặt tại các khu vực này. Trên toàn cầu, có nhiều khu vực đông dân cư ven biển và các thành phố lớn nằm dưới mực nước biển trung bình, dễ bị ngập lụt bởi nước dâng do bão.

Tác động tiềm tàng của BĐKH có ảnh hưởng nghiêm trọng đến cơ sở hạ tầng đô thị như hệ thống giao thông mặt đất, công trình ngầm cũng có thể bị tổn thương do các yếu tố cực đoan. Lũ lụt là một ví dụ về tác động tiềm năng nghiêm trọng trong khu vực đô thị vì mật độ dân số tương đối cao [83]. Một số các nghiên cứu đã tiến hành phân tích chi tiết các tác động ở quy mô thành phố đến các lĩnh vực như các nghiên cứu đánh giá các tác động của BĐKH đến thành phố London [67] và các bài học thích ứng với BĐKH tại London [68] của Chương trình BĐKH London (LCCP), hay các nghiên cứu cho thành phố New York trong báo cáo cơ sở về tiến hành các nhiệm vụ BĐKH của Cục Bảo vệ Môi trường thành phố New York (DEP NYC) [60], báo cáo về mái nhà xanh của khu đô thị New York [79] do Trung

tâm nghiên cứu hệ thống khí hậu của Trường Đại học Columbia và Viện Goddard NASA thực hiện, trong đó, ước tính định lượng tác động tiềm năng (về mặt vật lý/kinh tế). Một số các nghiên cứu tác động tiềm tàng do BĐKH đến các thành phố của Canada (như Toronto, Montreal, Vancouver của tác giả Ligeti, 2007), Australia và New Zealand (như Sydney, Melbourne, Wellington – của tác giả Preston và Jones, 2006, Maunsell, 2008) [74] và một số nghiên cứu khác liên quan đến sự gia tăng mực nước biển ở Alexandria và Singapore [70, 58].

Cùng với việc đánh giá tác động ở quy mô thành phố thì quy mô khu vực cũng được xem xét. Những ảnh hưởng trong một thành phố có thể do những hậu quả khác nhau tùy thuộc vào các mức độ tiếp xúc của con người, hệ sinh thái và cơ sở hạ tầng,.. trên thành phố đó và các hình thức thích ứng có thể khác nhau. Mối liên hệ của thành phố và các vùng lân cận về kinh tế-xã hội, giao thông,...cũng được xem là yếu tố quan trọng trong đánh giá tác động của BĐKH. Do đó, tác động của BĐKH đối với sản xuất nông nghiệp hoặc cơ sở hạ tầng giao thông,...sẽ có tác dụng rất lớn không những ở khu vực trung tâm mà cả khu vực lân cận.

Một số lớn các thành phố trong các khu vực khác nhau trên thế giới đã thực hiện phân tích một phần hoặc đánh giá tác động tiềm tàng BĐKH. Đây là khu vực có dân số lớn và là trung tâm KT-XH quan trọng quốc gia [88], do đó những tác động tiềm tàng có xu thế gia tăng trong điều kiện BĐKH và mực nước biển, bão tăng.

Các thành phố ven biển Châu Á chịu nhiều tác động trực tiếp do nước biển dâng, bao gồm ngập lụt và xói mòn bờ biển và mất đất, gia tăng lũ lụt, bão, tăng độ mặn ở các cửa sông và mực nước ngầm ven biển, và hệ thống thoát nước bị ảnh hưởng. Tác động tiềm tàng gián tiếp là thay đổi trong phân phối các trầm tích đáy, những thay đổi trong chức năng của hệ sinh thái ven biển và tác động đối với hoạt động giải trí.

Cho đến nay, hàng loạt tác động tiềm tàng của BĐKH đã được xác định. Một số nghiên cứu gần đây đã mô tả vấn đề này, như báo cáo của IPCC [43] cho thấy, có sự đồng thuận về những tác động quan trọng nhất của BĐKH đến các thành phố

gồm:

- Ảnh hưởng của nước biển dâng và nước dâng do bão đến các thành phố ven biển;
- Ảnh hưởng của hiện tượng cực đoan (bão và nước dâng do bão, lũ lụt do mưa lớn; cực nóng và hạn hán) đến cơ sở hạ tầng xây dựng;
- Ảnh hưởng đến sức khỏe (có nguyên nhân từ nhiệt độ cao hơn trung bình và/hoặc các hiện tượng cực đoan);
- Tác động đến sử dụng năng lượng (nhu cầu năng lượng dùng để sưởi ấm và làm mát);
- Tác động đến nguồn tài nguyên nước và nguồn lực lao động;
- Tác động đến du lịch và di sản văn hóa;
- Tác động đến hệ sinh thái và quá trình đô thị hóa;
- Tác động đến ô nhiễm không khí

Tác động trực tiếp ít quan trọng hơn bao gồm du lịch, di sản văn hóa, đa dạng sinh học và các hậu quả của ô nhiễm không khí. Các hệ quả này được xem như hậu quả thứ cấp ở các thành phố do các hoạt động kinh tế ở thành phố và các vùng xung quanh. Những tác động này bao gồm cả những tác động tiềm năng do BĐKH gây ra với sản xuất, các dịch vụ kinh tế, chi phí nguyên liệu và đầu vào cho sản xuất, chi phí cho các doanh nghiệp, khả năng cạnh tranh và hoạt động kinh tế ở quy mô lớn hơn.

1.1.2 Tổng quan các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH ở Việt Nam

Đã có nhiều nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH ở Việt Nam 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.

Dự án "Ảnh hưởng tiềm tàng về KT-XH của BĐKH tại Việt Nam" (1994), đánh giá các dao động khí hậu hiện tại đến môi trường tự nhiên và KT-XH. Trong đó, tập trung đánh giá tác động tiềm tàng của dao động khí hậu đối với nông nghiệp,

sức khỏe con người, sản xuất và sử dụng năng lượng, đốn rừng ngập mặn và đánh bắt, nuôi trồng thủy hải sản ở các vùng ven biển. Dự án cũng nghiên cứu ảnh hưởng tiềm tàng của nhiệt độ tăng cao đối với sự phát triển của sâu, bệnh cây trồng.

Dự án “Xây dựng năng lực thích ứng với BĐKH ở miền Trung Việt Nam” (2002 - 2005) do CECI thực hiện có mục tiêu là nâng cao năng lực để lập, xây dựng và thực hiện các chiến lược thích ứng cho cộng đồng thông qua việc phòng chống thiên tai, lồng ghép việc phòng và giảm thiểu rủi ro, thiệt hại vào kế hoạch phát triển địa phương.

Roger Few và nnk (2006) khi nghiên cứu mối quan hệ giữa thích ứng với BĐKH, quản lý rủi ro thiên tai đã xét đến (1) Nguy cơ của BĐKH, thiên tai và các tác động tiềm năng của BĐKH; (2) Cách tiếp cận trong quản lý rủi ro thiên tai; (3) Cách tiếp cận trong thích ứng với BĐKH; (4) Nghiên cứu điển hình ở Nam Định [80].

Peter Chaudhry và Greet Ruyschaert (2007) đã tập hợp các vấn đề về BĐKH trong báo cáo điển hình “BĐKH và phát triển con người ở Việt Nam”, đã tổng quan các nội dung: (1) Nghèo, Thiên tai & BĐKH; (2) Các xu thế & dự báo về tính dễ tổn thương về vật lý trước BĐKH như đất đai và khí hậu; Những biến đổi về nhiệt độ và lượng mưa; Những biến đổi về lũ lụt và hạn hán; Thay đổi các hình thái bão; Mực nước biển dâng; Các tác động đến nông nghiệp; Nghề cá và nuôi trồng thủy sản; BĐKH và sức khỏe con người; (3) Tính dễ tổn thương do BĐKH trong bối cảnh kinh tế-xã hội đang thay đổi; (4) Chính sách ứng phó với BĐKH [73].

Dự án “Nghiên cứu BĐKH ở Đông Nam Á và đánh giá tác động, tổn hại và biện pháp thích ứng đối với sản xuất lúa và tài nguyên nước” (2007) [29] do Viện KH KTTV&MT hợp tác với SEA START thực hiện, nhằm xây dựng các kịch bản BĐKH cho khu vực Đông Nam Á và Việt Nam, đánh giá những tác động của BĐKH đến các yếu tố như nhiệt độ, mưa;

Dự án “Nghiên cứu tác động của BĐKH ở lưu vực sông Hương và chính sách thích nghi ở huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế” (2006-2008) [30] do Viện

KH KTTV&MT thực hiện với sự tài trợ của Chương trình hỗ trợ nghiên cứu khí hậu Hà Lan (NCAP), là một nghiên cứu thí điểm áp dụng, lồng ghép các thông tin về BĐKH vào kế hoạch phát triển KT-XH cho một vùng cụ thể, làm cơ sở đề xuất các giải pháp thích nghi với BĐKH;

Dự án “Lợi ích của thích nghi với BĐKH từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ, đồng bộ với phát triển nông thôn” (2005-2007) do Viện KH KTTV&MT thực hiện với sự tài trợ của DANIDA Đan Mạch tài trợ [27] đã xác định những lợi ích rõ rệt và nhiều mặt từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ là phát triển nông thôn, thích nghi với BĐKH và giảm nhẹ BĐKH. Mục tiêu cụ thể của dự án là: (1) Xác định được lợi ích của các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ trong việc thích nghi với BĐKH; (2) Phân tích và xác định được lợi ích của thủy điện vừa và nhỏ đối với phát triển nông thôn trong vùng nghiên cứu thí điểm; (3) Kiến nghị được các biện pháp giảm thiểu tác động đến môi trường và đời sống của người dân do các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ gây ra, đặc biệt đối với những cộng đồng dân nghèo [27];

Dự án “Tác động của nước biển dâng và các biện pháp thích ứng ở Việt Nam” (2008-2009) do Viện KH KTTV&MT thực hiện với sự tài trợ của DANIDA - Đan Mạch [32] với các mục tiêu: (1) Nâng cao hiểu biết về các phương pháp đối phó với thiên tai do BĐKH và nước biển dâng ở Việt Nam; (2) Bảo vệ các cộng đồng ven biển, mà đa số thuộc nhóm người nghèo và dễ bị tổn thương do thiên tai, cũng như bảo vệ các ngành kinh tế ở vùng ven biển khỏi tác động tiêu cực của nước biển dâng; (3) Đề xuất các chiến lược nhằm hướng tới việc sử dụng hợp lý tài nguyên vùng ven biển, phục vụ phát triển kinh tế, đồng thời bảo vệ môi trường tự nhiên và kinh tế - xã hội trong vùng ;

Đề tài “Nghiên cứu ảnh hưởng của BĐKH đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế - xã hội ở Việt Nam” (2008-2010) thuộc Chương trình khoa học Công nghệ trọng điểm KC-08. Mục tiêu của đề tài là: (1) Làm rõ được những tác động của BĐKH đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và kinh tế xã hội Việt Nam; và (2) Đề xuất được các giải pháp chiến

lược nhằm thích ứng với BĐKH và giảm nhẹ tác động xấu do BĐKH gây ra [21].

Đề tài “Nghiên cứu tác động của BĐKH toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó” (2009-2010) thuộc Chương trình khoa học Công nghệ trọng điểm KC08. Mục tiêu của đề tài là: Nghiên cứu đánh giá những tác động của BĐKH toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, từ đó đề xuất các phương pháp để dự báo [22].

Như vậy, các nghiên cứu đánh giá tác động của BĐKH tại Việt Nam đã được nhiều cơ quan nhà nước, các viện nghiên cứu, các tổ chức trong nước và quốc tế tiến hành từ những thập niên 90. Những nghiên cứu khởi đầu tập trung vào nhận thức về BĐKH và phân tích xu thế BĐKH dựa theo các tài liệu quan trắc trong lịch sử. Những nghiên cứu về sau đã đi sâu vào đánh giá tác động của BĐKH đến các lĩnh vực kinh tế - xã hội cũng như các lĩnh vực tự nhiên và địa phương khác nhau. Ngoài ra, một số nghiên cứu cũng đã đề xuất 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 trong bối cảnh biến đổi khí hậu

Quá trình đánh giá tổn thương và thích ứng là một thành phần không thể thiếu trong bối cảnh BĐKH khi xem xét đến hệ thống kinh tế tự nhiên và xã hội.

"Tổng quát về phương pháp và công cụ để đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương do BĐKH", phương pháp, công cụ để đánh giá tính dễ tổn thương do BĐKH ngày càng trở nên sâu sắc và tính ứng dụng càng được phổ biến, nhiều cách tiếp cận khác nhau đã được phát triển trong Báo cáo của Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (UNFCCC). Tuy nhiên, phương pháp tiếp cận và công cụ nào cũng có hạn chế về năng lực đánh giá. Theo Heinz, 2007, Schipper et al, 2010, Downing và cộng sự, 2012, cách tiếp cận đánh giá tác động và thích ứng đã được phát triển, tuy nhiên chất lượng và hiệu quả của nhiều phương pháp tiếp cận chưa được đánh giá đầy đủ. Một số phương pháp tiếp cận khái niệm đã không được kiểm

tra và một số kết quả nghiên cứu cụ thể được áp dụng không thành công với bối cảnh khác và do đó việc ứng dụng rộng hơn các nghiên cứu này còn là vấn đề không chắc chắn.

1.2.1 Trên thế giới:

Mối quan hệ giữa các hoạt động kinh tế - xã hội của con người và ảnh hưởng của thiên tai về khía cạnh kinh tế - xã hội đã được nghiên cứu trong nhiều thập kỷ qua. Những hiểm họa về thiên tai đối với con người giúp các nhà quản lý có cơ sở xây dựng các khung xác định tính dễ bị tổn thương do thiên tai và tìm biện pháp giảm thiểu nó. Trong khuôn khổ đánh giá tính dễ bị tổn thương, ưu tiên an ninh sinh kế và năng lực cộng đồng để đối phó với tổn thương xuất phát từ thiên tai quan trọng hay dự báo được, nó thường được hiểu rằng tổn thương không làm cho con người nghèo đi nhưng người nghèo lại là đối tượng dễ bị tổn thương nhất. [44]

Theo quan điểm của IPCC (2007) [53], tính dễ bị tổn thương là hàm của độ phơi lộ E, độ nhạy S và khả năng thích ứng AC ($V=f(E, S, AC)$). Do chưa đưa ra được một hàm toán học chính xác về tính dễ bị tổn thương nên việc áp dụng các khái niệm này có thể được hiểu theo nhiều cách khác nhau.

Ngân hàng Thế giới (WB) đã công bố một báo cáo về phương pháp định lượng đánh giá mức dễ bị tổn thương trong "Đánh giá BĐKH và Phát triển" [85]. Trong chương "đánh giá tính dễ bị tổn thương như một công cụ để xây dựng khả năng phục hồi trong các cộng đồng ven biển Mauritius", các tác giả định lượng mức tổn thương về cơ sở vật chất, kinh tế- xã hội (vật lý, sinh học, xã hội, kinh tế và văn hóa) hiện có và tác động do BĐKH đến cơ sở vật chất, kinh tế- xã hội. Năm 2009, Panray, Noyensing, & Reddi WWF Ấn Độ phát triển phương pháp đánh giá tổn thương dựa trên chỉ số tổn thương sinh kế và đã đánh giá định lượng tính dễ tổn thương bằng cách đưa ra các chỉ số về điều kiện tiếp xúc, nhạy cảm và khả năng thích ứng [72, 49].

Bảng 1.1 và Phụ lục 1 cho biết thành phần khác nhau trong quá trình nghiên cứu đánh giá tổn thương được phát triển bởi các tổ chức khác nhau. Nhìn chung,

hầu hết các đánh giá cộng đồng đều dựa vào việc điều tra vùng nông thôn như, phỏng vấn, khảo sát, điều tra, chia sẻ trao đổi thông tin... Trên thực tế, nhiều tổ chức đã đề nghị các hướng dẫn riêng để tiến hành thu thập các thông tin về cộng đồng. Phụ lục 2 trình bày các thành phần hướng dẫn để đánh giá tính dễ bị tổn thương của một số tổ chức trên thế giới sử dụng cho đánh giá tính dễ tổn thương cho cộng đồng hiện tại.

Bảng 1.1: Hướng dẫn các thành phần trong quá trình nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương

Thành phần đánh giá tổn thương	Hướng dẫn thực hành
Phơi lộ (Exposure)	Mùa trong năm, dòng thời gian, mùa mưa, xu hướng khí hậu
Nhạy cảm/ Tác động (Sensitivity/impact)	Mô hình tinh thần, bản đồ thiên tai, tính toán quá trình xu hướng thiệt hại, chuỗi thảm họa, tác động sinh lý, chuỗi tác động thiệt hại, mất cắt chung, thiên tai tác động đến các vấn đề xã hội, kịch bản phát triển cho rủi ro tiềm tàng, tác động chéo...
Khả năng thích ứng (Adaptive Capacity)	Bản đồ xã hội, bản đồ cộng đồng, bản đồ tài nguyên, nguồn lương thực, đánh giá tổn thương nguồn sinh kế, đánh giá tài sản sinh kế, ma trận tổn thương, biểu đồ Venn, đánh giá chiến lược ứng phó, hiệu quả của chiến lược ứng phó, xếp hạng ưu tiên, xếp hạng tài sản...

Từ tổng quan về các cách đánh giá tính dễ bị tổn thương rút ra kết luận sau:

- IUCN: cung cấp một danh sách toàn diện các chỉ số về cơ hộ gia đình và cộng đồng thích ứng [61].
- Tổ chức quốc tế CARE: Đưa ra các bài học từ khung kế hoạch CARE liên quan đến quy mô của sự thích nghi, tập trung vào các khía cạnh chất lượng của việc giải quyết các nguyên nhân cơ bản của tổn thương ở các quy mô (từ trung ương đến các hộ gia đình/cá thể) [48]; Tính dễ bị tổn thương thực tế đến hành động ứng phó (V2R) đã nhấn mạnh bản chất động lực và mang tính chu kỳ của việc xây dựng khả năng phục hồi trước BĐKH [75].
- Ngân hàng Thế giới WB: Đưa ra các hướng dẫn về "Lồng ghép thích ứng với BĐKH trong nông nghiệp và quản lý tài nguyên thiên nhiên" cung cấp cho việc phát triển các thành phần trên cơ sở tham gia, xây dựng một môi trường chính sách thuận lợi, phân tích kinh tế.

- Christian Aid: Cung cấp một số khái niệm trong việc thực hiện đánh giá tổn thương và lập kế hoạch tiếp theo.
- IIED: Bao gồm nhiều ví dụ hữu ích có sự tham gia của các hiện tượng thời tiết cực đoan, một số trong đó được thiết kế đặc biệt để thay đổi khí hậu.
- LFP & UKAid: Có sự tham gia để xác định môi nguy khí hậu và sau đó phân tích tính dễ tổn thương và khả năng thích ứng dựa vào sinh kế -tài sản.
- DFID với nền tảng chủ yếu đánh giá sinh kế bền để đánh giá tính dễ bị tổn thương.

Bảng 1.2. So sánh các cách đánh giá tính dễ bị tổn thương của các tổ chức khác nhau

Phương pháp tiếp cận	Trên xuống	Dưới lên
Mục đích	Đánh giá tính dễ bị tổn thương	Đánh giá tính dễ bị tổn thương
Ưu điểm	Phương pháp tiếp cận từ trên xuống được thiết kế chủ yếu để giúp hiểu được những tác động lâu dài, tiềm năng của BĐKH	Nhạy cảm với những BĐKH hiện tại và cực đoan, cũng như các chiến lược thích ứng hiện tại dựa trên kinh nghiệm thực tế
Hạn chế	Xác định tổn thương cực đoan và lập kế hoạch thích ứng ở địa phương do nó hoàn toàn mang tính chất vật lý	Phải có sự tham gia của địa phương trong quá trình thực hiện đánh giá (đánh giá này mang tính chất điều tra)

Tóm lại:

Các nghiên cứu nêu trên cho thấy rằng: có nhiều cách tiếp cận khác nhau đã được đề xuất, phát triển để đánh giá tính dễ bị tổn thương do BĐKH (dựa trên các mối nguy hiểm đến an ninh lương thực, người nghèo, sinh kế bền vững) cho các lĩnh vực liên quan, một số phương pháp tiếp cận khác theo định nghĩa của IPCC (để định lượng tính dễ bị tổn thương trong cộng đồng). Trong cộng đồng các nhà khoa học nghiên cứu về BĐKH, khả năng phục hồi thường được sử dụng cùng với thích ứng để đánh giá mức độ đáp ứng của xã hội trước mối đe dọa của BĐKH.

Theo quan điểm nghiên cứu thiên tai, những hiện tượng cực đoan nguy hiểm, liên quan đến BĐKH gồm lũ lụt, hạn hán, bão, và nước biển dâng. Có bốn phần chính trong nghiên cứu về BĐKH bao gồm: 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 bị tổn thương; 3) thước đo tính dễ bị tổn thương và xây

dựng các chỉ số; và 4) số liệu mức độ dễ bị tổn thương và bản đồ.

Các nghiên cứu cũng cho thấy, không có phương pháp duy nhất phù hợp cho tất cả các quốc gia và địa phương, và phương pháp được lựa chọn dựa trên cơ sở nhu cầu thông tin cụ thể và phù hợp với pháp luật hiện tại, các khuôn khổ kế hoạch và chu kỳ, nguồn nhân lực, và các dữ liệu có sẵn.

Trong khi đã có nhiều phương pháp và công cụ được phát triển, thì có rất ít phương pháp xác định tính dễ bị tổn thương có thể áp dụng ở nhiều vùng khác nhau. Hơn nữa, hướng dẫn cho cộng đồng/các bên liên quan tham gia và phát triển chiến lược truyền thông thường không có; thiếu thông tin về "hướng dẫn" làm giảm khả năng của các bên liên quan tham gia đánh giá trong việc tiếp cận trong hoàn cảnh cụ thể và lựa chọn đánh giá tính dễ bị tổn thương dẫn tới trọng số của các chỉ thị trong tính toán tính dễ bị tổn thương vẫn chưa được thống nhất.

1.2.2 Tại Việt Nam

Ngay từ đầu những năm 2000, ở Việt Nam cũng đã có những nghiên cứu về lý thuyết và phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương trong các ngành khác nhau. Mai Trọng Nhuận và cộng sự (2002, 2005, 2009) [15] đã nghiên cứu đánh giá tính dễ bị tổn thương về môi trường, vùng ven biển Việt Nam, đới duyên hải Nam Trung Bộ, đới ven biển Phan Thiết-Hồ Tràm, tài nguyên địa chất tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu. Cũng theo hướng nghiên cứu này, Thái Thành Lược và nnk (2008) đã “Đánh giá mức độ tổn thương hệ thống tự nhiên KT - XH vùng biển Hà Tiên - vịnh Cây Dương (Kiên Giang)” [20]. Nguyễn Kim Lợi (2012) đã “Đánh giá tính dễ bị tổn thương do trượt lở đất ở Việt Nam” [19]. Các tác giả đã sử dụng phương pháp, quy trình và tiêu chí tổn thương xã hội của Cutter, tổn thương địa chất của NOAA, tổn thương môi trường của SOPAC, tổn thương đới ven bờ của Sở Địa chất Hoa Kỳ. Võ Hồng Tú và nnk (2012) đã đánh giá tổn thương sinh kế nông hộ bị ảnh hưởng lũ tại tỉnh An Giang và các giải pháp ứng phó, sử dụng bộ công cụ PRA với tiếp cận bằng các tham số: Hiểm họa (mưa lớn, nắng nóng, ...), diện lộ (con người, tài chính, vật thể, xã hội và tự nhiên) và khả năng chống chịu (các biện pháp ứng phó với lũ). Kết quả

cho thấy sinh kế của người dân tổn thương cao hay thấp khi có lũ [28]. Thiên về đánh giá rủi ro kinh tế, *Tô Ngọc Thúy và nnk (2010)* đã nghiên cứu đánh giá tổn thương do NBD đến từng ngành kinh tế của tỉnh Thừa Thiên Huế, trong đó lấy đối tượng là các ngành kinh tế và không xét đến tính phơi lộ về yếu tố xã hội cũng như môi trường [25].

Tổ chức Oxfam tại Việt Nam và Viện Sau đại học về nghiên cứu môi trường, trường Đại học Kyoto Nhật Bản đã tiến hành nghiên cứu những lựa chọn để giải quyết rủi ro do hạn hán ở Việt Nam, phân tích ảnh hưởng của tần suất hạn hán tới sinh kế của cộng đồng tại các khu vực thường xuyên bị hạn hán của Ninh Thuận, Việt Nam.

Việt Nam đã thực hiện chương trình mục tiêu quốc gia để đối phó với BĐKH từ năm 2008, nhưng tài liệu này chỉ đề cập vài vùng mà con người dễ bị tổn thương nhất. Một số nghiên cứu chính có thể kể đến:

+ “*Nguy cơ tổn thương do BĐKH đối với nước và điều kiện vệ sinh*” cho tỉnh Bến Tre, được thực hiện bởi AECOM Châu Á, hoàn thành vào năm 2011. Nghiên cứu xem xét khả năng tổn thương do BĐKH ở tỉnh Bến Tre, và xác định những huyện có nguy cơ tổn thương nhất trong mối quan hệ với tài nguyên nước, nghèo đói, sinh kế và khả năng cung cấp nước, cơ sở hạ tầng vệ sinh và các dịch vụ của tỉnh.

+ Năm 2011, Tổng cục Môi trường đã hoàn thành báo cáo “Điều tra, đánh giá và cảnh báo biến động của các yếu tố khí tượng thủy văn và sự dâng cao mực nước biển do BĐKH có nguy cơ gây tổn thương tài nguyên môi trường vùng biển và dải ven biển Việt Nam, đề xuất các giải pháp phòng tránh và ứng phó” [5]. Trong đó đã phân tích, đánh giá biến động, xu thế và quy luật hoạt động của các yếu tố khí tượng, thủy văn gây tổn thất trong mối liên hệ với sự BĐKH, khẳng định bão, ATNĐ, gió mùa, thủy triều là các nhân tố chính tạo ra sự dâng rút của mực nước biển.

+ Trong khuôn khổ Dự án “Mạng lưới các thành phố ở châu Á có khả năng

chống chịu với BĐKH (ACCCRN)” do quỹ Rokefeller tài trợ cho Việt Nam tại 3 thành phố Cần Thơ, Đà Nẵng và Quy Nhơn (từ năm 2009) đã xác định các vùng, cấp độ, các nhóm và thành phần bị tổn thương nhất bởi BĐKH và nguyên nhân dẫn đến trạng thái này.

+ “*Quy mô xã hội và thích ứng với BĐKH tại Việt Nam*” được xuất bản bởi Ngân hàng thế giới vào năm 2011, tập trung vào các dạng phân cấp khác nhau của mức độ tổn thương xã hội do BĐKH, đồng thời đánh giá chính sách và khung thể chế cho thích ứng – cho quốc gia, vùng miền và các cấp độ địa phương [8].

Đồng bằng sông Cửu Long được Ngân hàng thế giới đánh giá [6] là một trong ba đồng bằng trên thế giới dễ bị tổn thương nhất bởi nước biển dâng. Do vậy, đã có rất nhiều công trình khoa học nghiên cứu về BĐKH cho khu vực này như dự án “*Đánh giá sơ bộ tác động của nước biển dâng tại khu vực Đồng bằng sông Hồng, khu vực duyên hải miền Trung, Đồng bằng sông Cửu Long*” do Viện Quy hoạch Thủy lợi và Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam thực hiện năm 2008. Năm 2009, Trung tâm START vùng Đông Nam Á (Đại học Chulalongkorn, Thái Lan) và Viện Nghiên cứu BĐKH- Đại học Cần Thơ đã phối hợp chạy mô hình khí hậu vùng PRECIS với kịch bản A2 và B2, dựa vào chuỗi số liệu khí hậu giai đoạn 1980-2000 để phỏng đoán BĐKH giai đoạn 2030-2040.

Thực hiện Chương trình Mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã hoàn thành việc cập nhật Kịch bản BĐKH, NBD cho Việt Nam và chính thức công bố vào tháng 06 năm 2012. Báo cáo này là cơ sở để đánh giá chi tiết tác động của BĐKH đối với các ngành, địa phương.

Nhận xét:

Các nghiên cứu nêu trên đã phân nào khái quát tình hình nghiên cứu trên thế giới và Việt Nam về tính dễ bị tổn thương và năng lực thích ứng với BĐKH, trong đó nổi bật các vấn đề sau:

Tính dễ bị tổn thương bao gồm các yếu tố: Xã hội (nghèo đói, bất bình đẳng, mù chữ...), lý sinh (sức khỏe và dinh dưỡng), sinh thái học và kinh tế. 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 đã xây dựng các bản đồ 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 BĐKH ở Việt Nam nói chung và những khu vực, địa phương cụ thể còn riêng lẻ và chưa thống nhất, chưa có những nghiên cứu chuyên sâu đánh giá tổng hợp mức độ dễ bị tổn thương của BĐKH đến tất cả các lĩnh vực tự nhiên và KT - XH. Trong khi đó, nhằm đáp ứng nhu cầu thực tiễn, việc tính toán tính dễ bị tổn thương không chỉ nằm ở xây dựng và đánh giá bộ chỉ số theo đặc trưng của các dạng thiên tai và mức độ nhạy cảm cũng như khả năng ứng phó mà còn xét đến các lĩnh vực KT-XH nhằm đánh giá cụ thể mức độ, cường độ và khả năng chống chịu, từ đó đề xuất các giải pháp thích ứng phù hợp.

Trong hầu hết các nghiên cứu, mức độ dễ bị tổn thương được đánh giá thông qua các tham số rủi ro, phơi lộ và khả năng chống chịu của hệ thống mà chưa đánh giá khả năng tự phục hồi cũng như chỉ đánh giá tính dễ bị tổn thương của hệ thống tự nhiên – xã hội mà ít xét đến khía cạnh kinh tế hay phơi lộ về yếu tố xã hội, môi trường. Điều này khiến cho công tác đánh giá mức độ dễ bị tổn thương theo thời gian và không gian thiếu tính tổng thể và khó đạt được hiệu quả trong các phương án quy hoạch trong tương lai.

Nhìn chung, các nghiên cứu tập trung đánh giá các tác nhân vật lý, các tác động của BĐKH và trạng thái của hệ thống xã hội trên quy mô lớn, do vậy chưa đáp ứng được yêu cầu quy hoạch và thích ứng ở quy mô địa phương. Thêm vào đó, các phương pháp thông thường lại đòi hỏi nhiều ràng buộc về kỹ thuật và khả năng cung cấp số liệu, do vậy đã hạn chế phạm vi sử dụng trong mô hình hóa hệ thống cũng như đánh giá định lượng. Đặc biệt, hầu hết các nghiên cứu đều tập trung đánh giá và đưa ra các chỉ số tính toán tính dễ bị tổn thương theo các hàm thành phần bằng phương pháp chuyên gia hoặc trọng số bình quân mà chưa đánh giá định

lượng theo mức độ tác động và ảnh hưởng của các yếu tố. Việc đánh giá theo kinh nghiệm phụ thuộc tính chủ quan và hiểu biết của người đánh giá, có thể dẫn đến những sai lệch khi xác lập bộ chỉ số tổn thương chính xác theo thời gian cho các khu vực khác nhau. Hơn nữa, mặc dù đã có những nghiên cứu sử dụng đến phương pháp định lượng các nhóm chỉ số bằng cách phân trọng số cho từng chỉ số và cho từng yếu tố nhưng vẫn chưa chỉ rõ cơ sở xây dựng trọng số để tính toán chỉ số dễ bị tổn thương theo các ngành và lĩnh vực kinh tế - xã hội.

Như vậy có thể thấy, phương pháp được sử dụng trong các nghiên cứu còn hạn chế do chưa chỉ ra 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. Đồng thời, để tính toán chỉ số dễ bị tổn thương, việc xác định trọng số của từng chỉ số phụ đóng góp vào chỉ số dễ bị tổn thương theo nhiều cách khác nhau. Điều này cần phải được tiếp tục nghiên cứu.

1.3. Sơ lược về Thành phố ven biển Đà Nẵng

1.3.1 Điều kiện tự nhiên

1.3.1.1 Vị trí địa lý

TP Đà Nẵng thuộc Vùng duyên hải trung Trung bộ, có tọa độ địa lý: $15^{\circ} 55' 19''$ đến $16^{\circ} 31' 20''$ Vĩ độ Bắc và từ $107^{\circ} 49' 11''$ đến $108^{\circ} 20' 20''$ Kinh độ Đông, Phía Đông giáp biển Đông; phía tây giáp tỉnh Thừa Thiên - Huế và tỉnh Quảng Nam; phía nam giáp tỉnh Quảng Nam; phía bắc giáp tỉnh Thừa Thiên - Huế (Hình 1.1).

Thành phố Đà Nẵng có 6 quận, 2 huyện (trong đó có huyện đảo Hoàng Sa) với tổng số 56 xã, phường. Tuy nhiên phạm vi nghiên cứu của luận án chỉ tập trung vào khu vực đất liền.

Thành phố Đà Nẵng nằm trên trục giao thông xuyên quốc gia cả về đường bộ, đường sắt, đường biển và đường hàng không, có quốc lộ 14B nối cảng biển Tiên Sa đến Tây Nguyên và là cửa ngõ ra biển của Tây nguyên và các nước Lào, Thái

Lan, Đông Bắc Campuchia, Myanma đến các nước vùng Đông Bắc Á qua tuyến Hành lang kinh tế Đông - Tây. Ngoài ra, khu vực nằm gần năm di sản thiên nhiên, văn hoá thế giới: Phố cổ Hội An, Thánh địa Mỹ Sơn (tỉnh Quảng Nam), Cố đô Huế và Nhã nhạc cung đình (tỉnh Thừa Thiên - Huế), vườn quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (tỉnh Quảng Bình).



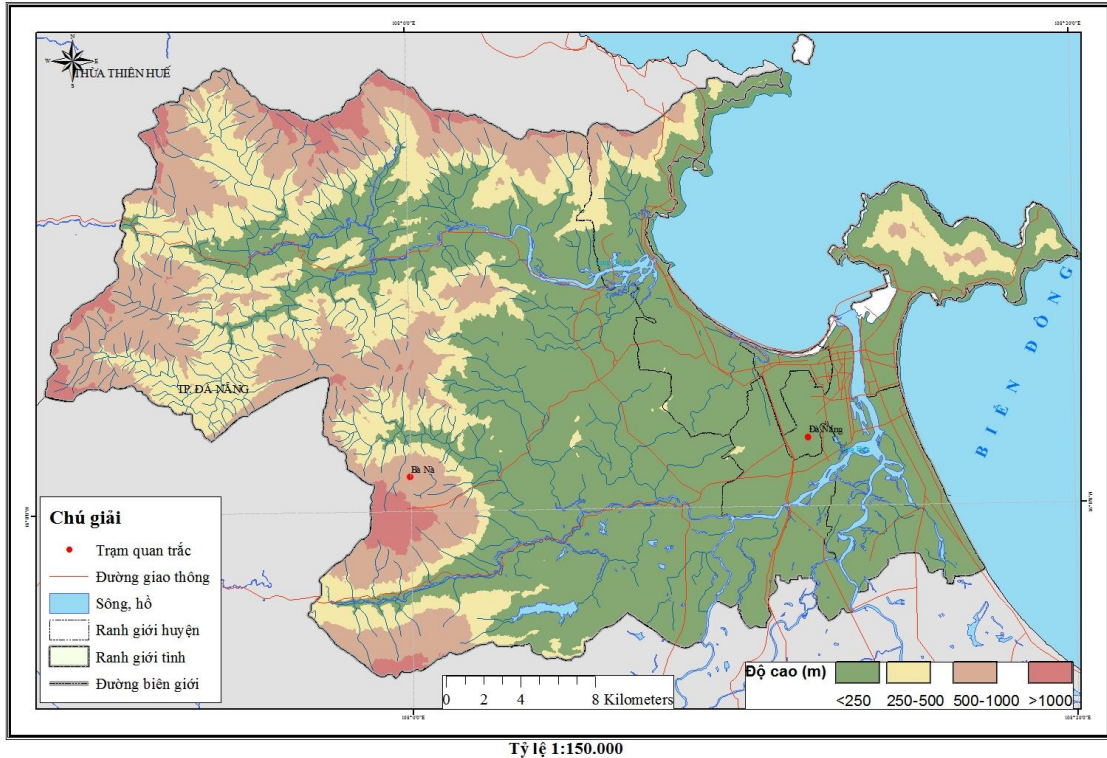
Hình 1.1. Bản đồ hành chính Thành phố Đà Nẵng

1.3.1.2 Đặc điểm địa hình

Địa hình thành phố Đà Nẵng đa dạng, bị chia cắt mạnh, hướng dốc về phía biển từ Tây-Bắc xuống Đông-Nam, có thể chia thành 3 dạng địa hình chính (Hình 1.2)

* **Địa hình núi cao:** Phân bố ở phía Tây và Tây Bắc thành phố (Hoà Bắc, Hoà Liên, Hoà Ninh, Hoà Phú) của quận Hòa Vang, có độ cao trung bình từ 500 - 1000m, gồm nhiều dãy núi nối tiếp nhau đâm ra biển. Đây là vùng địa hình chia cắt mạnh, một số thung lũng xen kẽ với núi cao như Bà Nà (1.487m), Hoi Mít

(1.292m), Núi Mân (1.712m). Vùng này là lá phổi của thành phố đang được bảo vệ và bảo tồn đa dạng sinh học, phát triển lâm nghiệp, du lịch sinh thái rừng.



Hình 1.2. Địa hình Thành phố Đà Nẵng khu vực nghiên cứu

* **Địa hình đồi gò:** Phân bố ở phía Tây, Tây Bắc thành phố, gồm các xã Hoà Liên, Hoà Sơn, Hoà Nhơn, Hoà Phong và một phần các xã Hoà Khương, Hoà Ninh của huyện Hoà Vang. Đây là khu vực chuyển tiếp giữa núi cao và đồng bằng với đặc trưng là dạng đồi bát úp, bậc màu cấu tạo bởi các loại đá biến chất, thường tro sỏi đá, có độ cao trung bình từ 50 - 100m. Ở đây còn có đồi lượn sóng, ít chia cắt, độ dốc thay đổi từ 3^0 - 8^0 , có khả năng phát triển nông nghiệp, cây công nghiệp, lập vườn rừng, vườn đồi.

* **Địa hình đồng bằng:** Phân bố chủ yếu ở phía Đông thành phố, dọc theo các con sông lớn: Sông Yên, sông Túy Loan, sông Cẩm Lệ, sông Cu Đê, sông Hàn và dọc bờ biển. Địa hình đồng bằng bị chia cắt nhiều nhỏ và hẹp, có nhiều hướng dốc, dọc theo bờ biển có nhiều cồn cát và bãi cát lớn như: Xuân Thiều, Hoà Khánh, Bắc Mỹ An... Đây là vùng địa hình tương đối thấp, tập trung dân cư, nhiều cơ sở sản xuất kinh doanh nông nghiệp, công nghiệp, dịch vụ, quân sự và các khu chức

năng của Thành phố.

1.3.1.3 Đặc điểm khí hậu

Theo chuỗi số liệu quan trắc từ năm 1961 đến năm 2010 tại trạm Đà Nẵng, khí hậu Đà Nẵng có những đặc điểm chính sau:

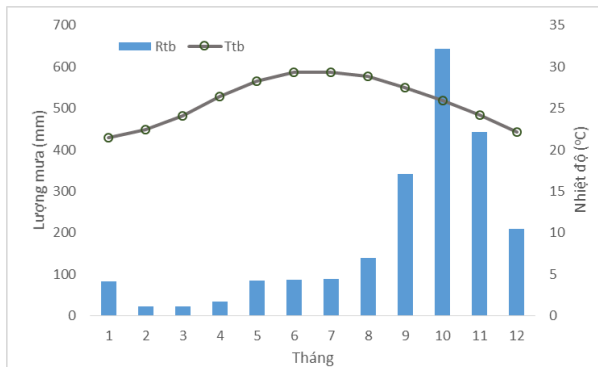
Đà Nẵng nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình, nhiệt độ cao và ít biến động. Khí hậu Đà Nẵng là nơi chuyển tiếp đan xen giữa khí hậu miền Bắc và miền Nam, với tính trội là khí hậu nhiệt đới điển hình ở phía Nam. Mỗi năm có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa kéo dài từ tháng VIII đến tháng XII và mùa khô từ tháng I đến tháng VII, thỉnh thoảng có những đợt rét mùa đông nhưng không đậm và không kéo dài.

Nhiệt độ trung bình hàng năm khoảng 25,9°C; cao nhất vào các tháng VI, VII, VIII, trung bình 28-30°C; thấp nhất vào các tháng XII, I, II, trung bình 18-23°C. Riêng vùng rừng núi Bà Nà ở độ cao gần 1.500 m, nhiệt độ trung bình khoảng 20°C.

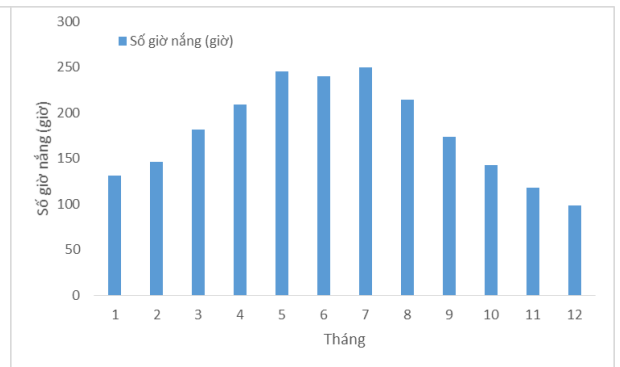
Độ ẩm không khí trung bình là 83,4%; cao nhất vào các tháng X, XI, trung bình 85-88%; thấp nhất vào các tháng VI, VII, trung bình 77-78%.

Lượng mưa trung bình hàng năm là trên 2.500 mm; lượng mưa cao nhất vào các tháng X, XI, trung bình 550-1.000 mm/tháng; thấp nhất vào các tháng I-IV, trung bình 23-40 mm/tháng (Hình 1.3).

Số giờ nắng trung bình trong năm trên 2.150 giờ; nhiều nhất vào tháng V, VI, trung bình từ 234 đến 277 giờ/tháng; ít nhất vào tháng XI, XII, trung bình từ 69 đến 165 giờ/tháng (Hình 1.4). Số ngày nắng nóng mỗi năm phổ biến từ 35 đến 60 ngày, hạn hán thường xảy ra vào các tháng cuối đông, nhiều nhất vào mùa xuân, mùa hè.



Hình 1.3. Biến trình nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) và lượng mưa (mm) tháng tại trạm Đà Nẵng theo số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2012



Hình 1.4. Biến trình tổng số giờ nắng tháng (giờ) tại trạm Đà Nẵng theo số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2012

*** Bão:**

Khu vực Trung trung Bộ nói chung và Thành phố Đà Nẵng nói riêng là nơi hàng năm chịu ảnh hưởng của nhiều cơn bão có cường độ rất lớn. Trung bình có 0,8 cơn/năm đổ bộ trực tiếp đến Đà Nẵng. Mùa bão ở Thành phố Đà Nẵng từ tháng 9-11, tập trung vào các tháng 10,11. Cấp gió mạnh nhất đo được là Cấp 13 (Bão số 11, năm 1995-Zack, 40m/s-cấp 13; Bão số 6, năm 2006, Xangsane, 37m/s-cấp 13). Các trận bão thường kèm theo mưa to, gây ra lũ lụt ở một số khu vực.

1.3.1.4 Đặc điểm thủy hải văn:

*** Mạng lưới sông:**

Mạng lưới sông TP Đà Nẵng tương đối phức tạp, các sông trong thành phố chủ yếu thuộc hạ lưu hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn, chế độ thủy văn trên các sông này chịu sự chi phối trực tiếp bởi chế độ mưa trên toàn lưu vực, mà phần lớn diện tích lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn nằm trên địa phận tỉnh Quảng Nam, chỉ có lưu vực sông Cu Đê và Túy Loan nằm trọn trong địa phận của TP Đà Nẵng. Các sông chính của thành phố bao gồm:

+ *Sông Hàn*: chiều dài khoảng 204 km, tổng diện tích lưu vực khoảng 5.180km², có cửa sông tiếp giáp với biển nên chịu tác động mạnh của thủy triều, lòng sông tích tụ cát vừa, cát thô. Sông Hàn là hợp lưu của sông Cầu Đỏ và sông Vĩnh Điện. Sông Cầu Đỏ là hợp lưu của sông Túy Loan và sông Yên, sông Vĩnh Điện là sông nối giữa sông Thu Bồn và sông Hàn.

- Nhánh sông Tuý Loan bắt nguồn từ núi Bà Nà (1.487m), các sông nhánh và sông chính có mặt cắt ngang hẹp, trắc dọc dốc, gãy khúc.

- Nhánh sông Yên bắt nguồn từ Đại Lộc, là hạ lưu của sông Ái Nghĩa và sông Vu Gia, chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc đến gặp sông Tuý Loan tạo thành sông Cầu Đỏ. Sông Yên hẹp, chế độ thủy văn biến động theo mùa, xói lở mạnh, lòng sông chủ yếu cát thô.

+ *Sông Vĩnh Điện*: Nối sông Thu Bồn và sông Hàn. Sông Thu Bồn bắt nguồn từ núi Ngọc Linh, chảy theo hướng Nam - Bắc. Chế độ thủy văn thay đổi theo mùa, đây là một trong những con sông thường xuyên gây lũ lụt có tính dữ dội ở nước ta.

+ *Sông Cu Đê*: Bắt nguồn từ phía Nam đèo Hải Vân, chiều dài sông 38 km, diện tích lưu vực 426 km². Sông Cu Đê gồm 2 nhánh chính (Bắc và Nam), chảy theo hướng Tây -Đông, có đặc điểm vùng thượng lưu đáy sông dốc, vùng hạ lưu cửa sông mở rộng, đáy sông bằng phẳng, chế độ thủy văn biến động nhanh theo đặc tính mưa, đáy sông (cửa Nam Ô) có tích tụ cuội, sỏi do dòng chảy lớn, sông bị nhiễm mặn đến vùng Thủy Tú.

*** Đặc điểm thủy văn:**

+ *Mùa cạn*:

Mức nước trung bình vùng sông không ảnh hưởng triều nhìn chung có xu thế giảm dần từ tháng 1 đến giữa tháng 4, cuối tháng 4 và tháng 5 dòng chảy được nâng cao hơn sau đó tiếp tục suy giảm đến giữa tháng 8. Mức nước trung bình tháng thấp nhất trên hầu hết các sông chủ yếu vào thời kỳ cuối tháng 7, đầu tháng 8.

Trong khi đó, dòng chảy vùng sông chịu ảnh hưởng thủy triều trong mùa cạn biến đổi khá đồng nhất. Mức nước trung bình các tháng mùa cạn có xu thế giảm dần từ tháng 1 đến tháng 7, riêng tháng 5 mức nước được nâng cao hơn. Mức nước trung bình tháng đạt giá trị nhỏ nhất vào tháng 7.

Mức nước thấp nhất năm thể hiện mức độ cạn kiệt của dòng chảy trong năm. Theo số liệu đo đạc tại các trạm vùng sông không ảnh hưởng triều, mức nước thấp nhất năm 2010 xuất hiện vào cuối tháng 7 và mức nước thấp nhất năm vùng sông

ảnh hưởng triều xuất hiện vào đầu tháng 7; riêng tại Câu Lâu xuất hiện muộn hơn, vào cuối tháng 7.

+ *Mùa lũ:*

Mức nước trung bình các tháng mùa lũ (tháng 9-12) trên hầu hết các sông đều ở mức xấp xỉ hoặc cao hơn trung bình nhiều năm cùng thời kỳ; riêng tháng 12, mức nước trung bình tháng trên sông Thu Bồn tại Giao Thủy, Câu Lâu thấp hơn TBNN.

Đặc trưng mực nước cao nhất năm (đỉnh lũ năm) thể hiện mức độ lũ lớn hay nhỏ trong năm. Trong mùa lũ, hầu hết các sông thường xuất hiện lũ vượt mức báo động báo động 2-3. Các dòng sông chảy qua thành phố Đà Nẵng đều mang đặc tính chung của các sông Vùng duyên hải miền Trung là ngắn, độ dốc lớn, dao động mực nước và lưu lượng lớn, nghèo phù sa. Vào mùa mưa, nước sông lên nhanh gây ngập lụt ở vùng hạ lưu, nhưng thời gian ngắn, chỉ kéo dài trong vài ngày. Trong mùa khô, mực nước sông thấp, vùng cửa sông bị ảnh hưởng triều mặn khoảng 1 tháng.

* *Hải văn:*

Biển Đà Nẵng có chế độ bán nhật triều, mỗi ngày lên xuống hai lần, biên độ triều, trung bình dao động từ 0,69 - 0,85m, biên độ lớn nhất 1,3m. Về mùa khô, mực nước ngầm xuống thấp, nước biển xâm nhập sâu vào đất liền gây nhiễm mặn nguồn nước mặt và nước ngầm, làm ảnh hưởng đến đời sống và sinh hoạt của cư dân.

1.3.1.5 Mạng lưới khí tượng thủy văn thành phố Đà Nẵng

Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn nằm trong địa phận của thành phố Đà Nẵng (chỉ tính khu vực đất liền) có 6 trạm đo bao gồm cả trạm khí tượng, thủy văn và đo mưa, trong đó:

+ Trong thành phố có duy nhất trạm khí tượng Đà Nẵng quan trắc đủ các yếu tố: số giờ nắng, lượng mưa (mưa giờ và mưa ngày), nhiệt độ không khí, lượng bốc hơi, độ ẩm không khí, tốc độ gió ... Trạm khí tượng Đà Nẵng được thành lập từ năm 1931, nhưng số liệu từ 1931 đến 1976 không liên tục.

+ Hệ thống trạm thủy văn thuộc địa bàn thành phố rất thưa, không có trạm đo lưu lượng nước sông, chỉ có trạm Cẩm Lệ trên sông Túy Loan là trạm mực nước duy nhất trong thành phố.

+ Các trạm còn lại là các trạm đo mưa thuộc mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn của Bộ Tài Nguyên và Môi trường và các trạm đo mưa dùng riêng (Bảng 1.3).

Bảng 1.3: Mạng lưới trạm khí tượng, thủy văn và đo mưa đang hoạt động thuộc Thành phố Đà Nẵng

TT	Trạm	Loại	Vị trí địa lý		Thời gian quan trắc	Yêu tố quan trắc		
			Kinh độ	Vĩ độ		Mực nước	Khí tượng	đo mưa
1	Đà Nẵng	Khí tượng	108°11'	16°02'	1931-1944; 1958-1974; 1976-nay		x	
3	Bà Nà	Khí tượng	108°00'	16°01'	1977- nay			x
4	Cẩm Lệ	Thủy văn	108°12'	16°00'	1976 đến nay	x		
5	Sơn Phước	Đo mưa	108°03'	16°01'	1977- nay			x
6	Tiên Sa	Đo mưa	106°56'	16°56'	1977- nay			x
7	Hòa Bắc	Đo mưa	107°57'	16°07'	1977- nay			x

1.3.2 Điều kiện kinh tế - xã hội

1.3.2.1 Dân số

Theo số liệu thống kê năm 2012, dân số trung bình của thành phố Đà Nẵng tính đến 01/01/2012 là 973.839 người với mật độ 757 người/km². Trong đó, Nam có 480.321 người, Nữ có 493.517 người, dân số thành thị 848.884 người chiếm 87,18% tổng số dân, dân số nông thôn có 124.844 người chiếm 12,82% tổng số dân, tỷ lệ tăng dân số tự nhiên là 12,74‰. Dân cư trong thành phố phân bố không đồng đều giữa các vùng, các quận huyện [24].

Mật độ dân số cao nhất là quận Thanh Khê 19.527 người/km², thấp nhất là huyện Hoà Vang 169 người/km² (không xét huyện đảo Hoàng Sa), mật độ dân số trên đất liền 757 người/km², mật độ dân số khu vực đô thị là 3457 người/km² cao gấp 20 lần khu vực nông thôn. Với tốc độ đô thị hoá cao như hiện nay, trong tương lai dân số cơ học sẽ tăng lên rất nhiều kéo theo mật độ dân số tăng cao.

1.3.2.2 Giáo dục

Hệ thống giáo dục và mạng lưới trường lớp tại thành phố Đà Nẵng có đầy đủ các loại hình đào tạo như: Công lập, bán công, tư thục, bán trú, chuyên ban. Nhờ cơ sở trường lớp đều khắp nên đã huy động gần 100% số trẻ từ 6 tuổi đến lớp và đã hoàn thành chương trình quốc gia về phổ cập tiểu học, xoá mù chữ ở 100% xã, phường.

Mạng lưới giáo dục đào tạo và dạy nghề trên địa bàn thành phố phát triển tốt, quy mô diện tích các trường, đáp ứng được nhu cầu học tập và học nghề của nhân dân. Hàng năm, các trường Đại học, Cao đẳng, Trung học chuyên nghiệp dạy nghề đào tạo hàng ngàn lao động có trình độ chuyên môn, kỹ thuật cao cung cấp cho thành phố và các tỉnh lân cận, đã hỗ trợ chuyển đổi ngành nghề cho phần lớn người lao động phải di dời mất đất sản xuất, cho lao động nông thôn và người nghèo, người tàn tật.

1.3.2.3 Y tế

Mạng lưới các cơ sở y tế thành phố gồm 22 bệnh viện (kể cả 4 bệnh viện tư), 3 trung tâm y tế và 56 trạm y tế xã phường. Tổng số giường bệnh là 3.819 giường, bình quân có 43 giường/vạn dân, và đã có 56/56 xã phường đạt chuẩn quốc gia về y tế xã, đạt tỷ lệ 100% [39].

Cơ sở y tế thành phố Đà Nẵng luôn được quan tâm và phát triển, số lượng bác sĩ và giường bệnh được nâng lên, đảm nhận tốt việc khám chữa bệnh và phòng bệnh không những cho nhân dân thành phố mà cho cả các tỉnh khu vực miền Trung.

Hệ thống y tế dự phòng cũng được thành phố quan tâm nên việc triển khai các chương trình phòng chống dịch bệnh, các loại vắc xin phòng chống dịch bệnh được sử dụng rộng khắp, hạn chế được các nguồn lây lan. Tuy nhiên, trang thiết bị phục vụ khám chữa bệnh vẫn còn thiếu và chưa theo kịp đà phát triển của trang thiết bị công nghệ mới.

1.3.2.4 Kinh tế

Kinh tế thành phố Đà Nẵng có những bước chuyển biến tích cực và đã đạt được tốc độ tăng trưởng đáng kể, đáp ứng nhu cầu cơ bản trước mắt và tạo đà phát triển cho những năm tiếp theo. Trong thời kỳ quy hoạch từ năm 2001 đến năm 2010, thành phố đã đạt được nhiều thành tựu trong tăng trưởng kinh tế. (Bảng 1.4)

Bảng 1.4. GDP và Tăng trưởng kinh tế giai đoạn 2000-2010

Chỉ tiêu	ĐVT	2000	2005	2010	Nhịp tăng (%)		
					2001-2005	2006-2010	2001-2010
1. Dân số TB	10 ³ ng	716,3	781,0	926,09			
2. GDP(giá 1994)	Tỷ đồng	3.390,2	6.214,3	10.275,45	1,69	3,44	2,47
- Thủy sản NL	-	276,3	373,5	308,12	12,89	10,31	11,74
- Công nghiệpXD	-	1.347,9	3.207,4	4.043,13	6,30	-5,11	1,19
- Dịch vụ	-	1.766,0	2.633,4	5.924,20	18,95	4,93	12,72
3. GDP/ người					8,34	17,53	12,42
- Theo giá 1994	10 ⁶ đ/ng	4,73	7,97	11,56			
- Theo giá thực tế	-	6,91	15,01	35,87	11,00	6,73	9,10
- Quy ra USD	USD/ng	488	940	1.795	16,83	16,82	16,82

(Nguồn: QH phát triển KT-XH TPĐN đến năm 2020, niên giám thống kê [36,39])

Nhìn chung, trong thời kỳ 2000 - 2010, kinh tế thành phố Đà Nẵng đạt tốc độ tăng trưởng bình quân 11,74%/ năm, trong đó công nghiệp - xây dựng tăng 12,72%/ năm, dịch vụ tăng 12,42%/ năm, thủy sản nông lâm tăng 1,19%/ năm. Thu nhập bình quân đầu người được nâng lên rõ rệt, năm sau cao hơn năm trước. GDP bình quân đầu người năm 2000 là 6,91triệu đồng/ người, năm 2005 là 15,01triệu đồng/ người và năm 2010 là 35,87 triệu đồng/ người (tăng gấp 5 lần so với năm 2000 và gấp 1,91 lần so với năm 2005).

1.3.3 Định hướng phát triển kinh tế - xã hội

1.3.3.1 Quy mô dân số

Đến năm 2020, Thành phố Đà Nẵng phấn đấu giảm tỷ lệ sinh 3 xuống dưới 5%, duy trì nhịp độ tăng dân số tự nhiên ở mức dưới 1%, không còn trẻ em trong độ tuổi bị suy dinh dưỡng. Trong đó, ước tính đến năm 2020, quận Hải Châu với quy mô dân số khoảng 261.000 người; quận Liên Chiểu khoảng 195 nghìn người.

1.3.3.2 Quy mô đất đai

Xây dựng vùng sản xuất lúa giống chất lượng cao 300 ha, sử dụng thiết bị công nghệ cao trong quy trình sản xuất từ gieo sạ, chăm sóc đến sấy khô tại xã Hoà Tiến 150 ha, Hoà Châu 100 ha, Hoà Phước 50 ha. Ổn định diện tích trồng lúa nước có điều kiện thâm canh cao, xây dựng vùng chuyên canh lúa trên các chân ruộng chủ động nước, dùng giống mới áp dụng các biện pháp IPM, ICM ... cho năng suất và chất lượng tốt tại các cụm xã Hoà Tiến, Hoà Phước, Hoà Châu: 600 ha; cụm xã Hoà Khương, Hoà Nhơn, Hoà Phong: 800 ha; cụm xã Hoà Sơn, Hoà Liên, Hoà Bắc: 800 ha, đầu tư và thâm canh đất lúa còn lại nằm rải rác ở các xã của huyện Hoà Vang và quận Liên Chiểu, Ngũ Hành Sơn, Cẩm Lệ, đưa năng suất bình quân lên 70 tạ/ ha vào năm 2020. Chuyển đất trồng lúa kém hiệu quả sang các mục đích khác nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng đất.

Xây dựng và phát triển các vùng trồng các loại rau, chuyên canh rau sạch, ứng dụng các thiết bị công nghệ cao trong quá trình tưới, chăm sóc và bảo quản sau thu hoạch tại La Hường, phường Hoà Thọ Đông, quận Cẩm Lệ 7 ha; Cẩm Nê, Hoà Tiến: 13 ha, Túy Loan Tây, Hoà Phong 20 ha, Phú Sơn 3 ha, Hoà Khương 13 ha, Thạch Nham Tây, Hoà Nhơn: 9 ha. Trồng hoa cây cảnh tập trung tại Hoà Châu, Hoà Phước huyện Hoà Vang: 10 ha, hình thành vành đai thực phẩm nhằm đáp ứng tốt nhu cầu ngày càng cao của Thành phố.

Xây dựng vùng chăn nuôi gia súc gia cầm quy mô công nghiệp trọng điểm, sử dụng trang thiết bị công nghệ trong quá trình chăn nuôi tại Hoà Phú 23 ha (2 vùng) tại thôn Phước Sơn Hoà Khương 3 ha.

Đối với nuôi trồng thủy sản, cần loại bỏ các vùng nuôi trồng thủy sản nhỏ lẻ, phân tán tại khu vực đô thị nhằm tránh gây ô nhiễm môi trường sinh thái, ảnh hưởng đến môi trường du lịch. Đến năm 2020, chủ yếu nuôi cá nước ngọt tập trung quy mô 70 ha theo hình thức nuôi công nghiệp tại 2 xã Hoà Khương, Hoà Phong huyện Hoà Vang để phát triển nông nghiệp nông thôn.

Đất phi nông nghiệp

Do chủ trương của Ủy ban nhân dân thành phố tập trung các cơ quan hành chính trực thuộc ủy ban về một đầu mối, nên đất này sẽ giảm, chủ yếu là quận Hải Châu, tuy nhiên một số cơ quan, công trình sự nghiệp khác sẽ được xây dựng để phục vụ sự phát triển của Thành phố. Dự kiến trong kỳ quy hoạch đất xây dựng trụ sở cơ quan, công trình sự nghiệp tăng 1.320 ha, diện tích năm 2020 là 145,30 ha.

Đất chưa sử dụng

Căn cứ khả năng đất chưa sử dụng đưa vào sử dụng, sau khi đáp ứng nhu cầu đất đai phục vụ xây dựng cơ sở hạ tầng kinh tế, hạ tầng xã hội, dự báo đến năm 2020 đất chưa sử dụng còn lại là 507 ha.

Đất đô thị

Quá trình đô thị hoá tại thành phố Đà Nẵng đã và đang diễn ra hết sức mạnh mẽ, dân cư thành phố sẽ phát triển vươn ra các khu công nghiệp, thương mại, du lịch mới, đồng thời một số khu vực nông thôn cũng sẽ được đô thị hoá, theo quy hoạch phát triển không gian đô thị, định hướng thành phố sẽ phát triển về phía Tây (Hòa Vang), về phía Bắc (Thủy Tú). Dự báo đất đô thị tăng thêm 1.041,75 ha, đến năm 2020 đất đô thị khoảng 25.393,81 ha.

1.3.3.3 Quy hoạch đô thị, phát triển không gian

Theo định hướng phát triển địa giới hành chính thành phố và các huyện nông thôn, dự kiến đến năm 2020, Đà Nẵng sẽ xây dựng kết cấu hạ tầng của các huyện từng mặt đồng bộ và hoàn chỉnh, đáp ứng nhu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Trong đó, ưu tiên xây dựng hệ thống cấp nước sinh hoạt cho nông thôn, nâng cấp xây dựng mạng lưới đường giao thông, xây dựng quận Thanh Khê trở thành “Quận môi trường”, quận Hải Châu mở rộng về phía Nam và tăng cường mật độ cây xanh đạt 8 – 10m³/người, củng cố kết cấu hạ tầng đáp ứng tiêu chuẩn cơ bản của đô thị loại I cho quận Cẩm Lệ.

1.3.4 Kịch bản BĐKH và NBD cho thành phố Đà Nẵng

1.3.4.1 Kịch bản BĐKH cho thành phố Đà Nẵng

Theo các kịch bản BĐKH (B1, B2, A2) đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố, nhiệt độ có xu hướng tăng trong cả thế kỷ 21 trên khu vực Đà Nẵng. Trong đó, tăng chậm hơn theo kịch bản thấp (B1) và tăng nhanh hơn theo kịch bản cao (A2); tăng chậm vào những năm đầu thế kỷ và tăng nhanh hơn vào cuối thế kỷ 21; các tháng mùa xuân có mức tăng cao nhất và các tháng mùa hè có mức tăng nhỏ nhất. Đến giữa thế kỷ 21 (2050), mức tăng nhiệt độ trung bình năm vào khoảng từ 1,2 (B1) đến 1,4°C (A2). Đến cuối thế kỷ 21, mức tăng nhiệt độ trung bình năm vào khoảng từ 1,6 (B1) đến 3,4°C (A2) (Bảng 1.5).

Bảng 1.5. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải cao(A2), trung bình (B2) và thấp (B1) tại Đà Nẵng

Kịch bản	Thời kỳ	Các mốc thời gian								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
A2	XII-II	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,4
	III-V	0,7	0,9	1,1	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,4
	VI-VIII	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6
	IX-XI	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,3
	Năm	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,7	3,2
B2	XII-II	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7
	III-V	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
	VI-VIII	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0
	IX-XI	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6
	Năm	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
B1	XII-II	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7
	III-V	0,5	0,7	0,9	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8
	VI-VIII	0,3	0,5	0,7	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3
	IX-XI	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7	1,7
	Năm	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6

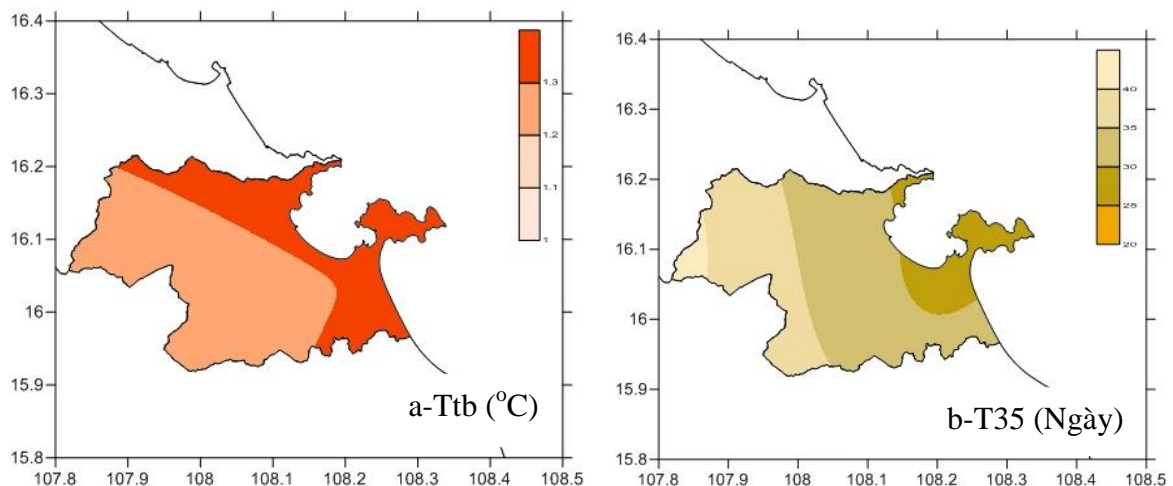
Lượng mưa trung bình năm có xu thế tăng trong cả thế kỷ 21. Trong đó, kịch bản thấp (B1) tăng chậm nhất và kịch bản cao (A2) tăng nhanh nhất. Lượng mưa có xu thế giảm trong các tháng mùa đông và mùa xuân, tuy nhiên các tháng mùa hè và

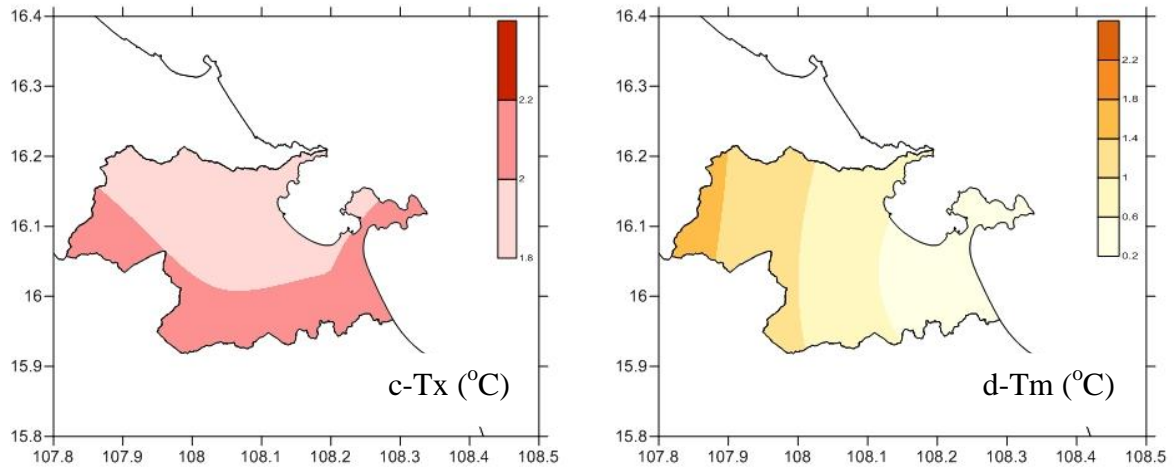
mùa thu lại có xu thế tăng nhanh hơn. Đến giữa thế kỷ 21, lượng mưa trung bình năm tăng trong khoảng từ 2,4 (B1) đến 2,7% (A2). Đến cuối thế kỷ 21, mức tăng của lượng mưa trung bình năm vào khoảng từ 3,3 (B1) đến 6,3% (A2) (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**).

Bảng 1.6. Mức thay đổi (%) lượng mưa so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải cao(A2), trung bình (B2) và thấp (B1) tại Đà Nẵng

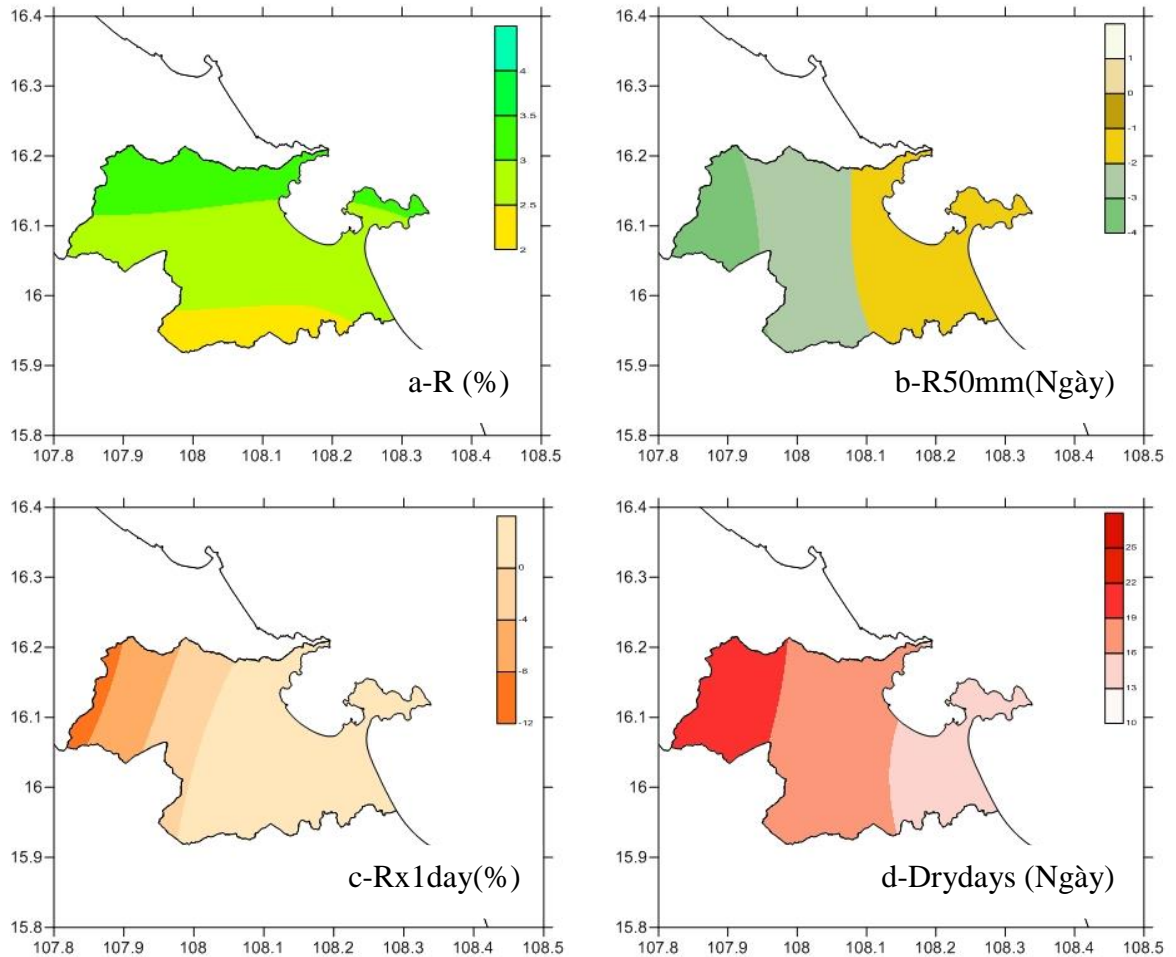
Kịch bản	Thời kỳ	Các mốc thời gian								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
A2	XII-II	-1,7	-2,4	-3,3	-4,1	-4,9	-5,8	-6,8	-8,0	-9,3
	III-V	-2,1	-3,2	-4,3	-5,5	-6,7	-8,0	-9,3	-11,0	-12,7
	VI-VIII	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,3	3,9	4,5
	IX-XI	2,0	2,9	4,0	5,1	6,3	7,4	8,7	10,2	11,8
	Năm	1,1	1,6	2,1	2,7	3,4	4,0	4,7	5,5	6,3
B2	XII-II	-1,5	-2,1	-3,0	-3,8	-4,7	-5,4	-6,1	-6,7	-7,3
	III-V	-1,9	-2,8	-4,0	-5,2	-6,4	-7,3	-8,3	-9,2	-9,9
	VI-VIII	0,7	1,0	1,5	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6
	IX-XI	1,8	2,7	3,7	4,9	5,9	6,9	7,8	8,5	9,3
	Năm	1,0	1,4	2,0	2,6	3,2	3,7	4,2	4,6	5,0
B1	XII-II	-1,4	-2,0	-2,8	-3,5	-4,1	-4,5	-4,7	-4,8	-4,8
	III-V	-1,8	-2,7	-3,7	-4,8	-5,6	-6,1	-6,4	-6,5	-6,5
	VI-VIII	0,7	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3	2,3	2,3
	IX-XI	1,7	2,5	3,5	4,5	5,2	5,7	5,9	6,1	6,1
	Năm	0,9	1,3	1,9	2,4	2,8	3,0	3,2	3,3	3,3

Các chỉ số cực đoan liên quan đến nhiệt độ (SU35-số ngày nắng nóng, Tnn – nhiệt độ tối thấp, Txx – nhiệt độ tối cao) có xu thế tăng. Các chỉ số cực đoan liên quan đến mưa lớn có xu thế giảm và số ngày khô hạn có xu thế tăng (Hình 1.5, Hình 1.6).





Hình 1.5. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (a, kịch bản B2), số ngày nắng nóng (b, A1B), nhiệt độ tối cao (c, A1B), nhiệt độ tối thấp (d, A1B) vào giữa thế kỷ (2050s)



Hình 1.6. Mức thay đổi lượng mưa trung bình năm (a, B2), số ngày mưa lớn (b, A1B), lượng mưa một ngày lớn nhất (c, A1B), số ngày khô hạn (d, A1B) vào giữa thế kỷ (2050s)

Cực đoan nhiệt độ:

Mức độ và xu thế biến đổi của các cực đoan nhiệt độ ở Đà Nẵng trong Bảng 1.7. Nhiệt độ tối cao có xu thế giảm với mức độ giảm khoảng 0,25°C /10năm. Ngược lại, nhiệt độ tối thấp lại có xu thế tăng khoảng 0,3°C/10năm. Số ngày nắng nóng (SU35) có xu thế giảm, với mức 1,14 ngày/10 năm. Số đêm lạnh (TN10P) có xu thế giảm, với mức từ 1,5 %/10 năm. Số ngày nóng (TX90P) có xu thế tăng khoảng 0,89 %/10 năm.

Bảng 1.7. Mức độ biến đổi các cực đoan nhiệt độ ở khu vực Đà Nẵng

Trạm	SU35 (ngày/10 năm)	Txx (°C /10 năm)	Tnn (°C/10 năm)	TX90p (ngày/10 năm)	Tn10p (ngày/10 năm)
Đà Nẵng	-1,14	-0,25	0,30	0,89	-1,50

Cực đoan mưa

Mức độ và xu thế biến đổi của các cực đoan lượng mưa ở Đà Nẵng trong Bảng 1.8. Lượng mưa 1 ngày cực đại (Rx1day) và lượng mưa 5 ngày cực đại (Rx5day) có xu thế giảm, nhưng không nhiều, khoảng 2,2mm/10năm đối với Rx1day và 1,0mm/10năm đối với Rx5day. Đáng chú ý là xu thế và mức độ tăng đáng kể của lượng mưa những ngày mưa lớn (R95p) và lượng mưa những ngày có mưa (PRCPTOT) khoảng 93,4mm/10năm và 151mm/10 năm. Số ngày khô liên tục (CDD) có xu thế giảm khoảng 3,8 ngày/10 năm.

Bảng 1.8. Mức độ biến đổi các chỉ số cực đoan lượng mưa ở khu vực Đà Nẵng

Trạm	RX1day	RX5day	CDD	R95p	PRCPTOT
	(mm/10 năm)	(mm/10 năm)	(ngày/10 năm)	(mm/10 năm)	(mm/10 năm)
Đà Nẵng	-2,2	-1,0	-3,8	93,4	151,0

Theo kịch bản BĐKH về lượng mưa 5 ngày lớn nhất (Rx5day) (Bảng 1.9), lượng mưa 5 ngày lớn nhất tại Đà Nẵng có mức biến đổi khá rõ rệt trong thế kỷ 21. Vào thập kỷ 2030 và giữa thế kỷ 21, Rx5day có xu thế giảm đến cuối thế kỷ 21, Rx5day có xu hướng tăng, khoảng 9,0%. Vào năm 2050, Rx5day mùa đông, mùa xuân giảm rõ rệt, nhiều nhất là mùa xuân với mức giảm 29,7% nhưng có xu thế tăng 12,6% vào mùa hè và 5,7% vào mùa thu. Đến cuối thế kỷ 21, Rx5day, có xu thế giảm vào mùa đông và mùa xuân với mức giảm nhiều nhất là mùa đông 24,4%, có

xu thế tăng vào mùa hè, mùa thu, trong đó vào mùa hè mức tăng đến 45,1%.

Bảng 1.9. Mức thay đổi lượng mưa 5 ngày lớn nhất (%) trong thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản trung bình

Thời kỳ	Các mốc thời gian		
	2030	2050	2100
XII-II	-26,7	-16,4	-24,4
III-V	-26,8	-29,7	-21,9
VI-VIII	19,5	12,6	45,1
IX-XI	8,2	5,7	18,2
Năm	-0,7	-2,8	9

1.3.4.2 Kịch bản NBD cho TP Đà Nẵng

Theo kịch bản phát thải trung bình (B2), đến năm 2020 mực nước biển trong vùng tăng từ (8-9)cm; đến giữa thế kỷ tăng từ (24-26)cm và đến cuối thế kỷ tăng (61-74)cm (Bảng 1.10).

Bảng 1.10. Mực nước biển dâng theo kịch bản trung bình B2

Khu vực	Mực nước biển dâng (cm)								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8-9	12-13	18-19	24-26	31-35	38-44	45-53	53-63	61-74

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 cho TP Đà Nẵng

Đà Nẵng là thành phố ven biển điển hình, có đầy đủ các thành phần kinh tế xã hội hoạt động và cũng chịu nhiều nguy cơ do tác động của BĐKH và NBD. Đây là thành phố có mật độ dân cư cao, hệ thống cơ sở hạ tầng phát triển nhanh, đặc biệt là giao thông vận tải, công nghiệp và năng lượng được đầu tư phát triển trong tương lai.

Các lĩnh vực được nghiên cứu sinh lựa chọn để xác định tính dễ bị tổn thương do BĐKH bao gồm: 1- xã hội (dân số, sinh kế, đói nghèo); 2- năng lượng và công nghiệp; 3- giao thông và đô thị.

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

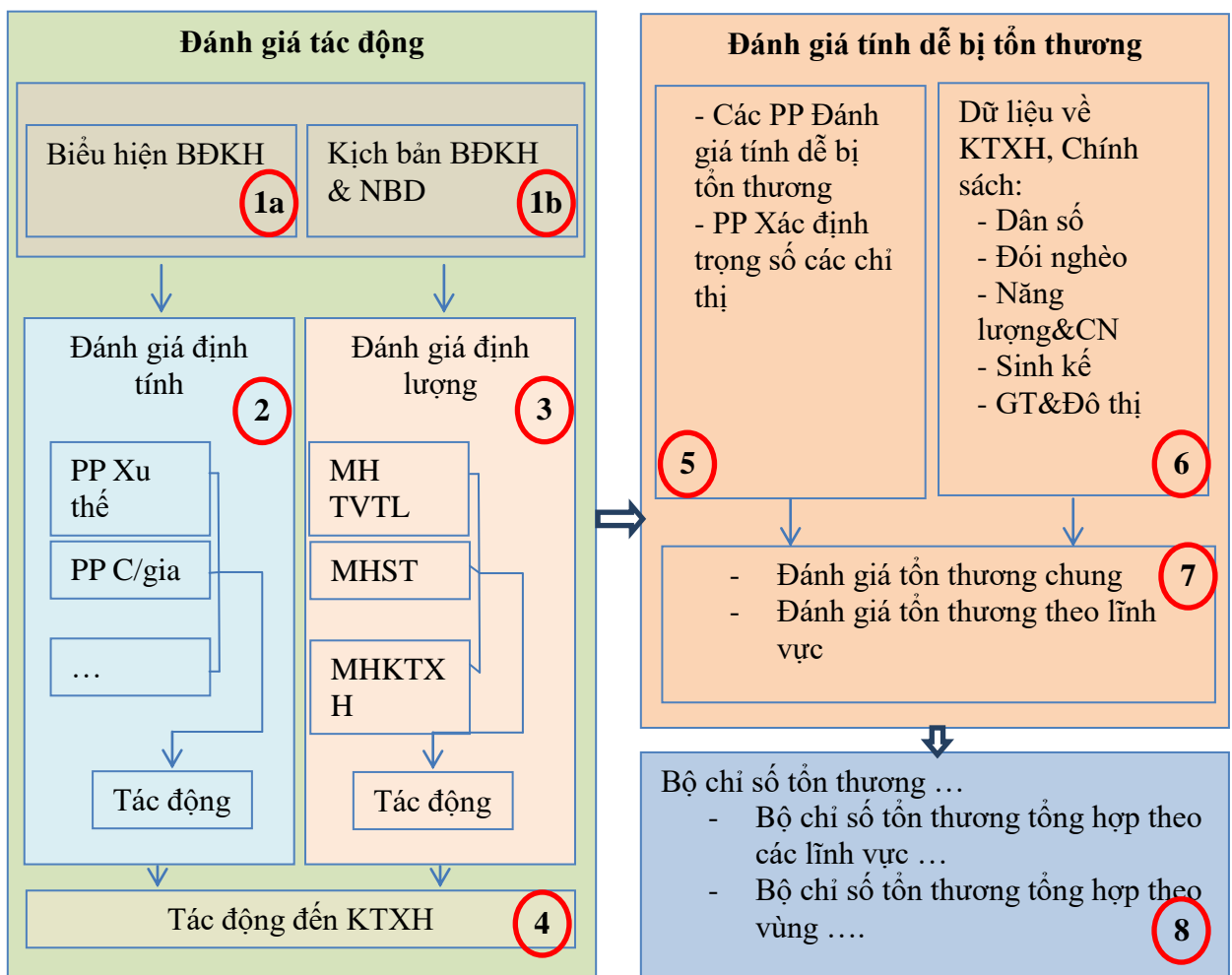
- + Phân tích xu thế biến đổi của các yếu tố khí tượng cực đoan dựa trên kịch bản BĐKH và NBD do Bộ Tài nguyên và Môi trường cập nhật và công bố năm 2012 [3].

- + Đánh giá tác động của BĐKH đến các ngành lĩnh vực của TP Đà Nẵng, bao gồm đánh giá định tính và định lượng tùy theo nguồn số liệu thu được từ ngành, lĩnh vực được đánh giá. Dựa trên 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 cũng dựa trên các kịch bản BĐKH về ngập lụt và xâm nhập mặn. Ngoài ra, nông nghiệp là ngành có nhiều ảnh hưởng 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 trên cơ sở 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. Phương pháp chi tiết của từng bước trong mô hình trình bày trong chương 2 và các kết quả tính toán được trình bày trong chương 3.



Hình 2.1. Mô hình đánh giá tác động và tính dễ bị tổn thương cho TP Đà Nẵng

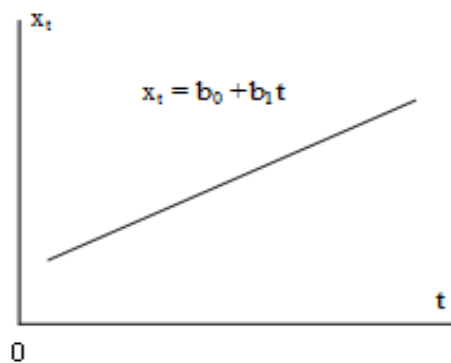
2.2. Phương pháp nghiên cứu biểu hiện của biến đổi khí hậu

Trong luận án sẽ xác định biểu hiện của BĐKH thông qua việc xác định xu thế và mức độ biến đổi của một số 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):

$$S = \left[\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}; \text{ và } S_r = \frac{S}{\bar{x}} * 100\% \quad (2.1)$$

Tốc độ biến đổi theo thời gian được xác định theo phương pháp phân tích xu thế. Trong đó, mối quan hệ giữa yếu tố x và thời gian t được xác định dưới dạng phương trình tuyến tính (Hình 2.2):

$$x_t = b_0 + b_1 t \quad (2.2)$$



Hình 2.2. Đồ thị hàm tuyến tính

Các tham số b_0 và b_1 được ước tính theo phương pháp bình phương tối thiểu:

$$b_1 = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2}; \quad b_0 = \bar{x} - b_1 \bar{t} \quad (2.3)$$

Các đặc trưng thu được từ phương trình bao gồm: Tốc độ xu thế (b_1); Góc xu thế (b_0); Mức tăng hay giảm trong thời kỳ nghiên cứu ($D = b_1 n$); Hệ số tương quan (r_{xt}):

$$r_{xt} = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(t - \bar{t})}{\left[\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2 \sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (2.4)$$

Để đánh giá mức độ và xu thế biến đổi của lượng mưa, sử dụng công thức sau:

$$TCM(\%) = \frac{R_i - \bar{R}}{\bar{R}} \cdot 100 \quad (2.5)$$

Ở đây R_i là lượng mưa ứng với năm thứ i ; \bar{R} là lượng mưa trung bình của thời kỳ nghiên cứu.

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” (WMO, 2010), một số chỉ số cực đoan khí hậu được lựa chọn áp dụng trong luận án bao gồm: Nhiệt độ tối cao tuyệt đối (T_{xx}); Nhiệt độ tối thấp tuyệt đối (T_{nn}); Số ngày nắng nóng (Là ngày có nhiệt độ tối cao lớn hơn 35°C); Số ngày mưa lớn (Được xác định bằng số ngày có tổng lượng mưa lớn hơn 50mm/ngày);

Và một số chỉ số khí hậu khác bao gồm: Lượng mưa năm (mm); Nhiệt độ trung bình năm.

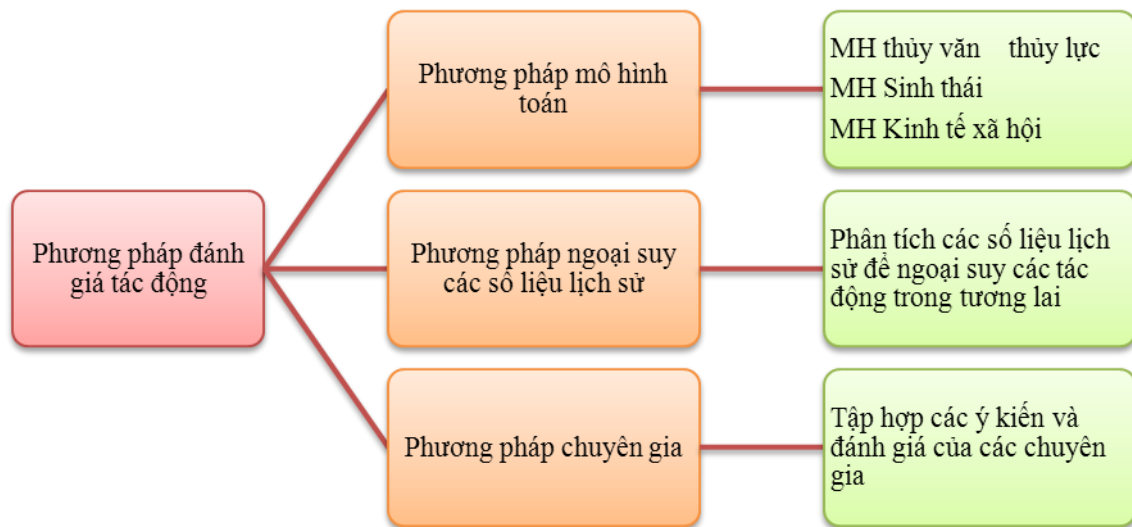
Số liệu sử dụng được lấy từ chuỗi số liệu quan trắc của trạm khí tượng Đà Nẵng thời kỳ 1961-2010.

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

Hiện nay có rất nhiều cách tiếp cận trong đánh giá tác động biến đổi khí hậu, như quan điểm của Công ước khung của Liên hợp quốc về BĐKH (Ban liên chính phủ về BĐKH (IPCC)) ...song đa số các chuyên gia áp dụng quan điểm của Ban liên chính phủ về BĐKH với 3 cách tiếp cận là tiếp cận tác động, tiếp cận tương tác, tiếp cận tổng hợp, được cụ thể hóa gồm: Khẳng định biến đổi khí hậu thực sự đang diễn ra và nó sẽ tiếp tục diễn ra trong tương lai; Đánh giá tác động của BĐKH ở thời điểm hiện tại (ứng với các điều kiện kinh tế, xã hội, môi trường hiện tại); Sau đó đánh giá tác động của BĐKH trong tương lai (ứng với kịch bản BĐKH và điều kiện kinh tế, xã hội, môi trường trong tương lai- theo khung thời gian đánh giá); Đánh giá tác động của BĐKH cần phù hợp với các kịch bản BĐKH và NBD được cập nhật hoặc khi có các điều chỉnh quan trọng về chiến lược, chính sách, kế hoạch, quy hoạch phát triển ngành và phát triển kinh tế xã hội của địa phương; Đánh giá

tác động của BĐKH có thể được thực hiện theo ngành, theo vùng địa lý, theo ranh giới hệ sinh thái hay theo lưu vực sông...v.v. Trong khuôn khổ của một kế hoạch cấp tỉnh, thì cách tiếp cận đánh giá theo vùng địa lý và theo ngành được khuyến nghị sử dụng. Đối với một tỉnh/ thành, một đánh giá tổng thể cho toàn bộ địa bàn nên được thực hiện trước. Trên cơ sở đó, các đánh giá chuyên sâu sẽ được thực hiện cho các ngành trong tỉnh/ thành và các khu vực có khả năng dễ bị tổn thương nhất dưới tác động của BĐKH; Đánh giá tác động của BĐKH cần có sự tham gia của các bên liên quan ở địa phương. Cộng đồng đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong đánh giá tác động của BĐKH; Các yếu tố giới cần được xem xét trong quá trình đánh giá tác động của BĐKH.

Dựa trên các phân tích trên, trong luận án đã tiến hành đánh giá tác động của BĐKH và NBD dựa trên các phương pháp sau (Hình 2.3):



Hình 2.3. Tổng hợp các phương pháp đánh giá tác động của BĐKH

- *Phương pháp mô hình toán*

Phương pháp này sử dụng các mô hình toán để dự đoán những tác động trong tương lai thông qua ngoại suy các số liệu quan trắc trong quá khứ.

Các bước để sử dụng các mô hình toán bao gồm chọn mô hình thích hợp, lựa chọn dữ liệu, phát triển mô hình, và cuối cùng là chạy mô hình và phân tích kết quả.

- *Phương pháp ngoại suy các số liệu lịch sử*

Phương pháp này được sử dụng trong nghiên cứu các lĩnh vực kinh tế xã hội thông qua việc thống kê các dữ liệu, số liệu trong lịch sử về tác động của BĐKH và NBD, từ đó đưa ra cái nhìn tổng quan về tác động cũng như ngoại suy các tác động trong tương lai.

- *Phương pháp chuyên gia*

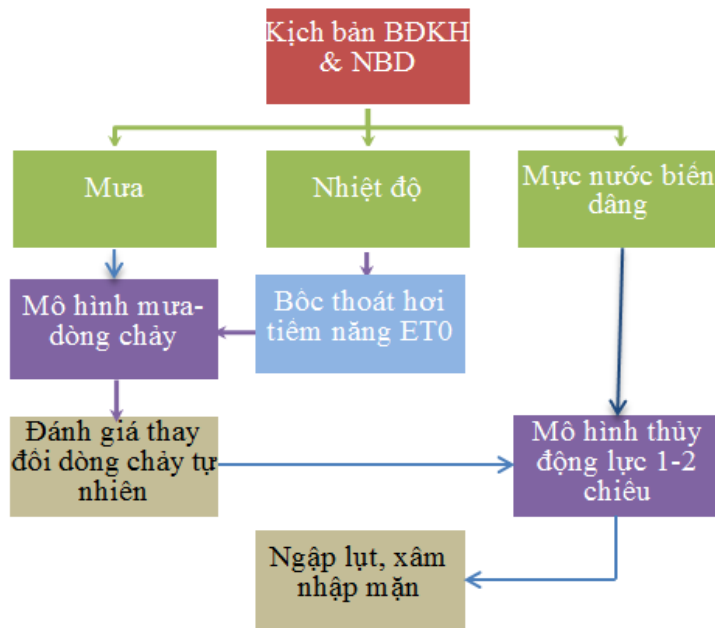
Phương pháp chuyên gia là phương pháp phân tích trên cơ sở tiếp thu các ý kiến đánh giá của các chuyên gia về tác động của BĐKH đến đối tượng đang xem xét, thông qua phỏng vấn trực tiếp hoặc các hội nghị, hội thảo.

Nghiên cứu sinh đã sử dụng đồng thời nhiều phương pháp để phân tích, đánh giá tác động của BĐKH và NBD. Kết quả nổi bật trong luận án là kết hợp một vài mô hình toán để xây dựng kịch bản ngập lụt, xâm nhập mặn và tính toán thay đổi năng suất và thời gian sinh trưởng của một số loại cây nông nghiệp.

2.3.1 Phương pháp đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến ngập lụt ở thành phố Đà Nẵng

Dựa vào đặc điểm mạng lưới sông suối, tài liệu địa hình và hệ thống số liệu khí tượng thủy văn, quá trình đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt ở TP Đà Nẵng như sơ đồ trong Hình 2.4. Ở TP Đà Nẵng, mô hình hóa hệ thống sông Vũ Gia-Thu Bồn bao gồm cả sông Cu Đê.

Để nghiên cứu tác động của BĐKH & NBD đến ngập lụt phải sử dụng các mô hình mưa – dòng chảy và mô hình thủy lực trong sông và các vùng ngập. Các mô hình mưa - dòng chảy như NAM, TANK, SWAT,..., các mô hình thủy lực để mô phỏng quá trình thủy động lực trong sông và các vùng ngập thường được sử dụng là MIKE 11, MIKE 11 GIS, MIKE 21, ISIS,...

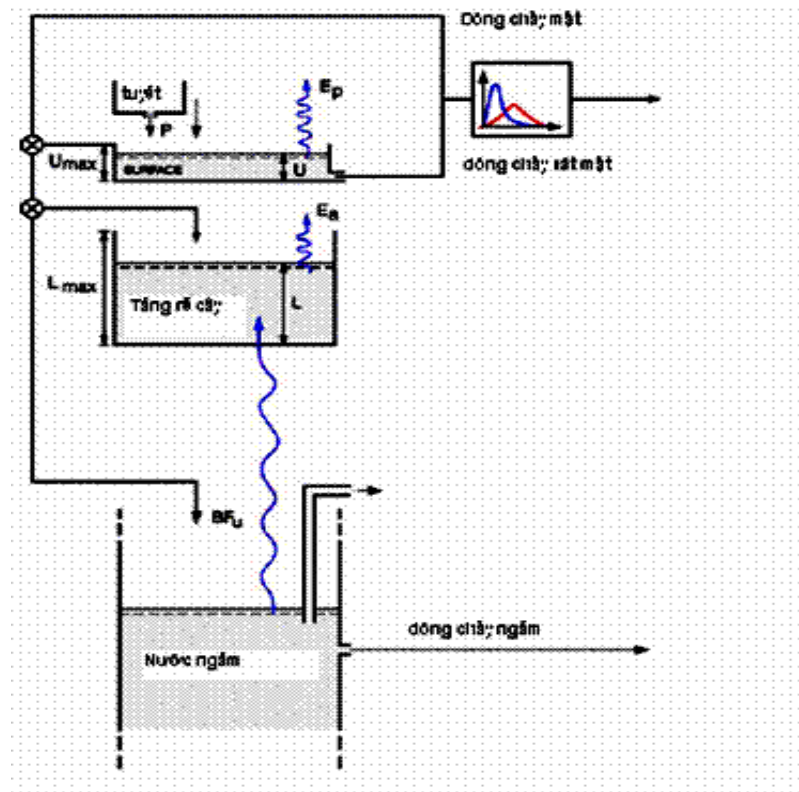


Hình 2.4. Sơ đồ khối đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt và xâm nhập mặn

Trong điều kiện thực tế của khu vực nghiên cứu và khả năng mô phỏng của các mô hình, nghiên cứu này lựa chọn các mô hình NAM, MIKE 11, MIKE 11 GIS để đánh giá tác động của BĐKH đến ngập lụt ở TP Đà Nẵng. Trong đó, MIKE NAM để mô phỏng mưa-dòng chảy cũng như đánh giá thay đổi dòng chảy tự nhiên trên các lưu vực thượng lưu; Mô hình MIKE 11, MIKE 11 GIS được sử dụng để đánh giá tình hình ngập lụt và xâm nhập mặn trong các điều kiện khác nhau.

2.3.1.1 Xác định tham số mô hình NAM phục vụ xây dựng kịch bản dòng chảy

Mô hình NAM được xây dựng tại Khoa Thủy văn Viện Kỹ thuật Thủy động lực và Thủy lực thuộc Đại học Kỹ thuật Đan Mạch năm 1982. Trong mô hình NAM, mỗi lưu vực được xem là một đơn vị xử lý, do đó các thông số và các biến được trung bình hóa trên toàn lưu vực. Mô hình tính quá trình mưa-dòng chảy theo cách tính liên tục hàm lượng ẩm trong năm bể chứa riêng biệt có tương tác lẫn nhau (Hình 2.5).



Hình 2.5: Cấu trúc mô hình NAM

Cấu trúc mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc các hồ chứa tuyến tính theo chiều thẳng đứng, bao gồm:

- Bể chứa tuyết tan: được kiểm soát bằng các điều kiện nhiệt độ. Với điều kiện khí hậu nhiệt đới ở nước ta không cần xét đến bể chứa này;

- Bể chứa mặt: lượng nước ở bể chứa này bao gồm lượng nước mưa do lớp phủ thực vật chặn lại, lượng nước đọng lại trong các chỗ trũng và lượng nước trong tầng sát mặt. Giới hạn trên của bể chứa này được ký hiệu bằng U_{max} ;

- Bể sát mặt hoặc bển tầng rễ cây: là vùng đất có rễ cây nên cây cối có thể hút nước cho bốc, thoát hơi. Giới hạn trên của lượng nước trong bể chứa này được ký hiệu là L_{max} , lượng nước hiện tại được ký hiệu là L và tỷ số L/L_{max} biểu thị trạng thái ẩm của bể chứa;

Mưa hoặc tuyết tan đều đi vào bể chứa mặt. Lượng nước (U) trong bể chứa mặt liên tục cung cấp cho bốc hơi và thấm ngang thành dòng chảy sát mặt. Khi U đạt đến U_{max} , lượng nước thừa là dòng chảy tràn trực tiếp ra sông và một phần còn

lại sẽ thấm xuống các bể chứa tầng dưới và bể chứa ngầm.

Nước trong bể chứa tầng dưới liên tục cung cấp cho bốc thoát hơi và thấm xuống bể chứa ngầm. Lượng cấp nước ngầm được phân chia thành hai bể chứa: tầng trên và tầng dưới, hoạt động như các hồ chứa tuyến tính với các hằng số thời gian khác nhau. Hai bể chứa này liên tục chảy ra sông tạo thành dòng chảy cơ bản.

Dòng chảy tràn và dòng chảy sát mặt được diễn toán qua một hồ chứa tuyến tính thứ nhất, sau đó các thành phần dòng chảy được cộng lại và diễn toán qua hồ chứa tuyến tính thứ hai. Cuối cùng thu được dòng chảy tổng cộng tại cửa ra.

a) Dữ liệu đầu vào

Số liệu thủy văn: Số liệu lưu lượng của 2 trạm thủy văn được dùng làm các điểm kiểm tra đánh giá hiệu quả của mô hình là trạm Thành Mỹ và trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn.

Chuỗi số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn được thu thập trong các trận lũ điển hình năm 1999 và 1996.

Trong quá trình tính toán bằng mô hình, lưu vực Thành Mỹ dùng các trạm mưa với trọng số mưa như sau: Thành Mỹ là 0,3; Khâm Đức là 0,6; Hiên là 0,1. Lưu vực Nông Sơn dùng các trạm: Nông Sơn có trọng số 0,05; Sơn Tân có trọng số 0,35; Trà My có trọng số 0,45; Tiên Phước có trọng số 0,15.

Lượng mưa trong tương lai được tính toán dựa vào hệ số biến đổi lượng mưa theo kịch bản BĐKH của 3 trạm mưa: Tam Kỳ, Đà Nẵng, Trà My và hệ số $k_{\text{ngày}} = [X_{\text{giòthựcđocủatháng}} / \text{tổng lượng mưa ngày}]$, có số liệu mưa ngày là: $X = \Delta' * k_{\text{ngày}}$. Cụ thể, trạm Thành Mỹ, Nông Sơn, Quế Sơn, Sơn Tân, Tiên Phước lấy trung bình 3 trạm Tam Kỳ, Đà Nẵng, Trà My; trạm Khâm Đức lấy trung bình 2 trạm Trà My và Tam Kỳ.

b) Hiệu chỉnh và kiểm định tham số mô hình

Tại trạm thủy văn Nông Sơn và Thành Mỹ, sử dụng số liệu lũ năm 1999 để hiệu chỉnh thông số mô hình và số liệu lũ năm 1996 để kiểm định mô hình.

Các thông số mô hình xác định theo phương pháp thử sai được trình bày ở

Bảng 2.1. Hiệu chỉnh thông số cho các lưu vực bộ phận trước, sau đó áp dụng bộ thông số thu được cho các lưu vực không có trạm đo. Tiếp theo, tiến hành hiệu chỉnh cho các trạm trên sông chính từ thượng lưu về hạ lưu, bảo đảm sự phù hợp giữa lưu lượng tính toán với thực đo, bảo đảm tính hợp lý trong cân bằng nước toàn hệ thống sông.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định tham số mô hình được đánh giá qua chỉ tiêu Nash, được trình bày ở Bảng 2.2

Bảng 2.1. Bộ thông số mô hình NAM ở các lưu vực của sông Thu Bồn – Vu Gia

TT	Trạm	Diện tích (km ²)	Thông số								
			U_{max}	L_{max}	CQ_{OF}	CK_{IF}	$CK_{1,2}$	T_{OF}	T_{IF}	TG	CK_{BF}
1	Nông Sơn	3155	14	131	0,544	580,1	33,1	0,648	0,16	0,117	1048
2	Thành Mỹ	1850	10,2	102	0,497	747	23,6	0,725	0,235	0,0145	1382

Bảng 2.2. Kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình NAM cho lưu vực sông Thu Bồn Vu Gia tại các trạm thủy văn chính

TT	Trạm	Thời kỳ		Hệ số Nash	
		Hiệu chỉnh	Kiểm định	Hiệu chỉnh	Kiểm định
1	Nông Sơn	1999	1996	0,84	0,85
2	Thành Mỹ	1999	1996	0,80	0,87

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định 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.

2.3.1.2 Thiết lập mô hình thủy lực phục vụ xây dựng kịch bản ngập lụt

MIKE 11 do DHI Water & Environment phát triển, là một gói phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới và các vật thể nước khác, bao gồm các mô đun có chức năng khác nhau.

Mô đun HD – Thủy động lực học có khả năng, giải bài toán thủy động lực học cho kênh hở; Giải bài toán sóng khuếch tán, sóng động học cho một số nhánh định trước; Diễn toán lưu lượng theo phương pháp Muskingum cho một số nhánh định trước; Tự động hiệu chỉnh cho điều kiện dòng chảy êm, dòng chảy xiết; Mô phỏng hầu hết các loại công trình trên sông. Mô-đun HD là một phần trọng tâm của mô hình MIKE 11 và hình thành cơ sở cho hầu hết các mô-đun khác bao gồm: dự báo lũ, tải khuếch tán, chất lượng nước và các mô-đun vận chuyển bùn cát.

Các công trình được mô phỏng trong MIKE 11 bao gồm: Đập (đập đỉnh rộng, đập tràn); Cống (Cống hình chữ nhật, hình tròn...); trạm Bơm; Hồ chứa; Công trình điều tiết; Cầu. Đồng thời MIKE bao gồm các mô-đun bổ sung về các vấn đề: Chất lượng nước (Mike – WQ); Vận chuyển bùn cát có cở kết (có tính dính); Vận chuyển bùn cát không có cở kết (không có tính dính) (Mike -ST). Các kết quả mô phỏng từ MIKE 11 sẽ làm đầu vào cho mô hình MIKE 11 GIS để thể hiện diễn biến ngập trong các trận lũ.

a) Dữ liệu đầu vào

Mạng lưới sông: Do trên lưu vực chỉ có hai trạm lưu lượng là Nông Sơn và Thành Mỹ nên mạng sông tính toán thủy lực chỉ bao gồm 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. Ngoài ra, do không có số liệu đo đạc trên các nhánh nhập lưu (sông Bung, sông Côn,...), nên dòng chảy trên các nhánh sông này được mô phỏng như điểm nhập lưu với lưu lượng được xác định theo quan hệ diện tích. Mạng sông (Hình 2.6) cụ thể như sau: Sông Vu Gia từ Thành Mỹ đến cửa Hàn, dài 77465 m; Sông Thu Bồn từ Nông Sơn đến cửa Đại, dài 65598 m; Sông Quảng Huế từ sông Vu Gia đến sông Thu Bồn, dài 4210 m; Sông Bà Câu từ sông Vu Gia đến sông Vĩnh Điện, dài 15060 m; Sông La Thọ từ sông Bà Câu đến sông Vĩnh Điện, dài 10730 m; Sông Thanh Quýt từ sông La Thọ đến sông Vĩnh Điện, dài 5250 m; Sông Cô Cả từ sông La Thọ đến sông Thu Bồn, dài 5165 m; Sông Bà Rén là phân lưu từ sông Thu Bồn sau đó lại nhập trở lại phía hạ lưu dài 33305 m; Sông Hội An là phân lưu từ sông Thu Bồn sau đó lại nhập trở lại

phía hạ lưu dài 6650 m; Sông Vĩnh Điện từ sông Thu Bồn đến sông Vu Gia, dài 24430 m; Sông Trường Giang từ cửa Lở đến sông Thu Bồn, dài 56700 m; Sông Cu Đê từ ngã ba sông Cu Đê và sông Nam (hạ lưu cầu Sập) đến cửa sông với tổng chiều dài 14 km.

Biên trên của mô hình: Khống chế tại trạm thủy văn Thành Mỹ (sông Vu Gia) và Nông Sơn (sông Thu Bồn) và hạ lưu cầu Sập tại vị trí ngã ba sông Cu Đê và sông Nam (sông Cu Đê).

Biên khu giữa của mô hình: Được thông kê trong Bảng 2.3.

Bảng 2.3. Thông số cơ bản của các lưu vực gia nhập khu giữa

TT	Tên lưu vực	Nhập vào sông	Vị trí gia nhập (m)	Diện tích (km ²)
1	Sông Bung	Vu Gia	7180	2530
2	Sông Kone	Vu Gia	19780	627
3	Sông Trung Phước	Thu Bồn	4860	231
4	Khe Đá Mài	Thu Bồn	17840	50
5	Sông Bàu Lá	Vu Gia	49120	67
6	Sông Túy Loan	Vu Gia	59420	309
7	Sông Vĩnh Trinh	Bà Rén	6900	47
8	Sông Trà Kiên	Bà Rén	15615	123
9	Sông Ly Ly	Bà Rén	23145	279

Các vùng ngập lũ (ô ruộng): Hiện tại, vùng hạ du của sông Vu Gia - Thu Bồn chỉ có hệ thống bờ bao để chống lũ nhỏ, do vậy trong mùa lũ, đặc biệt là lũ chính vụ (lũ lớn), nước lũ dâng lên tràn bờ làm ngập vùng hạ du; mức độ ngập phụ thuộc vào quy mô của từng trận lũ. Khi mực nước lũ ngoài sông hạ thấp, nước lại chảy trở lại sông để thoát ra biển, do vậy vai trò như các hồ chứa đơn thuần. Để mô tả tình trạng này, cần phải đưa các vùng bị ngập lũ vào tính toán. Căn cứ tài liệu địa hình ở hạ du (bình đồ, bản đồ, mô số độ cao) chia toàn bộ vùng hạ du thành 28 tiểu vùng.

Đồng thời cũng sử dụng mô đun MIKE11-GIS để phân tích không gian ngập lũ nhằm xác định ảnh hưởng của lũ lụt của từng trạng thái lũ đến vùng hạ du của lưu vực, mô tả phạm vi, chiều sâu ngập.

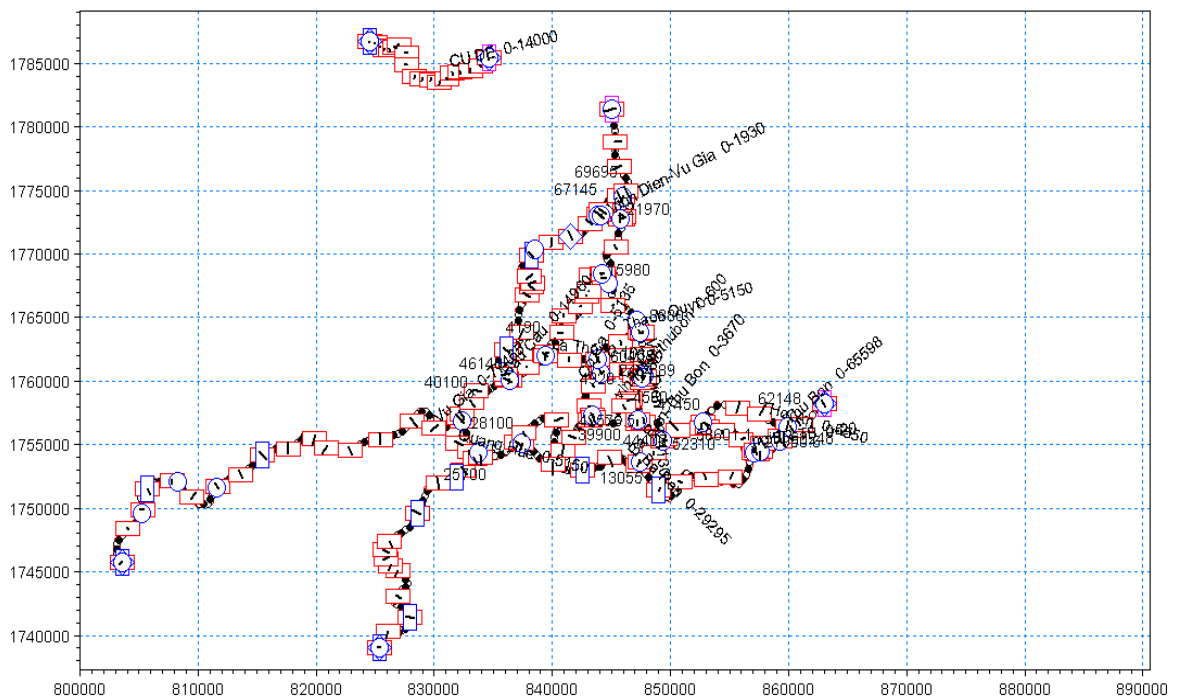
Biên dưới mô hình: Biên dưới của mô hình thủy lực là quá trình mực nước

theo thời gian $Z=f(t)$ tại Cửa Hàn (lấy theo biên triều tại bán đảo Sơn Trà), cửa Đại và cửa Nam Ô (sông Cu Đê). 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 kịch bản nước biển dâng.

Tài liệu địa hình lòng dẫn: Toàn bộ địa hình lòng dẫn sông sử dụng trong tính toán thủy lực đều theo hệ cao độ Quốc gia, bao gồm 200 mặt cắt.

Tài liệu thủy văn gồm lưu lượng thực đo tại các trạm thủy văn, mực nước triều tại biên dưới và các số liệu lưu lượng, mực nước tại các vị trí kiểm tra trong trận lũ hiệu chỉnh và kiểm định.

Sơ đồ tính toán: Căn cứ vào mục tiêu, phương pháp tính toán và cơ sở tài liệu cơ bản đã có để lập sơ đồ tính toán thủy lực cho mùa lũ (Hình 2.6).



Hình 2.6. Mạng tính toán thủy lực mùa lũ trên sông Vu Gia – Thu Bồn – Cu Đê trong mô hình Mike 11

b) Hiệu chỉnh và kiểm định bộ tham số mô hình

Hiệu chỉnh bộ tham số mô hình nhằm lựa chọn bộ thông số thủy lực thích hợp để tính toán mức độ ngập lụt hạ lưu khi có lũ chính vụ lớn xảy ra; đã mô phỏng cho

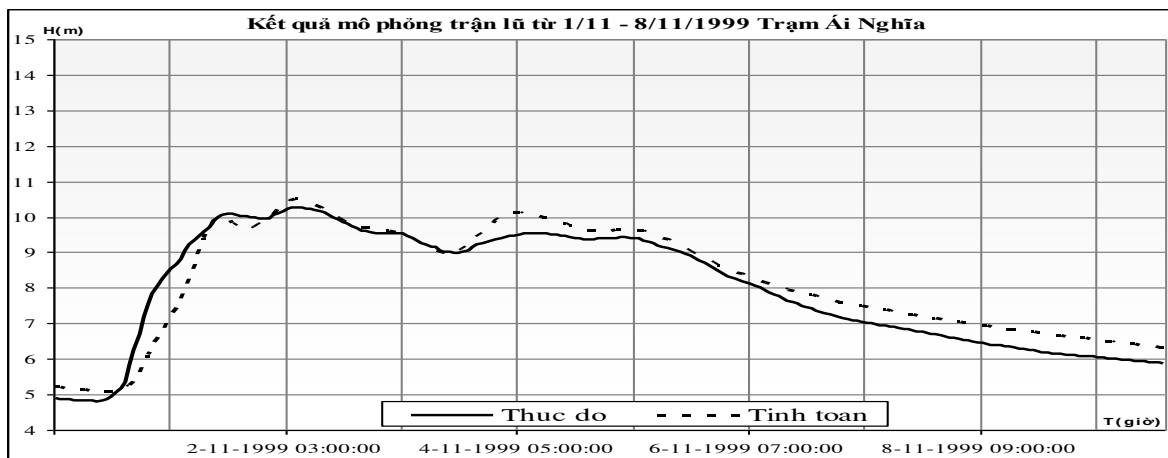
trận lũ từ 31/10 đến 7/11 năm 1999. Đây là trận lũ có đầy đủ số liệu đo đạc mực nước, lưu lượng tại các trạm thủy văn, ngoài ra còn có 20 vết lũ đã được Trường Đại học Thủy lợi điều tra và dẫn cao độ quốc gia đến các vết lũ này. Các số liệu đó là cơ sở để mô phỏng quá trình lũ. Hệ số nhám là thông số chủ yếu đã được thử dần trong quá trình mô phỏng quá trình mực nước lũ.

Lũ tháng 10/1999 là trận lũ lịch sử đã xảy ra trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn với lưu lượng đỉnh lũ tại Nông Sơn đạt $10.600 \text{ m}^3/\text{s}$, lưu lượng đỉnh lũ tại Thành Mỹ đạt $4.930 \text{ m}^3/\text{s}$. Trận lũ này đã làm ngập phần lớn hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn.

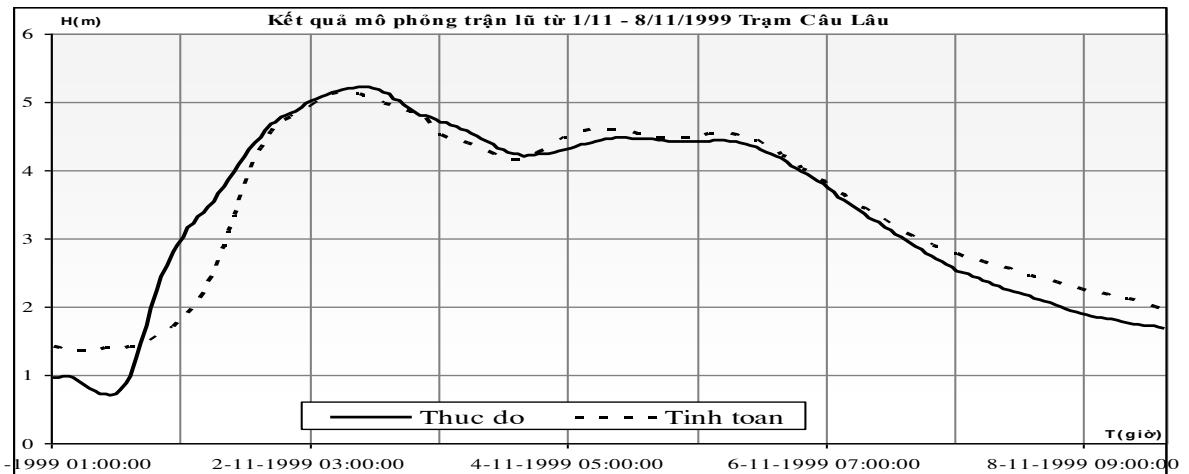
So sánh mực nước lũ lớn nhất tính toán và thực đo được trình bày ở Bảng 2.4. So sánh đường quá trình mực nước tại các trạm Ái Nghĩa và Câu Lâu được thể hiện ở Hình 2.7 và Hình 2.8. Kết quả tính mực nước lũ từ 31/10 - 11/11/1999 và vết lũ điều tra được trình bày ở Phụ lục 3.

Bảng 2.4. Kết quả mô phỏng lũ từ 31/10 ÷ 11/11/1999 tại các trạm thủy văn

TT	Trạm thủy văn	Sông	$H_{\text{thực đo max}}$ (m)	$H_{\text{mô phỏng max}}$ (m)	Sai số (m)
1	Ái Nghĩa	Vu Gia	10,27	10,390	0,120
2	Cẩm Lệ	Vu Gia	3,77	3,695	0,075
3	Câu Lâu	Thu Bồn	5,23	5,364	0,134
4	Hội An	Hội An	3,21	3,187	0,023



Hình 2.7. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Ái Nghĩa



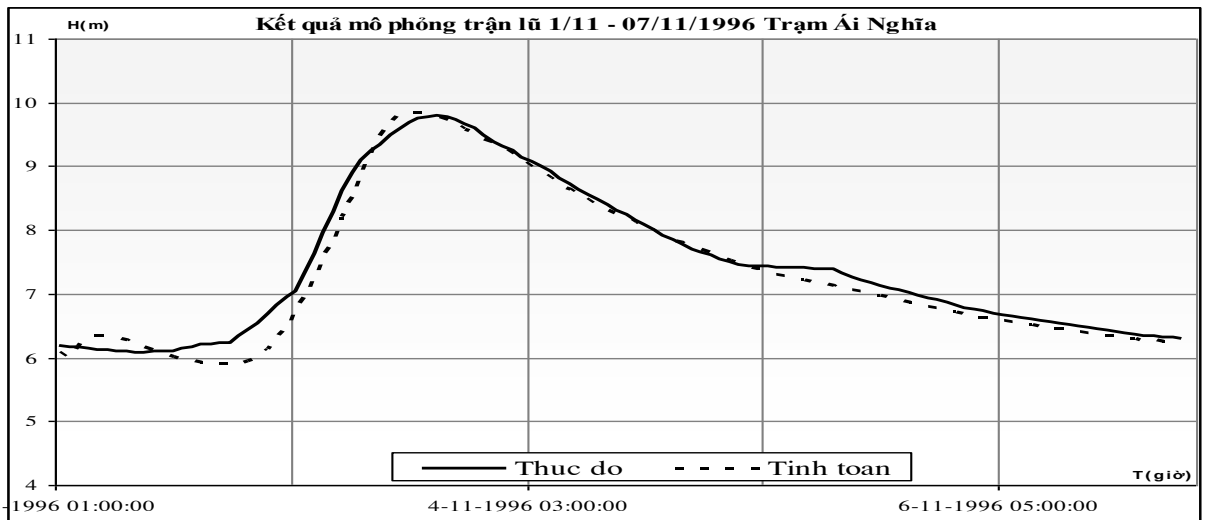
Hình 2.8. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Câu Lâu

Việc mô phỏng trận lũ 11/1999 đã đạt kết quả khá tốt tại các trạm thủy văn và tại các vết lũ điều tra, đường quá trình mực nước giữa tính toán và thực đo khá phù hợp về hình dạng, quá trình lũ lên, lũ xuống cũng như thời gian xuất hiện đỉnh lũ. Sai số đỉnh lũ tại các trạm thủy văn và tại các điểm điều tra vết lũ tương đối nhỏ, hầu hết nhỏ hơn 0,20m. Vì vậy, có thể nói rằng bộ thông số của mô hình thủy lực chọn được trong quá trình hiệu chỉnh đã cho phép mô tả được khá chuẩn xác chế độ thủy lực mùa lũ trên sông Vu Gia – Thu Bồn.

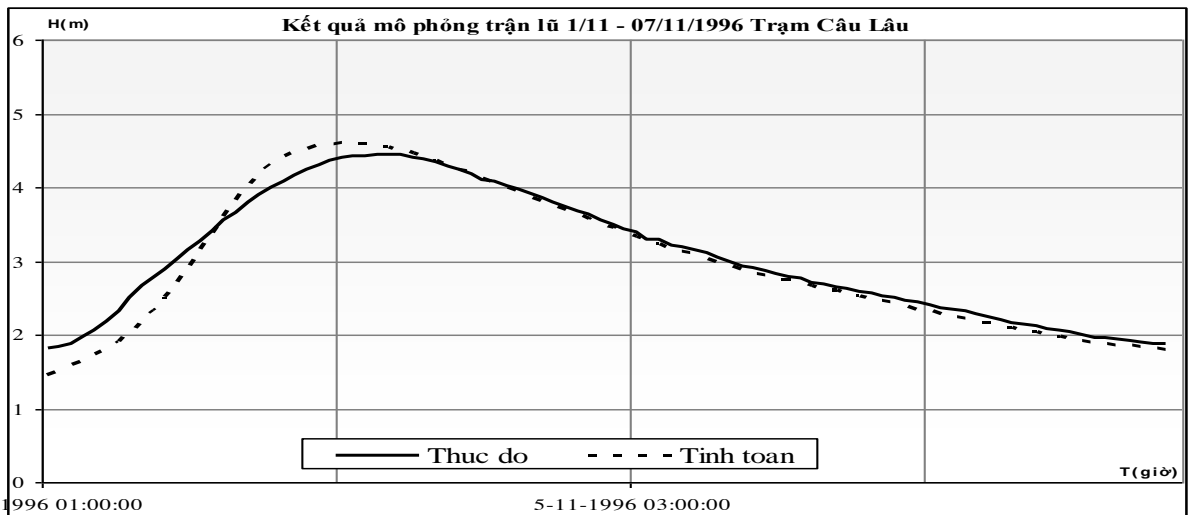
Tính toán kiểm định bộ tham số mô hình cho trận lũ xảy ra từ ngày 01/11/1996 đến 07/11/1996 là trận lũ lớn, làm ngập lụt nặng nề vùng đồng bằng hạ du. So sánh giữa mực nước lũ lớn nhất thực đo và tính toán được trình bày ở Bảng 2.5, quá trình lũ thực đo và tính toán được thể hiện ở Hình 2.9 và Hình 2.10.

Bảng 2.5. Kết quả mô phỏng lũ từ 01/11 ÷ 07/11/1996 tại các trạm thủy văn

TT	Trạm thủy văn	Sông	$H_{\text{thực đo max}}$ (m)	$H_{\text{mô phỏng max}}$ (m)	Sai số (m)
1	Ái Nghĩa	Vu Gia	9,78	9.87	0.09
2	Cẩm Lệ	Vu Gia	2,28	2.41	0.13
3	Câu Lâu	Thu Bồn	4,44	4.55	0.11
4	Hội An	Hội An	2,57	2.59	0.02



Hình 2.9. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Ái Nghĩa



Hình 2.10. Kết quả mô phỏng quá trình mực nước lũ tại trạm Cầu Lâu

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 các thông số so sánh mô hình thủy lực đủ tin cậy để mô phỏng ngập lụt do BĐKH & NBD ở TP Đà Nẵng.

Ngoài hai mô hình trên, luận án còn sử dụng phần mềm GIS để phân tích không gian và xây dựng các bản đồ ngập lụt, xâm nhập mặn cho Đà Nẵng. Kết quả sẽ được trình bày cụ thể trong chương 3.

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

Nông nghiệp là một trong những ngành quan trọng không chỉ Đà Nẵng nói

riêng mà cả đất nước nói chung, đây cũng là ngành bị ảnh hưởng trực tiếp bởi các tác động của BĐKH. Những biến động trong nông nghiệp sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến sinh kế và đời sống của đại đa số dân, đặc biệt là những người nghèo. Việc đánh giá tính dễ bị tổn thương đến các vấn đề xã hội phải xét đến các tác động của BĐKH đến nông nghiệp.

Luận án tiến hành đánh giá tác động của BĐKH đến năng suất và thời gian sinh trưởng của hai cây trồng chính ở Đà Nẵng là lúa và ngô bằng mô hình hệ thống hỗ trợ và ra quyết định chuyển 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.

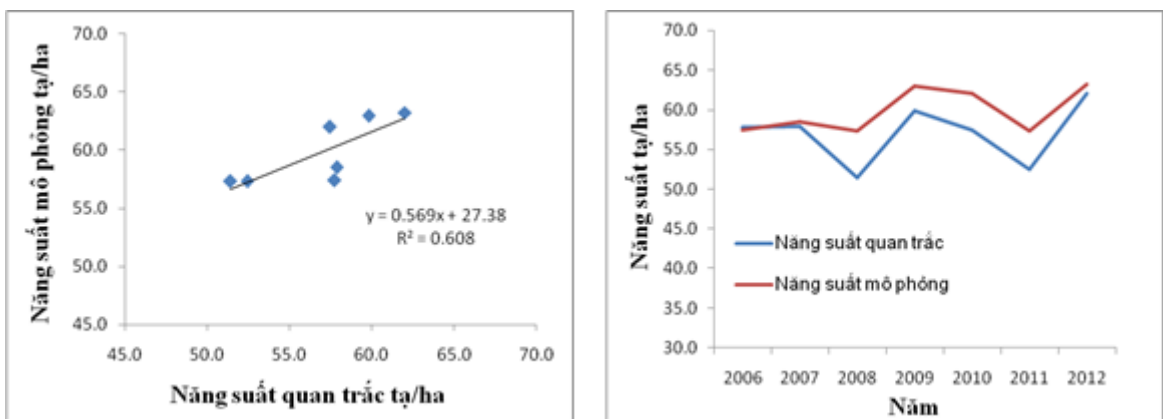
a) Phương pháp và số liệu đầu vào

Mô hình DSSAT cho phép đánh giá ảnh hưởng tổng hợp nhiều nhóm các yếu tố có tác động đến sinh trưởng, phát triển và hình thành năng suất của cây trồng, trong đó có tính đến các đặc trưng địa lý, đất đai, cây trồng, kỹ thuật canh tác, yếu tố khí hậu (nhiệt độ, lượng mưa, bức xạ...). Điều kiện khí hậu giai đoạn 2008-2012, kịch bản BĐKH 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 và đánh giá tác động của BĐKH đến năng suất và thời gian sinh trưởng của lúa và ngô tại Đà Nẵng.

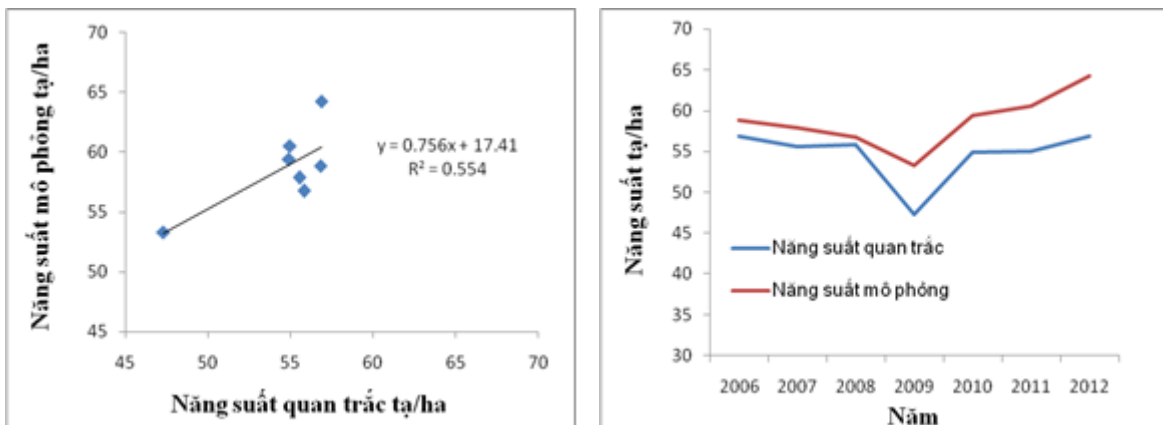
Các hệ số gen của cây trồng (giống lúa HT1, giống ngô LVN25) được hiệu chỉnh, kiểm nghiệm cho khu vực nghiên cứu trước khi tiến hành mô phỏng. Trên quan điểm *giả thiết giống ngô, lúa trong tương lai không thay đổi, các biện pháp kỹ thuật sử dụng như hiện tại...* Thời vụ gieo trồng ngô là vụ Hè – Thu, 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.

b) Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định

Hiệu chỉnh và kiểm định đối với giống lúa HT1: Tiến hành hiệu chỉnh mô hình với lần lượt các tổ hợp hệ số gen của giống lúa HT1 trong vụ Đông – Xuân, nghiên cứu sinh lựa chọn được bộ tham số cho kết quả mô phỏng tốt, với hệ số tương quan khá cao $R = 0,78$, thời gian sinh trưởng dao động trong khoảng 105 – 116 ngày. Bộ tham số này được sử dụng để tiến hành kiểm định độc lập trong vụ Hè – Thu cùng với giống lúa HT1 và biện pháp kỹ thuật canh tác như trong vụ Đông – Xuân. Kết quả kiểm định cho thấy, quan hệ giữa năng suất mô phỏng với năng suất lúa thực tế khá cao $R = 0,75$, thời gian sinh trưởng dao động trong khoảng 102 – 114 ngày. Như vậy bộ tham số này hoàn toàn đủ tin cậy để mô phỏng năng suất lúa trong tương lai cho khu vực nghiên cứu. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình được trình bày tại Hình 2.11, Hình 2.12.



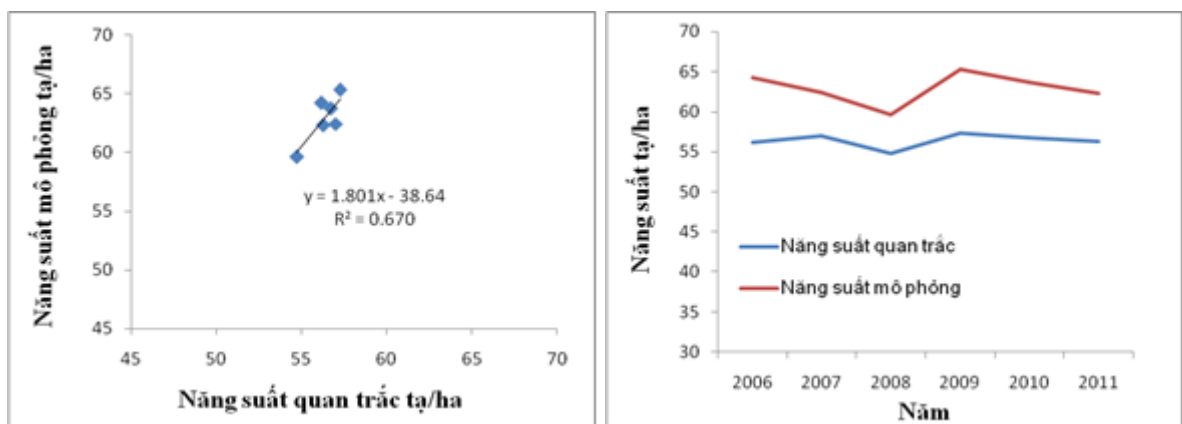
Hình 2.11. Quan hệ giữa năng suất mô phỏng và năng suất quan trắc giống lúa HT1 vụ Đông – Xuân tại Đà Nẵng



Hình 2.12. Quan hệ giữa năng suất mô phỏng và năng suất quan trắc giống lúa HT1 vụ Hè - Thu tại Đà Nẵng

Hiệu chỉnh và kiểm định đối với giống ngô LVN25: Hiệu chỉnh để lựa chọn

bộ tham số mô hình phù hợp để mô phỏng năng suất giống ngô LVN25 trong tương lai ở Đà Nẵng, Từ đó đã lựa chọn được bộ tham số cho kết quả mô phỏng tốt, với hệ số tương quan $R = 0,82$ và thời gian sinh trưởng dao động trong khoảng 108 – 118 ngày. Bộ tham số này được sử dụng để kiểm định trong vụ ngô Hè – Thu. Kết quả kiểm định cho thấy, chênh lệch giữa năng suất mô phỏng với năng suất thực tế là 560 kg/ha, tương đương 9,7%. Như vậy, sai số giữa mô phỏng và quan trắc thực tế trong phạm vi cho phép của thí nghiệm đồng ruộng (10%). Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được trình bày ở Hình 2.13.



Hình 2.13. Quan hệ giữa năng suất mô phỏng và năng suất quan trắc giống ngô LVN25 vụ Hè - Thu tại Đà Nẵng

2.4. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương

Như phân tích trong Chương I, việc đánh giá tác động của BĐKH cũng như tính dễ bị tổn thương và khả năng thích ứng được thực hiện theo nhiều cách khác nhau kể từ những năm 1990. Phương pháp này đòi hỏi phải có sự tham gia của các bên có liên quan và sử dụng nhiều nguồn dữ liệu.

Theo cách tiếp cận này, việc đánh giá không chỉ dựa vào các kịch bản xuất phát từ các mô hình toàn cầu (GCMs) mà còn dựa vào các nghiên cứu thực nghiệm về tính dễ bị tổn thương hiện tại do BĐKH và các hiện tượng thời tiết cực đoan cũng như các nghiên cứu thực nghiệm về các hoạt động và năng lực của xã hội, cộng đồng trong quản lý rủi ro liên quan đến khí hậu.

Nguy cơ tổn thương được đánh giá bằng phương pháp liên ngành dựa trên a) xác định bối cảnh kinh tế - xã hội từ đó xác định các kiểu tổn thương (nghèo đói, bị

cách ly ra khỏi xã hội, thiếu tiếp cận với các nguồn lực); và b) xác định sự tiếp xúc với các mối đe dọa vật lý (sự phát triển của các kịch bản khí hậu và các nghiên cứu tác động thủy văn).

Trong luận án đã sử dụng phương pháp xây dựng chỉ số nguy cơ tổn thương. Đây là phương pháp có thể đánh giá định lượng tính dễ bị tổn thương và đưa ra một kết quả duy nhất để so sánh giữa các khu vực (quận/huyện) khác nhau.

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

Phương pháp tính toán tính dễ bị tổn thương của IPCC hiện nay được áp dụng khá phổ biến. Theo đó, tổn thương được xem là hàm của ba yếu tố: sự phơi lộ hay tác động (exposure), mức độ nhạy (sensitivity) và khả năng thích ứng (adaptive capacity) được thể hiện như sau:

Tính dễ bị tổn thương (V) = f(sự phơi lộ (E), độ nhạy (S), khả năng thích ứng (AC))

Trên cơ sở đó, chỉ số dễ bị tổn thương do BĐKH được xác định theo trình tự như sau:

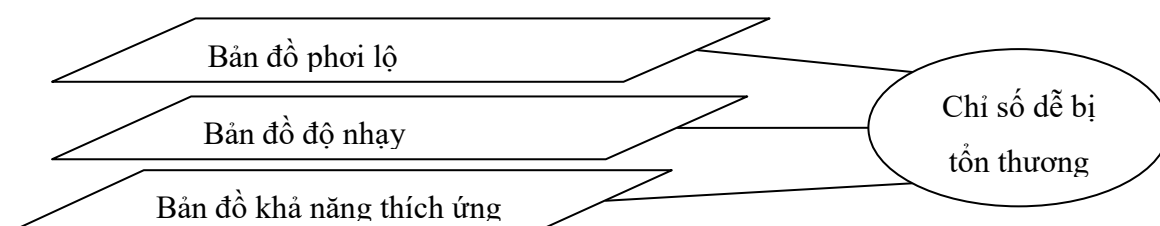
Bước 1: Đối với mỗi quận/huyện, lựa chọn các chỉ số cho mỗi thành phần trong tính toán chỉ số dễ bị tổn thương;

Bước 2: Đánh giá mức độ phơi lộ bằng cách sử dụng thông tin lịch sử của BĐKH liên quan tới các cực đoan KTTV;

Bước 3: Đánh giá độ nhạy thông qua tính nhạy của con người/Môi trường trước sự lộ diện của những hiểm họa do BĐKH;

Bước 4: Đánh giá khả năng thích ứng của xã hội, môi trường cụ thể.

Từ những bước trên, chỉ số chung cho tính dễ tổn thương do BĐKH của mỗi vùng được thiết lập và sử dụng để xây dựng bản đồ chỉ số tổn thương (Hình 2.14).



Hình 2.14. Phương pháp xây dựng bản đồ chỉ số tổn thương

Theo đó, trong luận án đã đề xuất áp dụng một phương pháp tính toán chỉ số dễ bị tổn thương khác, cũng dựa trên cách tiếp cận chung được IPCC đề xuất. Phương pháp này được chấp nhận để đánh giá tính dễ bị 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. Phương pháp này được đưa ra trong khung khái niệm “đánh giá tương quan tính dễ bị tổn thương và rủi ro (CVRA)” để đánh giá tính dễ bị tổn thương trên các khía cạnh của kinh tế xã hội. Sau đó, phân tích và đánh giá chỉ số dễ tổn thương để đề xuất các biện pháp ứng phó theo từng lĩnh vực cho từng khu vực cụ thể.

Ưu điểm:

+ Không chỉ xác định đối tượng dễ bị tổn thương nhất về mặt xã hội mà còn chỉ ra cơ sở hạ tầng và dịch vụ “nào” dễ bị ảnh hưởng và dễ bị tổn thương hơn;

+ Phản ánh sự đa dạng, phức tạp của các hệ thống con người và tự nhiên có kết hợp với các khía cạnh xã hội như cơ sở hạ tầng dân số, nghèo đói, sức khỏe...., cũng như các thuộc tính sinh học – vật lý của địa hình, tài nguyên thiên nhiên và cơ sở vật chất;

+ Do dựa trên quan điểm là xác định lĩnh vực quan tâm theo tính chất phát triển và đặc tính cụ thể của khu vực nghiên cứu, từ đó tính toán mức độ dễ tổn thương tới các mặt, nên phương pháp này có thể giúp người quản lý dễ dàng hơn trong việc đề xuất các giải pháp ứng phó.

Những mặt hạn chế: Trên thực tế, tính dễ bị tổn thương là hàm của sự phơi lộ, độ nhạy, khả năng thích ứng, song các yếu tố trong mỗi thành phần có sự trộn lẫn khi xem xét độ nhạy và khả năng thích ứng.

Tuy vậy nhìn chung, xét ở mức độ khu vực và mức độ địa phương thì so với phương pháp tiếp cận chỉ số tổn thương theo hàm của 3 thành phần không có sự tập trung tới các lĩnh vực liên quan đến xã hội, phương pháp này là một cách tiếp cận hợp lý hơn để đưa ra đánh giá định lượng những rủi ro do BĐKH gây ra.

Với mục đích nghiên cứu “đánh giá và xác lập bộ chỉ số tổn thương do tác động của BĐKH”, luận án tiến hành xây dựng tính toán chỉ số tổn thương theo phương pháp trên cho Đà Nẵng sau khi đánh giá cụ thể các tác động của BĐKH đến các lĩnh vực khác nhau của hệ thống kinh tế xã hội. 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..., sẽ tiến hành xác định chỉ số dễ bị tổn thương cho các lĩnh vực sau:

- Tác động của lũ và ngập lụt đi kèm với các hiện tượng thời tiết cực đoan;
- Tác động của xâm nhập mặn đi kèm với những biến đổi thủy văn và mực nước biển dâng;
- Tác động của nước dâng do bão đi kèm với những biến đổi liên quan đến mực NBD và các hiện tượng thời tiết cực đoan;
- Tác động do sự thay đổi các tham số trung bình năm của khí tượng như nhiệt độ, lượng mưa.

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. Kết quả tính toán là cơ sở để so sánh mức độ dễ bị tổn thương giữa các quận/huyện của Đà Nẵng.

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

Xây dựng bộ chỉ số dễ bị tổn thương cho Đà Nẵng cụ thể bao gồm các bước: lựa chọn vùng, thiết lập các tham số của lĩnh vực đánh giá, chuẩn hóa các tham số đánh giá, từ đó xác định trọng số cho các tham số và tính giá trị chỉ số dễ bị tổn thương và phân cấp mức độ dễ bị tổn thương cho các vùng.

2.4.2.1 Lựa chọn mức độ chi tiết không gian

Luận án lựa chọn các vùng để xác định chỉ số dễ bị tổn thương theo địa danh hành chính là các quận/ huyện của TP Đà Nẵng, (không xét huyện Đảo Hoàng Sa do không có số liệu), bao gồm 7 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

thuận lợi trong việc xác định các tham số để xây dựng bộ chỉ số cũng như ứng dụng kết quả trong các quy hoạch kế hoạch trong tương lai của Đà Nẵng.

2.4.2.2 Thiết lập tham số

Khi đánh giá chỉ số dễ bị tổn thương phải xem xét vai trò của các yếu tố: xã hội, nhân khẩu học, địa lý, môi trường, kinh tế và văn hóa đối với một cộng đồng hay hệ thống “dễ bị tổn thương” do BĐKH. Theo đó, luận án tập trung vào nhóm xã hội, *công nghiệp và năng lượng, giao thông và đô thị*.

a) Tính dễ tổn thương về xã hội bao gồm:

Dân số: liên quan đến việc dễ bị tổn thương của con người và dân số TP Đà Nẵng do ảnh hưởng của BĐKH. Trong đó, tăng trưởng dân số là một động lực chính cho sự thay đổi ở vùng đồng bằng, tăng nguy cơ người dân và các hộ gia đình chịu tác động của BĐKH và nhu cầu được đặt trên các nguồn tài nguyên thiên nhiên sẵn có và tác động của nó đối với sinh kế bền vững. Về lâu dài, tăng trưởng dân số TP Đà Nẵng có khả năng đóng góp và làm trầm trọng thêm các điểm dễ bị tổn thương do BĐKH và những khó khăn trong việc thích ứng với mọi thay đổi bất lợi về khí hậu. Ở đây, một huyện được coi là dễ bị tổn thương nếu nó tồn tại các đặc điểm như số lượng dân số cao, tỷ lệ tăng trưởng hoặc quy mô gia đình lớn [41].

Đói nghèo: là mức độ dễ bị tổn thương đến các hộ gia đình nghèo và cận nghèo, ở TP Đà Nẵng đối với tác động của BĐKH. Nghèo đói làm giảm khả năng phục hồi và năng lực thích ứng của người dân và hộ gia đình.

Sinh kế: đề cập đến khả năng dễ bị tổn thương của hệ thống canh tác, cơ sở hạ tầng và sinh kế của TP Đà Nẵng. Ở đây, một hộ gia đình nông nghiệp và hệ thống sinh kế được coi là dễ bị tổn thương nếu có khả năng thiệt hại nhiều do BĐKH và tổn thương thấp nếu khả năng phục hồi nhanh chóng hoặc hoàn toàn do tác động của BĐKH. Mức độ dễ bị tổn thương của hộ gia đình được xác định bằng cách đánh giá các nguồn lực (sử dụng đất, nước) và mức độ cũng như tính đa dạng của nguồn thu nhập (các nghề nghiệp) hay các tài sản sản xuất, cơ sở hạ tầng.

b) Tính dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng: đề cập

đến tính nhạy cảm trong sản xuất công nghiệp và năng lượng, cơ sở hạ tầng truyền tải và dịch vụ đối với tác động của BĐKH.

c) Tính dễ bị tổn thương trong lĩnh vực giao thông và đô thị:

Giai đoạn đầu tiên của đánh giá tổn thương là 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 ở 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 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.

2.4.2.3 Chuẩn hóa tham số

Các thông số và chỉ tiêu được thu thập và thống kê có các thứ nguyên khác nhau, vì thế khi sử dụng trong một hàm quan hệ cần phải được chuẩn hóa trước khi tính toán. Trong nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá chỉ số phát triển con người (HDI) của UNDP (2006) để chuẩn hóa, đưa về khoảng cho phép từ 0-1. Trong đó, việc trước hết là phải xác định mối tương quan giữa các tham số với tính dễ bị tổn thương. Có hai loại quan hệ có thể xảy ra bao gồm: *Quan hệ thuận* – tính dễ bị tổn thương tăng lên/giảm xuống tương ứng với sự tăng lên/giảm xuống của các giá trị tham số tương ứng với các tác động và *Quan hệ nghịch* là tính dễ bị tổn thương tăng lên/giảm xuống với sự giảm xuống/tăng lên của các giá trị tham số

tương ứng với khả năng ứng phó.

Theo đó, các công thức được sử dụng để chuẩn hóa các tham số như sau:

+ Quan hệ thuận:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2.6)$$

+ Quan hệ nghịch:

$$y_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2.7)$$

Trong đó: $i = 1, 2, \dots, M$ với M là số vùng (với trường hợp tình toán trong luận án là 7 vùng), $j = 1, 2, \dots, K$ với K là số tham số trong nhóm tính tổn thương.

2.4.2.4 Xác định trọng số và tính chỉ số dễ bị tổn thương

Sau khi số liệu đã được chuẩn hóa, các chỉ số cần được xác định trọng số. Có rất nhiều phương pháp tính trọng số khác nhau tùy theo đặc tính khu vực nghiên cứu cũng như mục tiêu xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương. Nói chung, có hai trường phái chủ yếu là phương pháp bình quân trọng số và phương pháp trọng số không bằng nhau. Để hướng tới mục đích định lượng hóa chỉ tiêu tổn thương, nghiên cứu sinh lựa chọn phương pháp trọng số không bằng nhau của Iyengar & Sudarshan.

Phương pháp này dựa trên cơ sở thống kê và cũng rất phù hợp cho việc phát triển đa chỉ số tổn thương do biến đổi khí hậu được Iyengar và Sudarshan (1982) đề xuất để xếp hạng các huyện theo khả năng phát triển kinh tế. Việc xác định chỉ số dễ tổn thương cho các hoạt động KT-XH ở các vùng do tác động của BĐKH, bao gồm 3 nhân tố chính:

(1) Nhóm nhân tố phơi lộ hay là các tác động (E): Gồm các loại thiên tai và sự thay đổi một số yếu tố khí 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,...)

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,...

Mức độ tổn thương riêng của mỗi nhóm nhân tố sẽ được tính toán dựa trên trọng số của từng nhân tố và các chỉ thị. Giả sử có M vùng (với trường hợp tình toán trong luận án là 7 vùng) và K là số chỉ tiêu trong nhóm tính tổn thương và x_{ij} ($i=1,2,\dots,M; j=1,2,\dots,K$) là các giá trị được chuẩn hóa. Mức độ bị tổn thương trong mỗi mỗi nhân tố (E, S, A) của vùng thứ i, gọi chung là \bar{y}_i được xác định theo một tổng tuyến tính của x_{ij} như sau:

$$\bar{y}_i = \sum_{j=1}^K w_j \times x_{ij} \quad (2.8)$$

Trong đó $0 < w < 1$ và $\sum_{j=1}^K w_j = 1$ là những trọng số. Theo phương pháp của Iyengar và Sudarshan thì các trọng số được giả định là tỉ lệ nghịch với phương sai của chỉ tiêu dễ bị tổn thương và được tính theo công thức:

$$w_j = \frac{c}{\sqrt{\text{var}_i(x_{ij})}} \quad (2.8.1)$$

Trong đó c là hằng số chuẩn hóa được xác định bởi:

$$c = \left[\sum_{j=1}^K \frac{1}{\sqrt{\text{var}_i(x_{ij})}} \right]^{-1} \quad (2.8.2)$$

Việc lựa chọn các trọng số theo phương pháp này sẽ đảm bảo sự biến thiên lớn trong bất kỳ chỉ tiêu nào mà không chi phối quá mức sự đóng góp của các chỉ tiêu còn lại của các chỉ số và gây sai sót khi so sánh giữa các vùng. Chỉ số dễ bị tổn thương vì vậy được tính toán nằm trong phạm vi từ 0-1, với giá trị =1 chỉ mức dễ bị tổn thương là lớn nhất, với giá trị =0 là không bị tổn thương.

Sau khi tính toán các giá trị của 3 nhóm yếu tố E_i , S_i , A_i , tiếp tục chuẩn hóa thuận và sau đó tính toán trọng số cho từng lĩnh vực theo công thức (2.8.1), được w_E , w_S , w_A là trọng số của các chỉ số tác động, độ nhạy và khả năng thích ứng.

Trong đó:

$$w_E + w_S + w_A = 1 \quad (2.10)$$

Chỉ số dễ bị tổn thương cho mỗi khu vực (huyện) tương ứng cho từng lĩnh vực được tính theo công thức sau:

$$V_i = E_i \times w_E + S_i \times w_S + A_i \times w_A \quad (2.11)$$

Trong đó V_i là chỉ số dễ bị tổn thương tính cho vùng i

Để phân cấp mức độ tổn thương của các vùng, phải xác định phân bố xác suất của V_i . Iyengar và Sudarshan đã giả thiết rằng hàm mật độ xác suất của V_i phù hợp với hàm Beta, là một hàm phân bố lệch, nhận các giá trị từ 0-1, như sau:

$$f(z) = \frac{z^{a-1}(1-z)^{b-1}}{\beta(a,b)}, 0 < z < 1 \text{ và } a, b > 0. \quad (2.9)$$

Trong đó $\beta(a, b)$ là hàm được định nghĩa như sau:

$$\beta(a, b) = \int_0^1 x^{a-1}(1-x)^{b-1} dx \quad (2.9.1)$$

Hai tham số a và b là hai thông số của phân hàm phân bố ngẫu nhiên Beta trên có thể được ước tính bằng cách sử dụng phương pháp đã được mô tả trong Iyengar và Sudharshan (1982). Nếu coi $(0, z_1)$, (z_1, z_2) , (z_3, z_4) và $(z_4, 1)$ là các khoảng tuyến tính mà mỗi khoảng có cùng trọng số của 20% thì các khoảng này có thể được sử dụng để đặc tả các trạng thái tổn thương khác nhau:

Ít có nguy cơ tổn thương (không đáng kể) nếu $0 < V_i < z_1$

Có nguy cơ tổn thương vừa phải nếu $z_1 < V_i < z_2$

Có nguy cơ tổn thương tương đối lớn nếu $z_2 < V_i < z_3$

Có nguy cơ tổn thương cao nếu $z_3 < V_i < z_4$

Có nguy cơ tổn thương rất cao nếu $z_4 < V_i < 1$

Tuy nhiên theo nhận định của nhiều chuyên gia, không nhất thiết phải phân cấp hàm phân bố xác suất của V_i bằng hàm Beta, mà có thể xấp xỉ bằng nhiều hàm phân bố đã được tính sẵn như phân bố Kritxki – Menkel, hàm Gamma, hoặc đơn giản theo đường trung bình đi qua các điểm tần suất kinh nghiệm. Mặt khác, số vùng sử dụng trong luận án $M = 8$, không đủ đảm bảo để xác định hàm phân bố xác suất, vì vậy, phân cấp mức độ tổn thương trong luận án theo hàm phân bố đều như trong Bảng 2.6.

Bảng 2.6. Phân cấp trạng thái dễ bị tổn thương

$0 < V_i \leq 0,20$:	RT	Tổn thương rất thấp
$0,20 < V_i \leq 0,40$:	T	Tổn thương thấp
$0,40 < V_i \leq 0,60$:	TB	Tổn thương trung bình
$0,60 < V_i \leq 0,80$:	C	Tổn thương cao
$0,80 < V_i \leq 1,00$:	RC	Tổn thương rất cao

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG VÀ TÍNH DỄ BỊ TỒN THƯƠNG CHO THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG DO TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

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

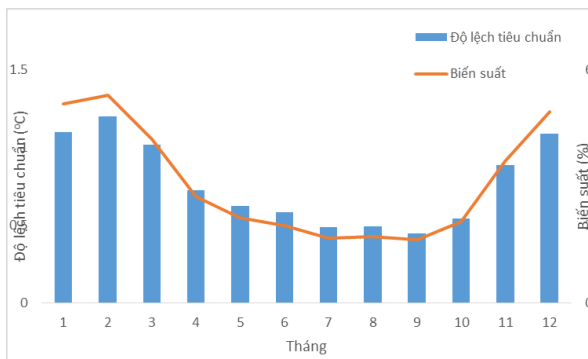
Ở Đà Nẵng, đã có nhiều nghiên cứu về BĐKH được thực hiện. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu tập trung đánh giá đối với hai yếu tố khí hậu chính là nhiệt độ và lượng mưa. Do vậy, khả năng cung cấp thông tin phục vụ đánh giá tác động của BĐKH là chưa hoàn toàn đầy đủ. Thực tế có thể thấy, tác động của thời tiết và khí hậu đến con người, hoạt động sản xuất và môi trường được thể hiện rõ ràng nhất qua các hiện tượng cực đoan; như nắng nóng, rét đậm, rét hại, mưa lớn, lũ lụt, bão ... Vì vậy, việc đánh giá biểu hiện của BĐKH tại khu vực Đà Nẵng thông qua nhiệt độ, lượng mưa và một số cực đoan khí hậu.

Trong luận án, đã sử dụng số liệu trung bình tháng của nhiệt độ, lượng mưa và số liệu quan trắc ngày đối với lượng mưa, nhiệt độ tối cao và tối thấp thời kỳ 1961-2010.

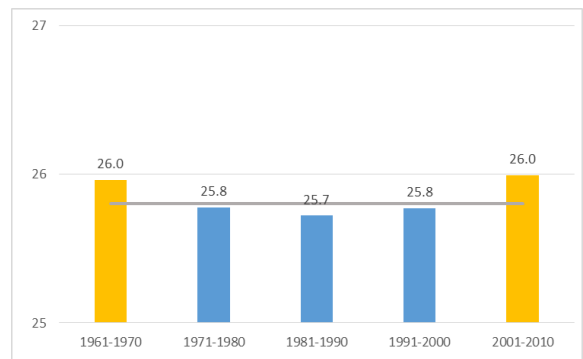
3.1.1 Xu thế biến đổi nhiệt độ

Biến động của nhiệt độ tháng ở khu vực Đà Nẵng không cao, hay nói cách khác, nhiệt độ tháng hàng năm khá ổn định. Kết quả tính toán theo số liệu 1961-2012 cho thấy, biến động nhiệt độ tháng cao nhất vào các tháng mùa đông, với độ lệch tiêu chuẩn (S) vào khoảng 1 đến 1,2°C, hệ số biến thiên (Sr) dao động từ 4 đến 5,3%; thấp nhất vào các tháng mùa hè, với S vào khoảng từ 0,4 đến 0,7°C, Sr dao động trong khoảng từ 1,5 đến 2,7% (Hình 3.1). Nhiệt độ trung bình năm tại trạm Đà Nẵng có xu thế tăng nhẹ, với mức tăng vào khoảng 0,015°C/thập kỷ (Hình 3.3). Mức chênh lệch nhiệt độ năm giữa các thập kỷ không cao, dao động từ 25,7 đến 26,0°C, cao nhất vào thập kỷ đầu và thập kỷ cuối của chuỗi số liệu quan trắc (Hình 3.2). Kết quả tính toán cũng cho thấy rằng, mức biến động của nhiệt độ trung bình năm lại có xu thế tăng nhẹ. Cụ thể, chỉ số Sr của 20 năm gần đây (1993-2012) là 1,5%, Sr của các năm trước đó là 1,3% (Hình 3.3). Tuy nhiên, mức độ biến đổi và

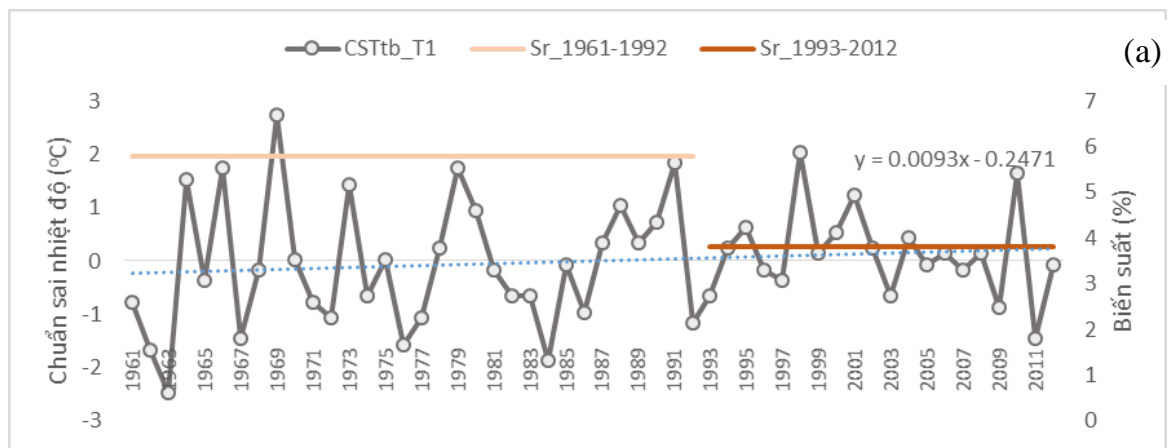
xu thế biến động của nhiệt độ trong các tháng khác nhau là khác nhau. Vào tháng chính đông (tháng I), nhiệt độ có xu thế tăng nhẹ, khoảng $0,14^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$, hệ số Sr lại có xu thế giảm (Sr của 20 năm gần đây thấp hơn so với các năm trước đó). Ngược lại, nhiệt độ tháng chính hè (tháng VII) có xu thế giảm khoảng $0,05^{\circ}\text{C}/1$ thập kỷ; và hệ số Sr có xu thế tăng cao hơn trong 20 năm gần đây (Hình 3.3). Điều này cho thấy sự biến động thất thường của nhiệt độ ở khu vực Đà Nẵng: nhiệt độ các tháng mùa hè có xu thế gia tăng. Ngược lại, ổn định hơn vào các tháng mùa đông. Tuy nhiên, mức độ tăng/giảm không rõ ràng, mức chênh lệch hệ số Sr chỉ khoảng 0,1-0,2%; riêng đối với trường hợp Sr của nhiệt độ tháng 1 vào khoảng 2%.

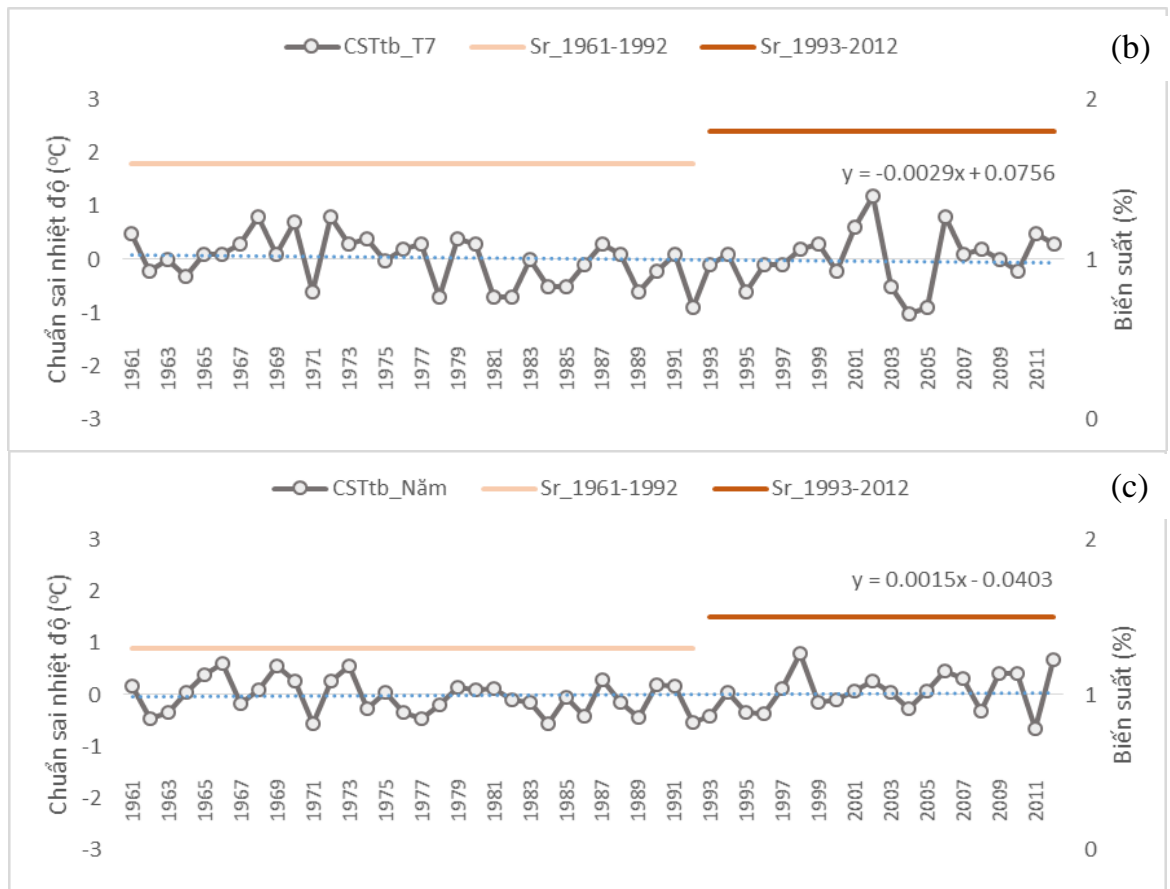


Hình 3.1. Độ lệch tiêu chuẩn (S) và biến suất (Sr) của nhiệt độ thời kỳ 1961-2010 tại trạm Đà Nẵng



Hình 3.2. Đặc trưng nhiệt độ trung bình năm các thập kỷ tại trạm Đà Nẵng

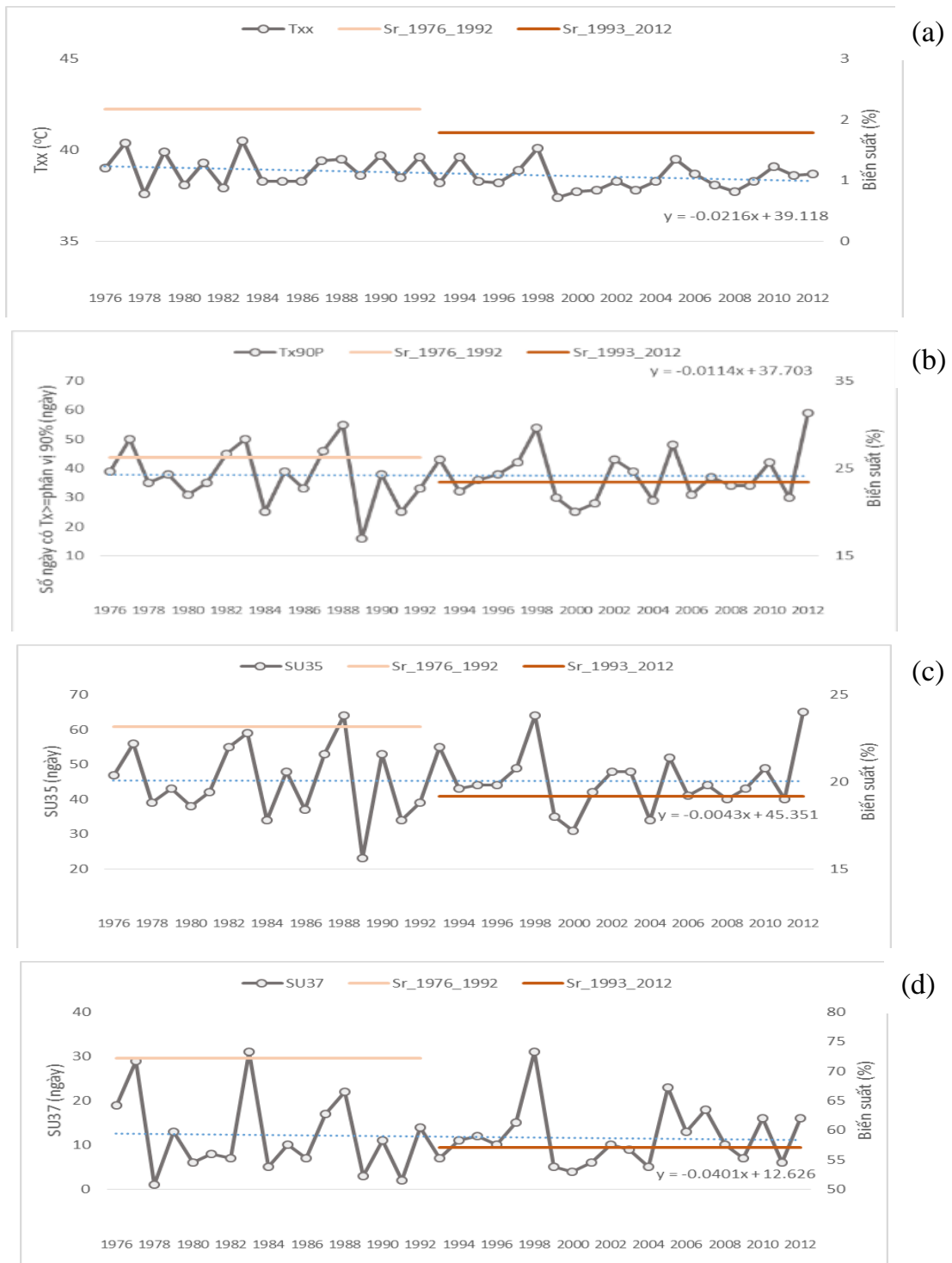




Hình 3.3. Xu thế diễn biến và Sr (thời kỳ 1961-1992 màu cam; thời kỳ 1993-2012 màu đỏ) của chuẩn sai nhiệt độ tháng I (a), tháng VII (b) và trung bình năm (c)

Nhiệt độ tối cao tuyệt đối năm (Txx) có xu thế giảm nhẹ, khoảng $0,2^{\circ}\text{C}$ /thập kỷ. Hệ số biến thiên Sr của Txx trong 20 năm gần đây cũng thấp hơn, khoảng 0,4% so với các năm trước đó. Nói cách khác, mức biến động của Txx có xu thế giảm trong những năm gần đây. Cùng với xu thế giảm của Txx, số ngày nóng (Số ngày có $T_x \geq$ giá trị của Tx ở phân vị 90% - T_{x90P}), số ngày nắng nóng (SU35) và số ngày nắng nóng gay gắt (SU37) cũng có xu thế giảm nhẹ; mức giảm lần lượt tương ứng là 0,11 ngày/thập kỷ, 0,04 ngày/thập kỷ, 0,4 ngày/thập kỷ. Hệ số biến thiên Sr của SU35 và SU37 trong 20 năm gần đây thấp hơn hẳn so với các năm trước đó. Điều này cho thấy, số ngày nắng nóng và nắng nóng gay gắt trong những năm gần đây ở Đà Nẵng biến động không nhiều (Hình 3.4). Thực tế, số ngày nắng nóng tại Đà Nẵng khá lớn, trung bình mỗi năm có khoảng 45 ngày, cao nhất là năm 1988 có 67 ngày, năm 1998 có 64 ngày và thấp nhất là năm 1989 có 23 ngày; Trung bình mỗi năm có khoảng 12 ngày nắng nóng gay gắt, trong đó cao nhất là năm 1983 và

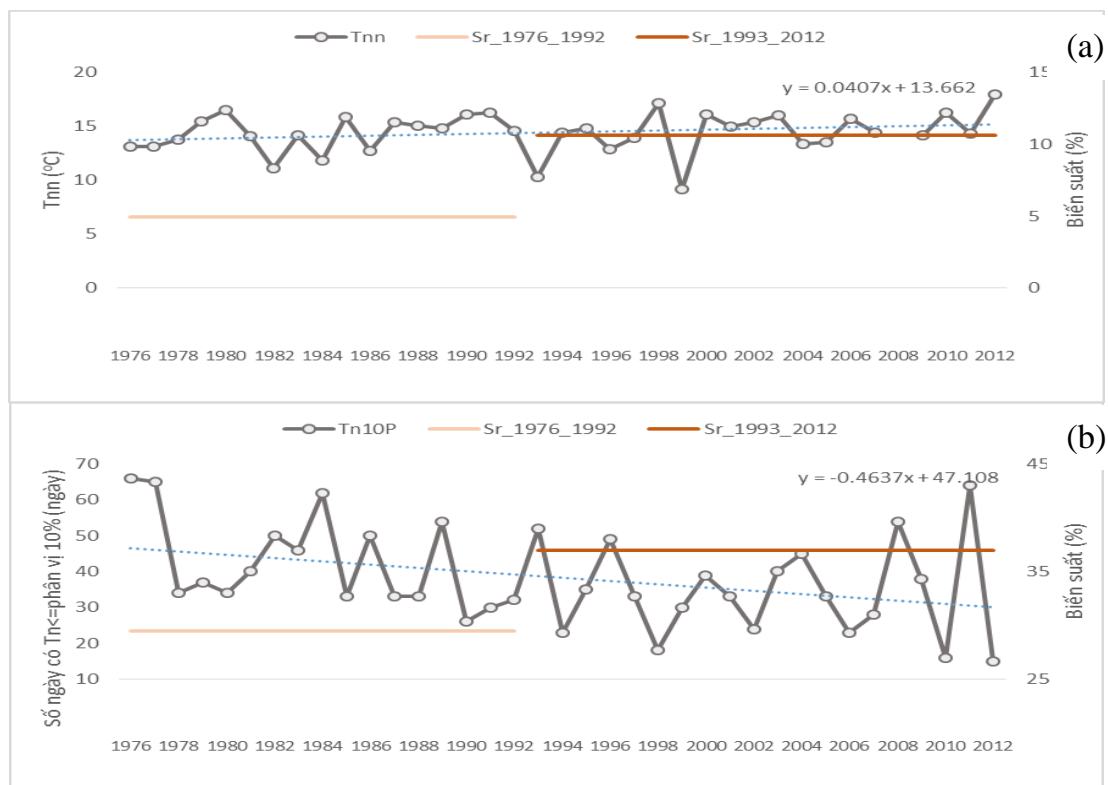
1998 có 31 ngày, thấp nhất là năm 1978 có 1 ngày.



Hình 3.4. Xu thế biến đổi của Txx (a), Tx90P (b), SU35 (c) và SU37 (d) tại trạm Đà Nẵng

Trong những năm qua, nhiệt độ tối thấp tuyệt đối năm (Tnn) có xu thế gia

tăng ở trạm Đà Nẵng, với mức tăng khoảng $0,4^{\circ}\text{C}/\text{thập kỷ}$. Tuy nhiên, mức độ biến động của T_{nn} cũng gia tăng. Cụ thể, hệ số biến thiên (S_r) trung bình giai đoạn 1993-2012 đạt giá trị 10,1%; trong khi đó, S_r trung bình giai đoạn 1976-1992 đạt giá trị 4,0% (Hình 3.5). Cùng với xu thế gia tăng của T_{nn} , số ngày có T_{nn} nằm dưới ngưỡng phân vị 10% (T_{n10P} , ngày lạnh) có xu thế giảm rõ ràng, với mức giảm khoảng 4,6 ngày/thập kỷ. S_r của T_{n10P} cũng có xu thế gia tăng trong 20 năm gần đây so với thời kỳ trước đó (Hình 3.5).



Hình 3.5. Xu thế biến đổi của T_{nn} (a) và T_{n10P} (b) tại trạm Đà Nẵng

3.1.2 Xu thế biến đổi lượng mưa

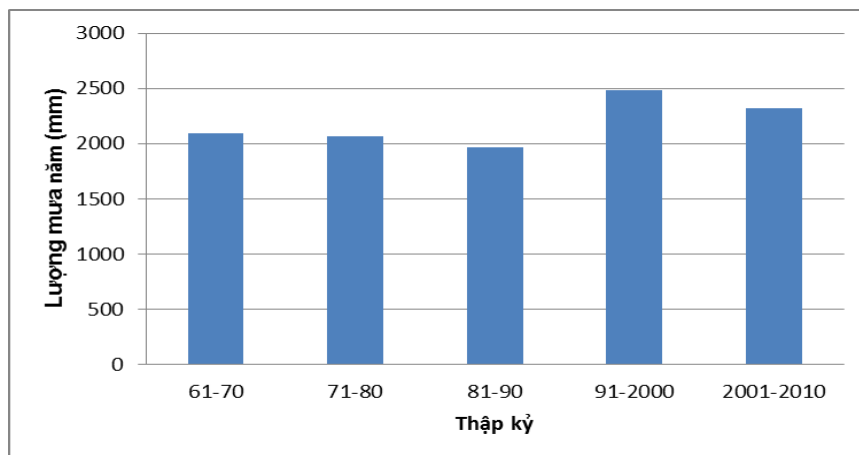
Đà Nẵng nằm ở phía Bắc vùng Nam Trung Bộ, với mùa mưa muộn hơn so với vùng Bắc Trung Bộ, bắt đầu từ tháng VIII, tháng IX đến tháng XI, kết thúc vào tháng XII. Độ lệch tiêu chuẩn phổ biến của lượng mưa trong các tháng I, IV, VII, X lần lượt là 73 mm; 50 mm; 86 mm; 272 mm và chung cho cả năm là 572 mm. Biến suất lượng mưa trong các tháng tương ứng là 87%; 143%; 97%; 42% và chung cho cả năm là 26% (Bảng 3.1). Ở Đà Nẵng, độ lệch tiêu chuẩn tỷ lệ thuận và biến suất

tỷ lệ nghịch với lượng mưa. Đáng chú ý là, ở Đà Nẵng lượng mưa biến đổi nhiều trong các tháng đầu và giữa mùa xuân (tháng III, IV) và biến đổi ít trong các tháng cao điểm của mùa mưa (tháng X, XI).

Lượng mưa năm cũng biến đổi từ thập kỷ này qua các thập kỷ khác. Trong thời kỳ 1961-2012, lượng mưa lớn nhất rơi vào hai thập kỷ gần đây là thập kỷ 1991-2000; thập kỷ 2001 - 2010 và ít nhất vào thập kỷ 1981 - 1990 (Hình 3.6). Như vậy, trong hai thập kỷ gần đây lượng mưa năm ở Đà Nẵng lớn hơn các thập kỷ trước.

Bảng 3.1: Trị số trung bình, độ lệch tiêu chuẩn (S, mm) và biến suất (Sr %) lượng mưa trạm Đà Nẵng.

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
TB	83	24	22	35	86	86	89	140	341	644	443	210	2204
S (mm)	73	21	27	50	83	85	86	99	269	272	283	153	572
Sr (%)	87	88	122	143	97	99	97	71	79	42	64	73	26

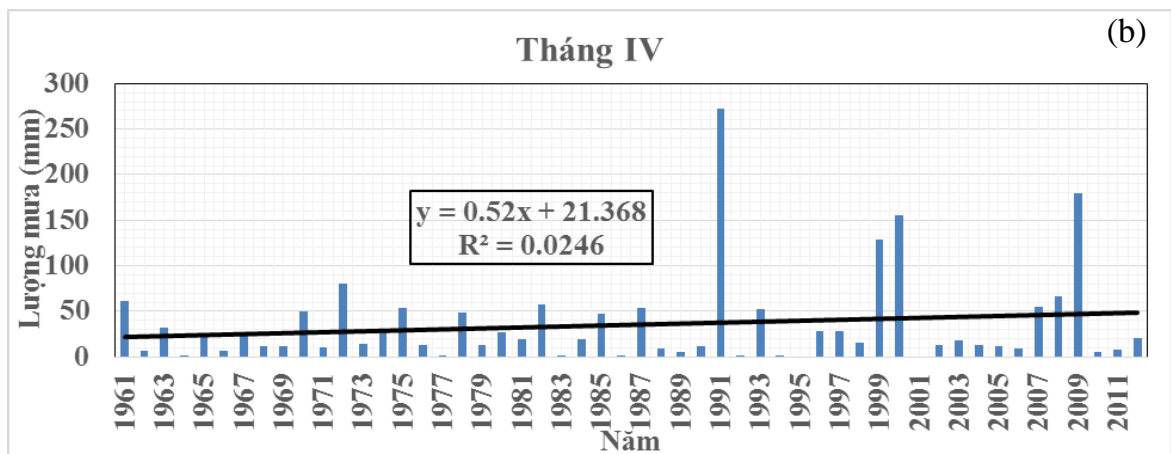
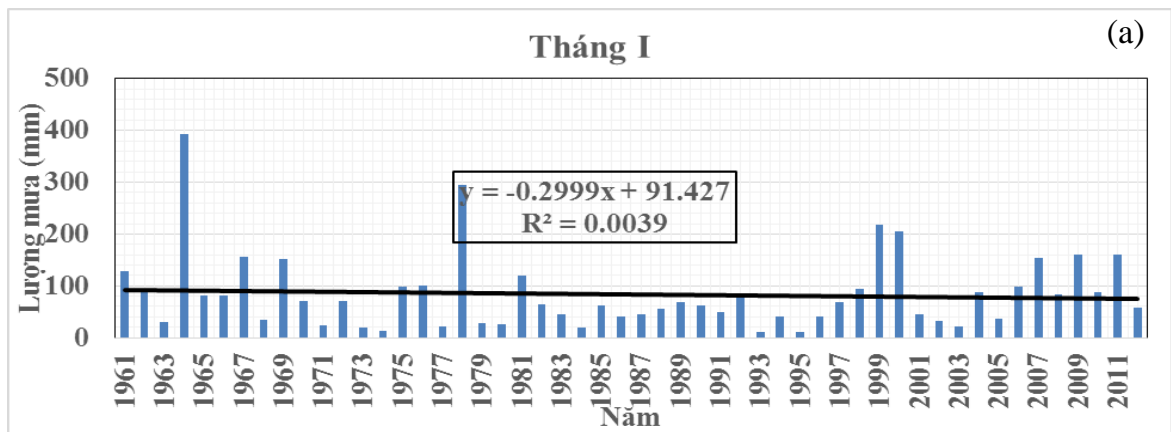


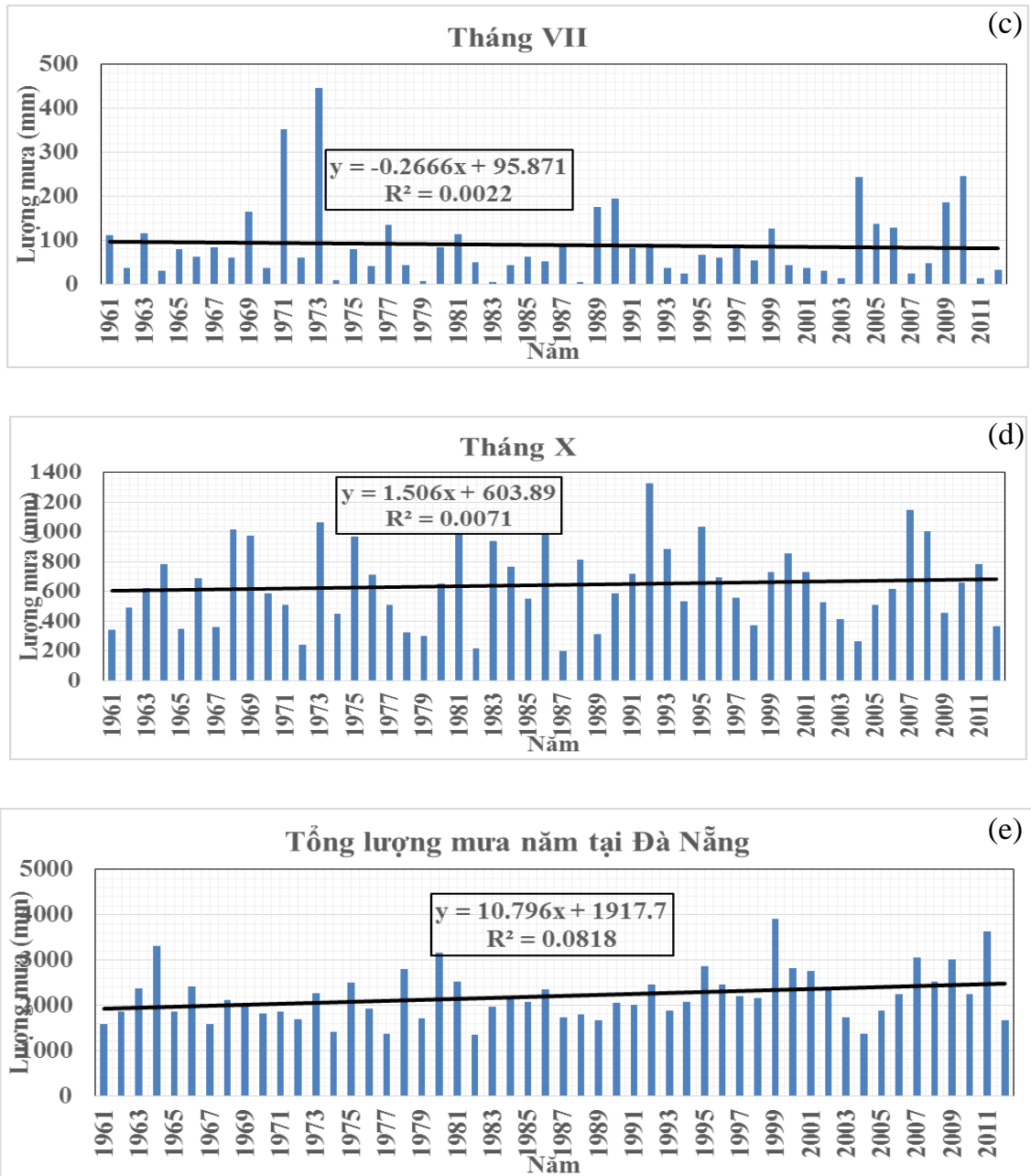
Hình 3.6 Lượng mưa trung bình trong các thập kỷ

Xu thế và tốc độ xu thế của lượng mưa được thể hiện thông qua dấu của hệ số tương quan (r_{xt}) giữa lượng mưa (x) với thời gian (t) và tốc độ xu thế được thể hiện thông qua hệ số b1 của phương trình xu thế.

Trong thời kỳ 1961-2012, lượng mưa trong mùa hè (tháng VII), mùa đông (tháng I) ở Đà Nẵng có xu thế giảm, nhưng không đáng kể, dưới 0,3 mm/năm; và có xu thế tăng trong mùa xuân (IV) và mùa thu (tháng X), với tốc độ tăng 0,5-1,5 mm/năm. Tuy nhiên sự tăng hay giảm lượng mưa các mùa không có xu thế chặt chẽ (hệ số tương quan các mùa đều $r_{xt} < 0,27$), căn cứ vào tiêu chuẩn kiểm nghiệm Student (T-test) (Hình 3.7 a,b,c,d).

Trong hơn 50 năm qua, lượng mưa năm ở Đà Nẵng có xu thế tăng 10,8 mm/năm với hệ số tương quan $r_{xt}=0,29$, lượng mưa năm ở Đà Nẵng có xu thế chặt chẽ theo tiêu chuẩn kiểm nghiệm T-test (Hình 3.7 e).



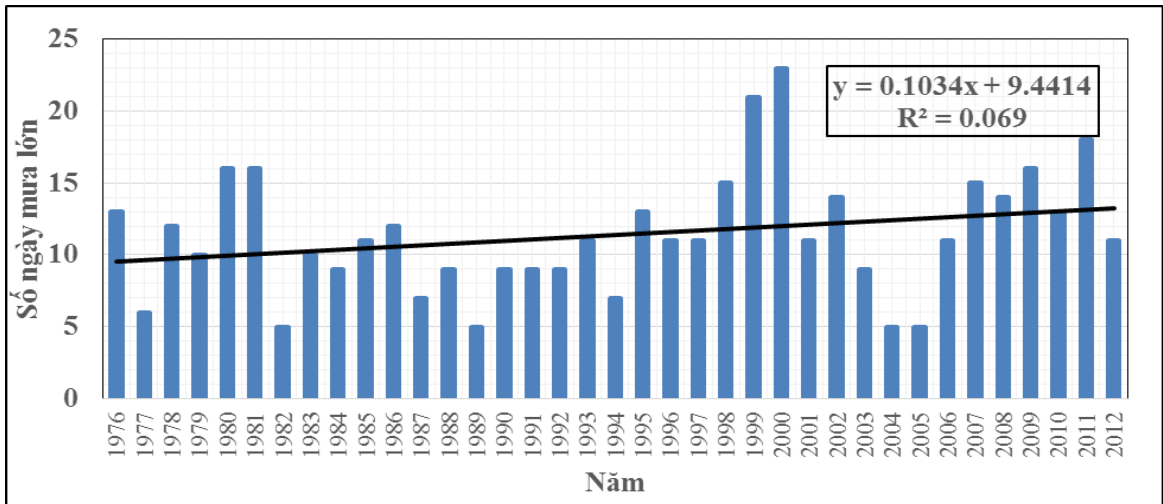


Hình 3.7 Xu thế biến đổi của lượng mưa các tháng I, IV, VII, X (a,b,c,d) và lượng mưa năm (e) trạm Đà Nẵng

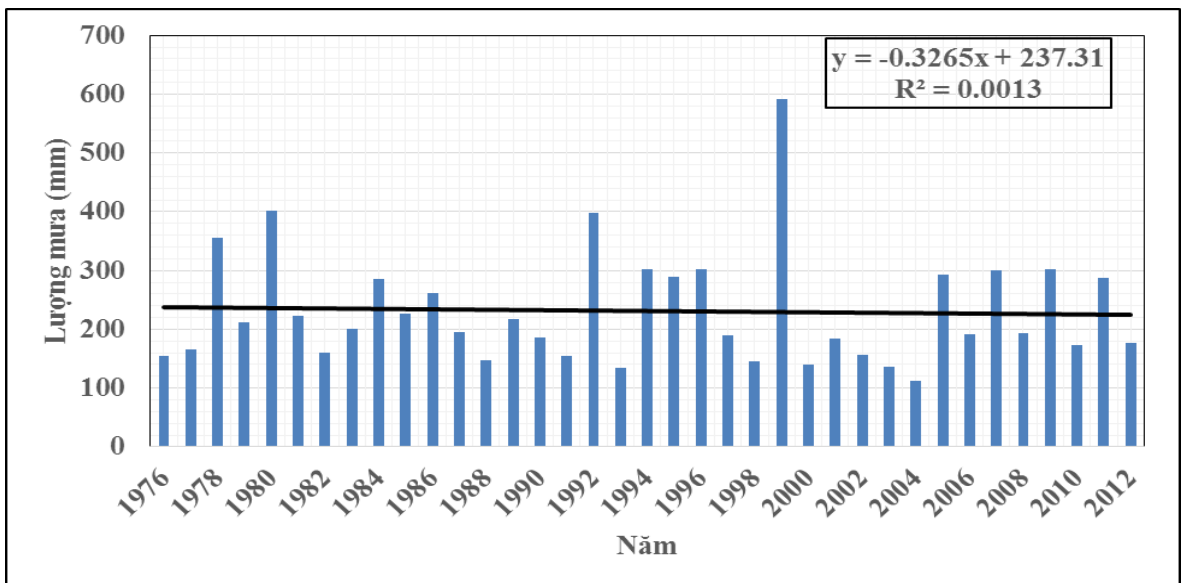
Trong thời kỳ 1976-2012, số ngày có lượng mưa trên 50 mm có xu thế tăng khoảng 0,1 ngày/năm. Tuy nhiên xu thế tăng số ngày mưa lớn là không chặt chẽ ($r_{xt} < 0,3$) (Hình 3.8).

Lượng mưa một ngày lớn nhất ($Rx1day$) ở Đà Nẵng có xu thế giảm khoảng 0,3 mm/năm (Hình 3.9) trong khi lượng mưa năm ngày lớn nhất có xu thế tăng

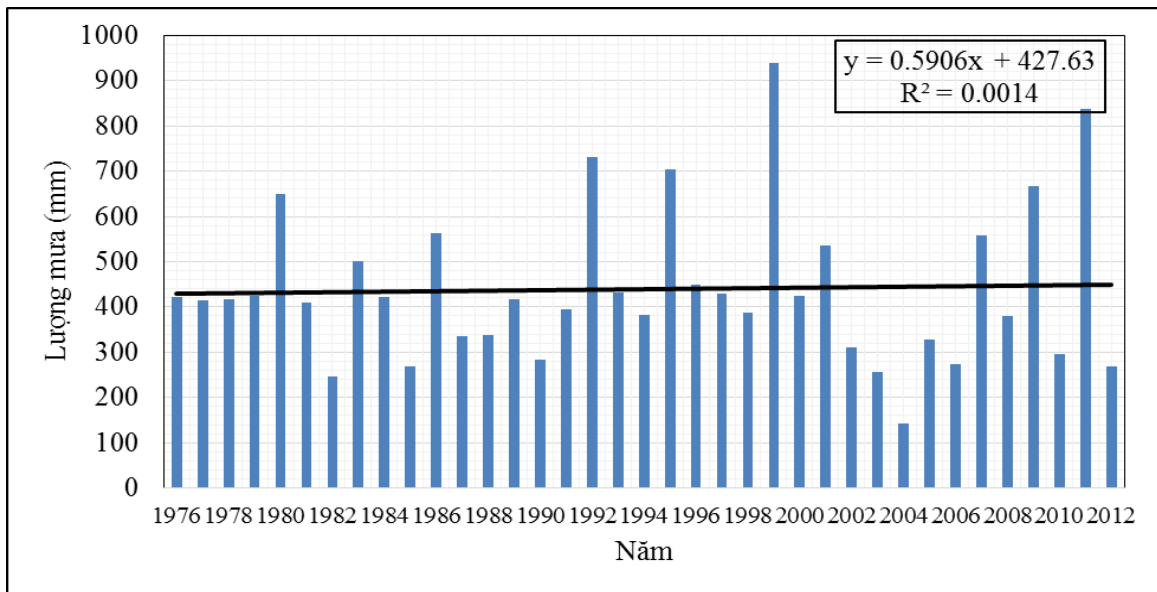
khoảng 0,5mm/năm (Hình 3.10). Tuy nhiên mức giảm của lượng mưa một ngày lớn nhất và mức tăng của lượng mưa 5 ngày lớn nhất đều không thể hiện xu thế rõ ràng ($r_{xt} < 0,3$), nghĩa là phương trình xu thế không đạt tiêu chuẩn chặt chẽ.



Hình 3.8 Xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn năm (lượng mưa $\geq 50\text{mm}$) tại Đà Nẵng



Hình 3.9 Xu thế biến đổi của lượng mưa 1 ngày lớn nhất tại Đà Nẵng



Hình 3.10 Xu thế biến đổi của lượng mưa 5 ngày lớn nhất tại Đà Nẵng

3.1.3 Biến đổi về tần số xoáy thuận nhiệt đới ở vùng biển từ Đà Nẵng-Bình Định

Mức độ biến đổi: Trong thời kỳ 1961-2007 có 86 cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến đoạn bờ biển từ Đà Nẵng-Bình Định (XTNĐ_ĐN-BĐ), trung bình mỗi năm có 1,83 cơn. Các năm có nhiều XTNĐ_ĐN-BĐ nhất là 1964, 1972, 1990, 1996 với 5 cơn mỗi năm; những năm không có cơn nào là các năm 1968, 1976, 1979, 1981 và 2001.

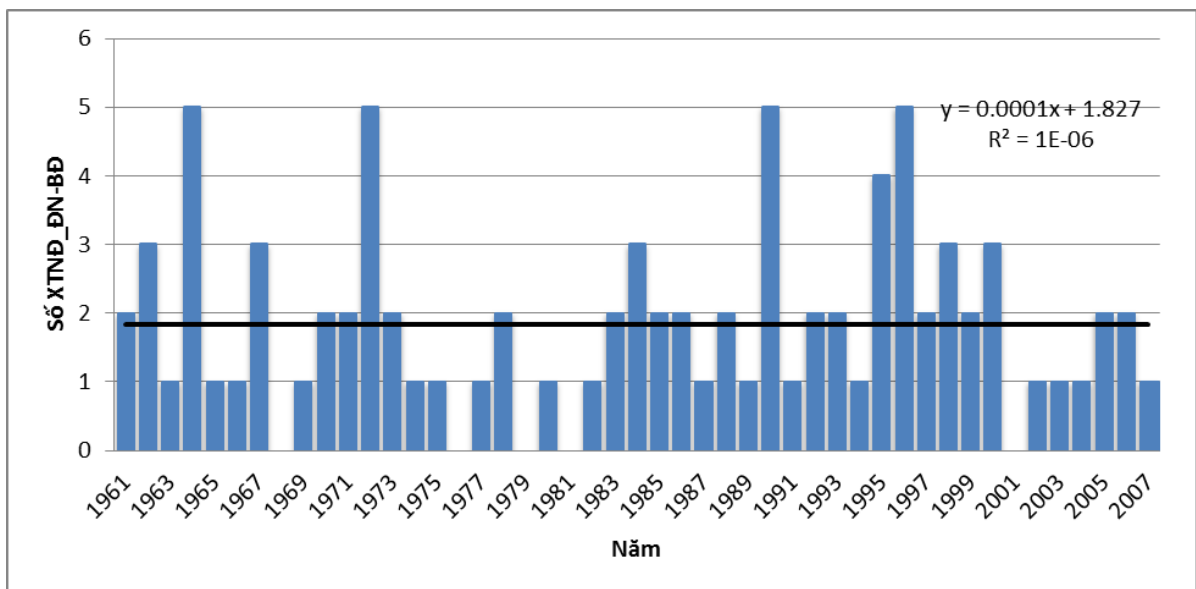
Biến suất của tần số XTNĐ_ĐN-BĐ tháng trong năm rất lớn, biến suất của hầu hết các tháng trong mùa bão đều dưới 350%, bé nhất vào các tháng cao điểm của mùa bão (tháng IX, X, XI) với biến suất dưới 200%. Trong các tháng ngoài mùa bão, biến suất đều trên 350%, riêng tháng II, III cả thời kỳ nghiên cứu không xảy ra cơn nào. Và biến suất của XTNĐ_ĐN-BĐ năm là 72%, rất lớn so với các yếu tố khác như lượng mưa, bốc hơi,... (Bảng 3.2)

Bảng 3.2: Một số đặc trưng về biến đổi của tần số XTNĐ đoạn bờ biển từ ĐN-BĐ

Đặc trưng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
\bar{x} (cơn)	0,02	0,00	0,00	0,04	0,09	0,13	0,06	0,11	0,38	0,57	0,36	0,06	1,83
S (cơn)	0,15	0,00	0,00	0,20	0,28	0,34	0,25	0,31	0,64	0,85	0,61	0,25	1,32
Sr	686	-99	-99	479	331	264	387	293	168	149	167	387	72

Đặc trung (%)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
Max (con)	1	0	0	1	1	1	1	1	2	3	3	1	5
Min (con)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Xu thế biến đổi: Trong thời kỳ 1961-2007, tần số XTND_ĐN-BĐ tăng lên với tốc độ xu thế 0,0001 con mỗi năm hay 0,001 con mỗi thập kỷ. Tuy nhiên, r_{xt} rất nhỏ, phương trình xu thế không đạt tiêu chuẩn chặt chẽ ($r_{xt} < 0,3$) (Hình 3.11).



Hình 3.11 Xu thế biến đổi của XTND_ĐN-BĐ

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

3.2.1 Lĩnh vực tài nguyên nước

Tác động của BĐKH đến tài nguyên nước thông qua việc làm thay đổi lượng mưa và phân bố mưa trong vùng. Nhiệt độ tăng làm nước bốc hơi nhiều hơn, làm giảm lượng nước mặt. BĐKH cũng làm thay đổi về thời gian mùa mưa, mùa mưa. Những thay đổi về mưa sẽ kéo theo những thay đổi về tài nguyên nước, như thay đổi về lượng dòng chảy sông, cường độ lũ, hạn hán, nước cấp cho sinh hoạt,... BĐKH làm xâm nhập mặn lấn sâu hơn vào nội địa, nhất là khi có hạn hán, làm ảnh hưởng đến khả năng cấp nước ngọt, giảm chất lượng nước mặt và nước ngầm.

3.2.1.1 Tác động của BĐKH đến dòng chảy

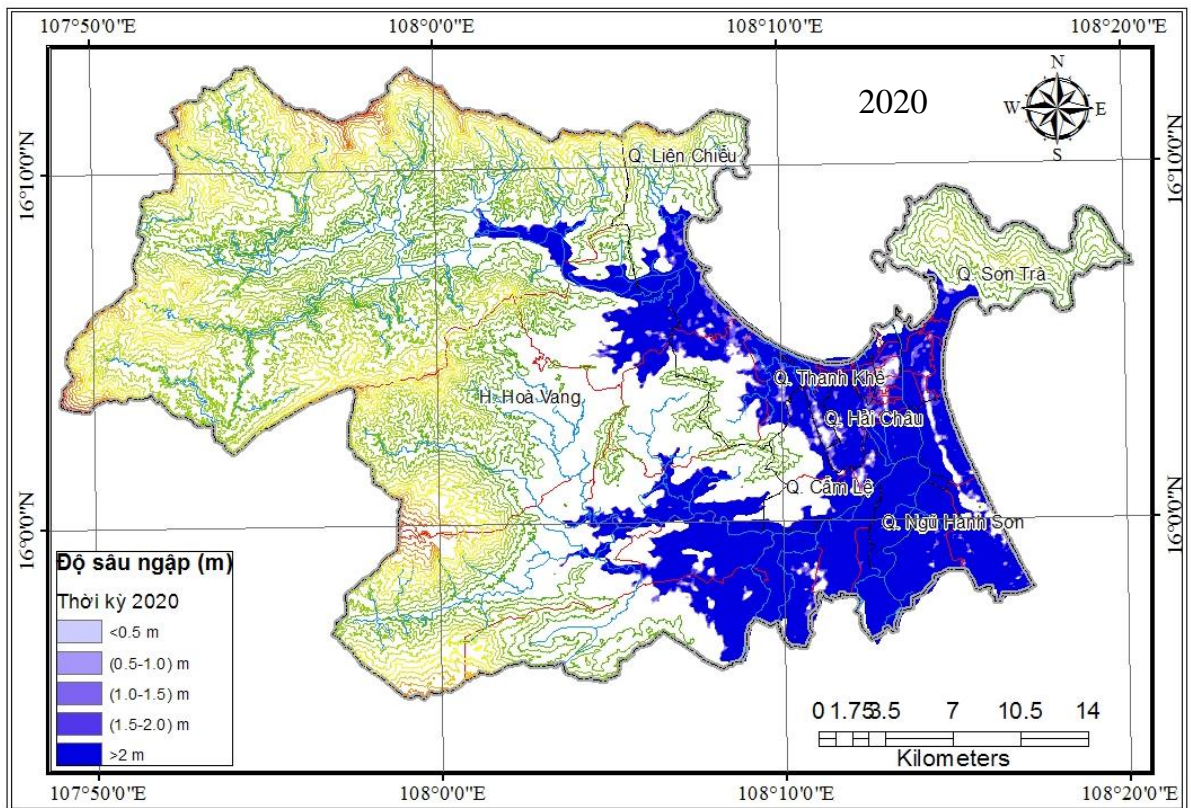
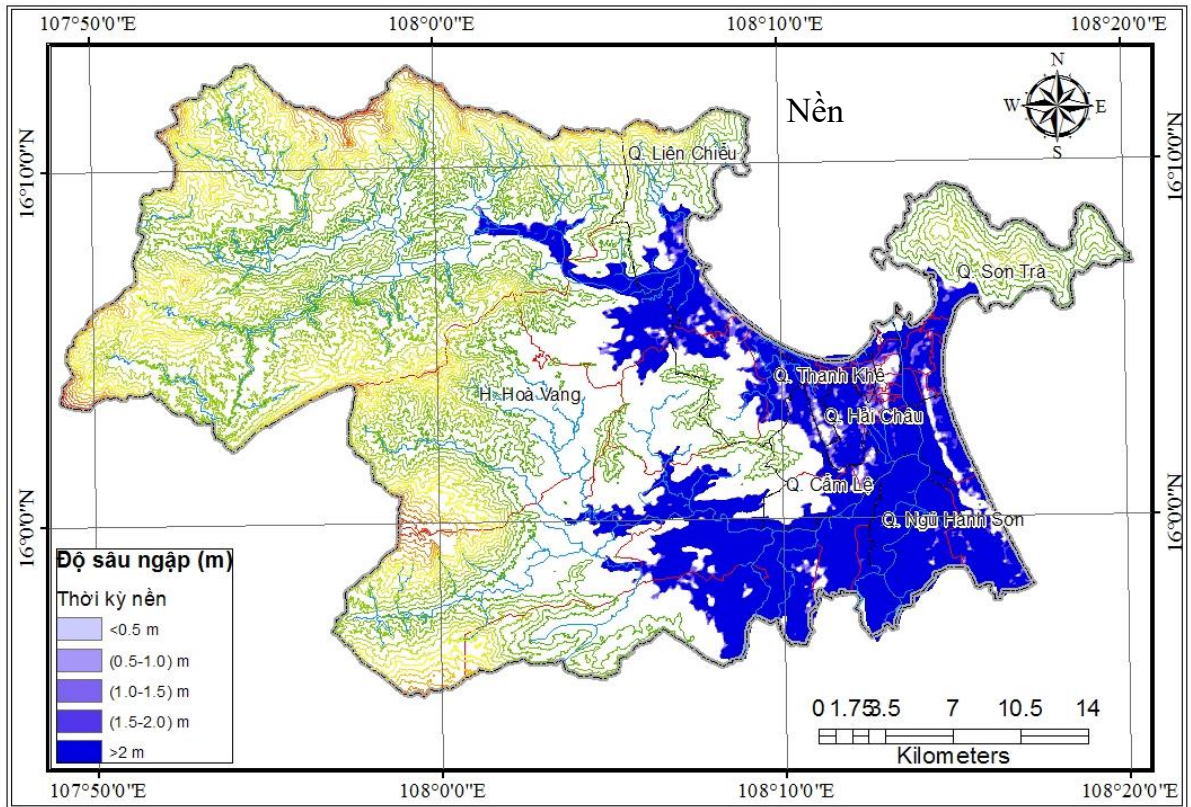
Các kết quả mô phỏng cho thấy: đến năm 2020 dòng chảy năm trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn giảm 0,72% so với thời kỳ nền 1980-1999; đến 2060 lại có xu hướng tăng 2,22% so với thời kỳ nền và tăng 4,8% vào thời kỳ năm 2100.

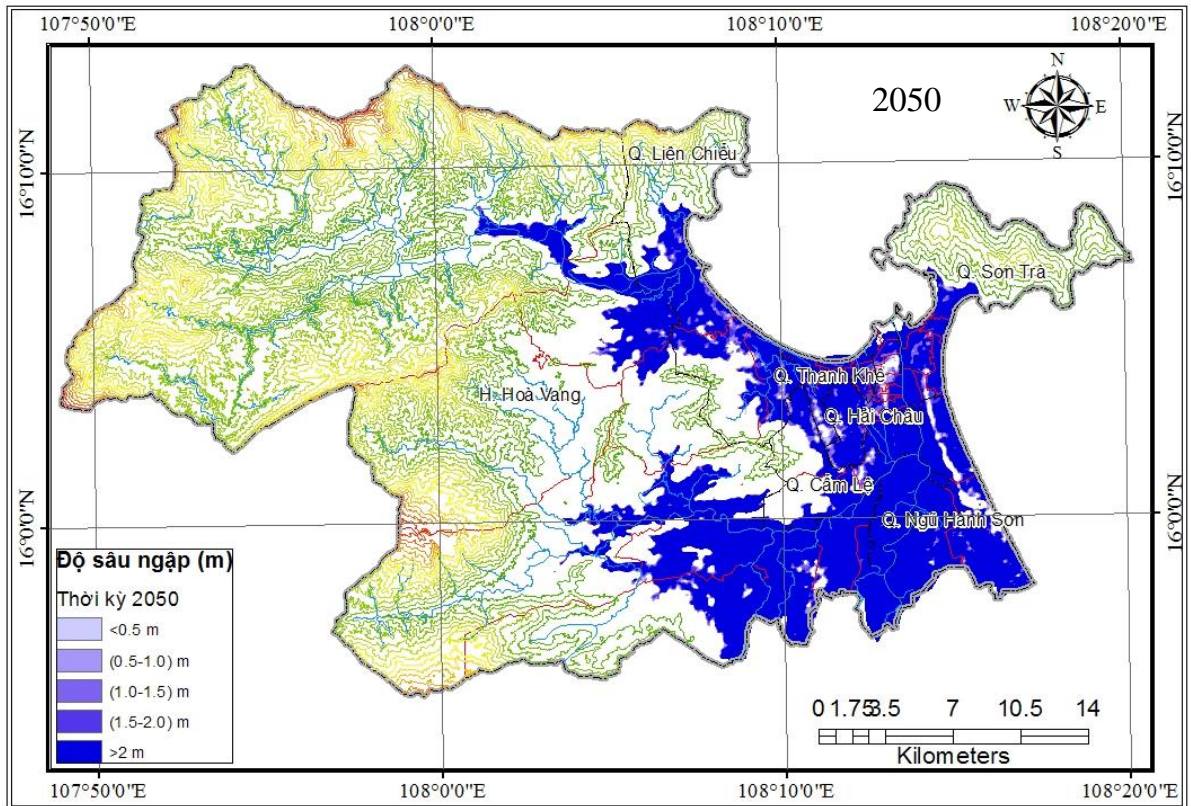
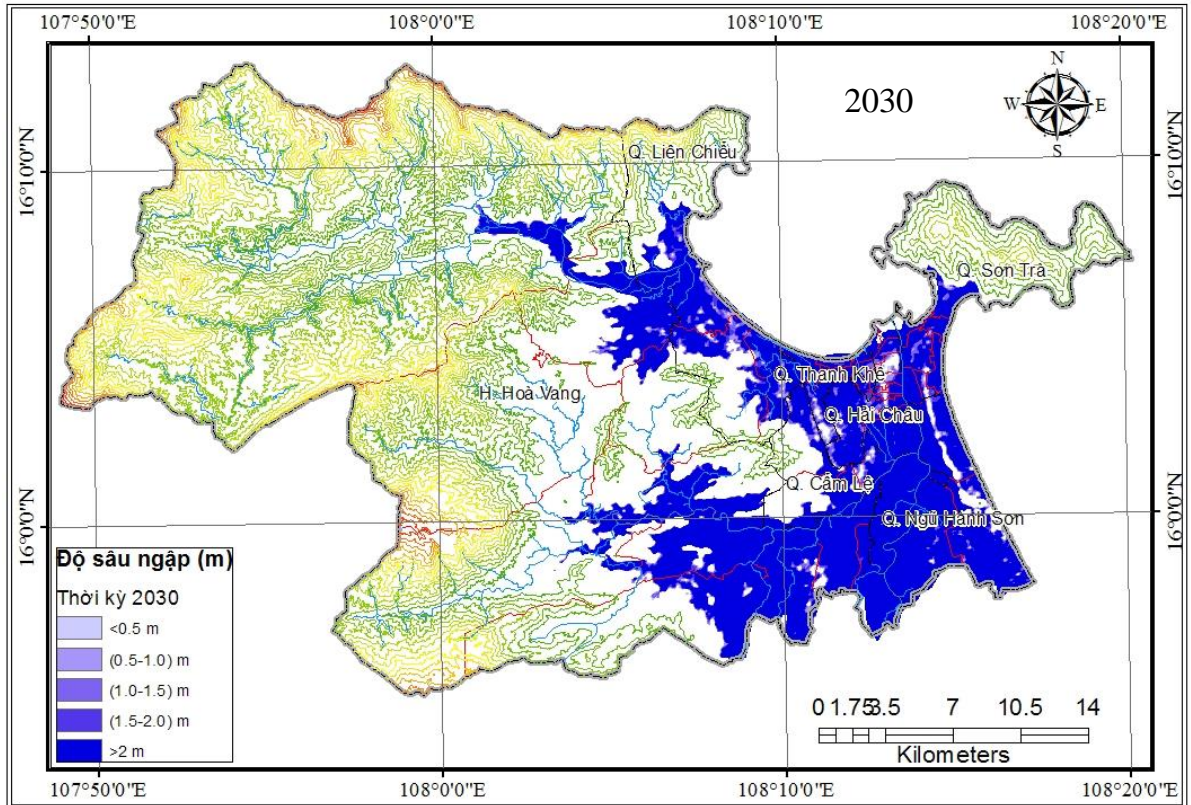
Dòng chảy mùa lũ có xu thế tăng, đến 2020 tăng 1,47% so với thời kỳ nền 1980-1999, đến 2060 tăng 6,56% so với thời kỳ nền và đến 2100 tăng 11%. Mức tăng dòng chảy lũ vượt xa mức tăng dòng chảy năm.

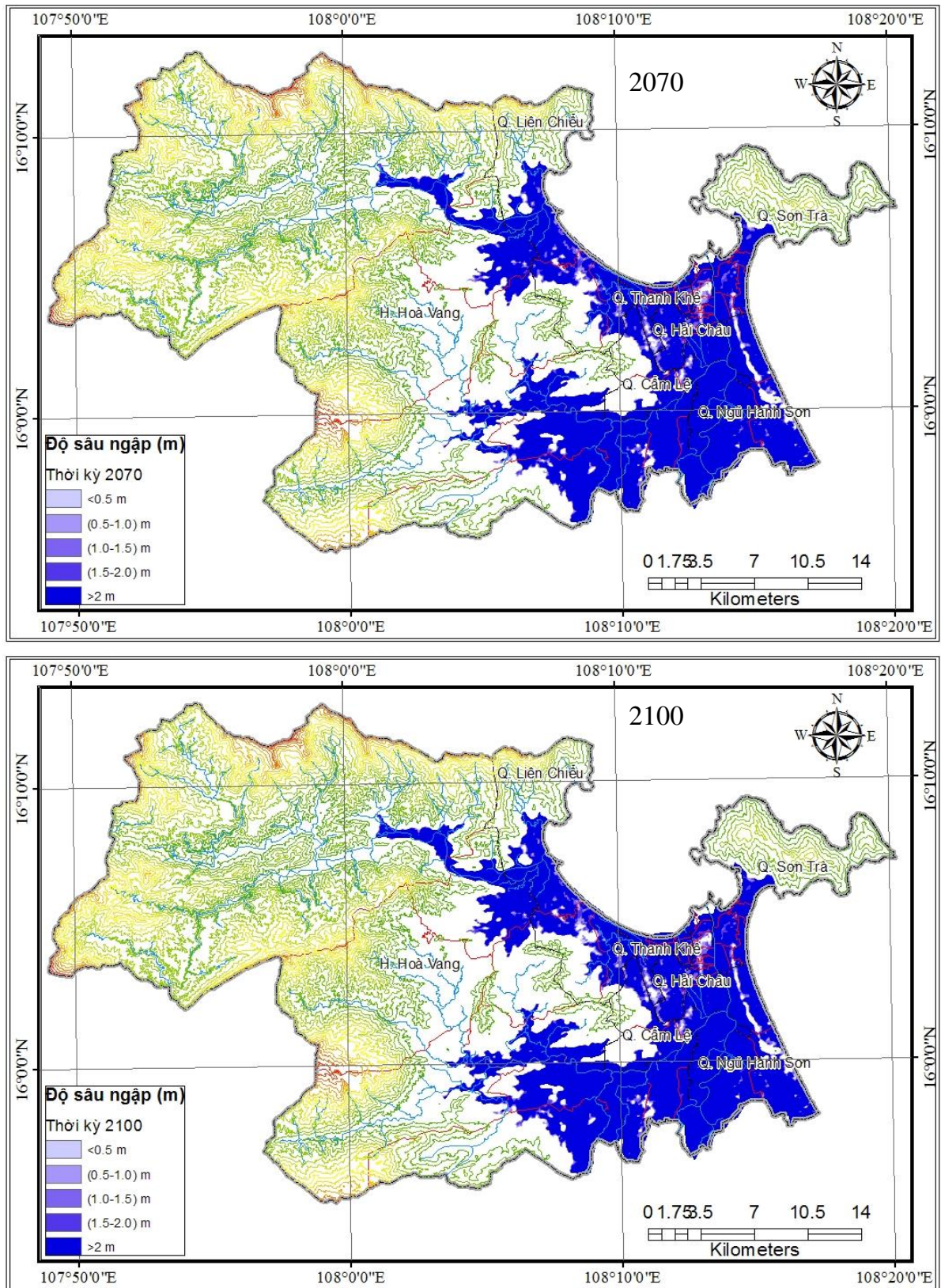
Khác với dòng chảy mùa lũ, dòng chảy mùa cạn có xu hướng giảm, so với thời kỳ nền, dòng chảy mùa cạn giảm 6,7% vào năm 2020; 9,7% vào năm 2060 và 12,2% vào năm 2100. Như vậy, dòng chảy mùa cạn sông Vu Gia-Thu Bồn giảm nhiều, có thể làm gia tăng hạn hán và xâm nhập mặn tại thành phố Đà Nẵng.

3.2.1.2 Tác động của BĐKH đến ngập lụt ở TP Đà Nẵng

Với bộ tham số mô hình đã được xác định ở Chương 2, kịch bản ngập lụt ở TP. Đà Nẵng được xây dựng dựa trên cơ sở kịch bản biến đổi lượng mưa, nhiệt độ và nước biển dâng trong các thời kỳ tương lai. Các dữ liệu này được tích hợp vào các mô hình thủy văn, thủy lực để mô phỏng diễn biến mực nước, lưu lượng. Kết quả của mô hình thủy lực làm đầu vào cho mô hình MIKE 11 GIS phân tích ngập lụt cho toàn bộ khu vực nghiên cứu. Hình 3.12 thể hiện kết quả ngập lụt do BĐKH và NDB ứng với các thời kỳ, còn Hình 3.13 thể hiện nguy cơ ngập lụt ứng với các cấp mực nước biển dâng.

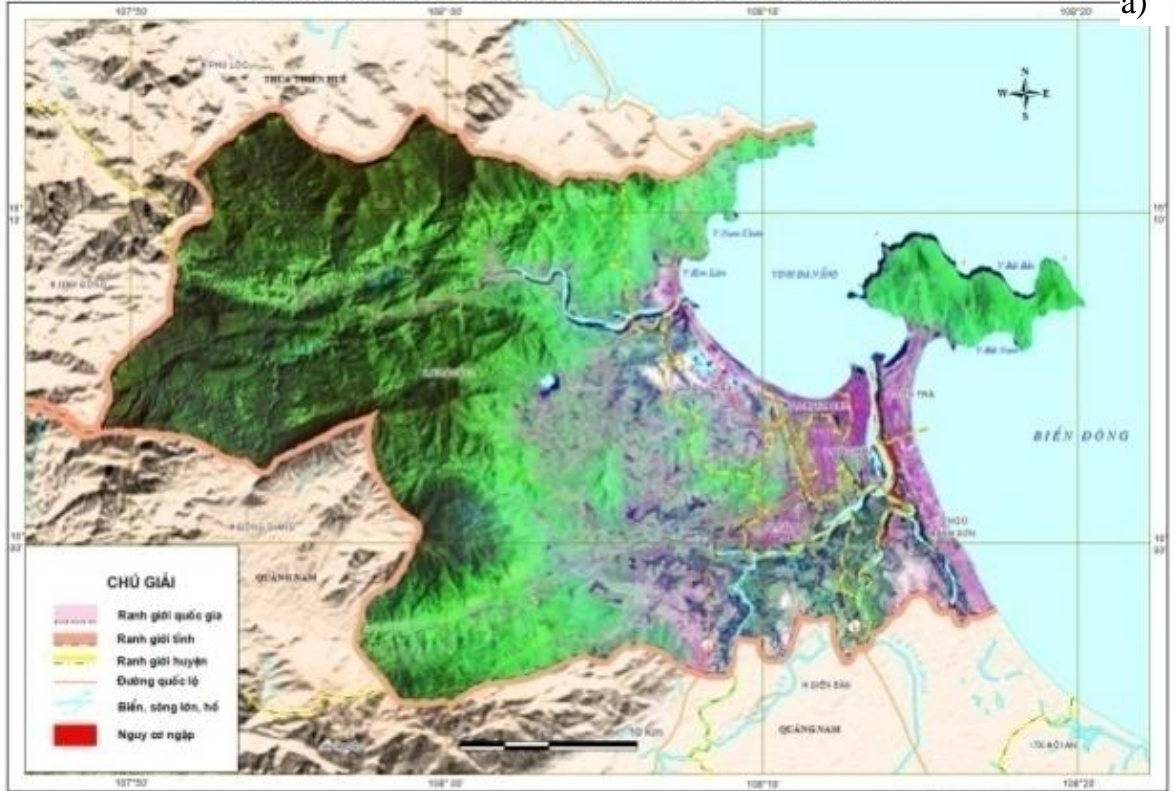






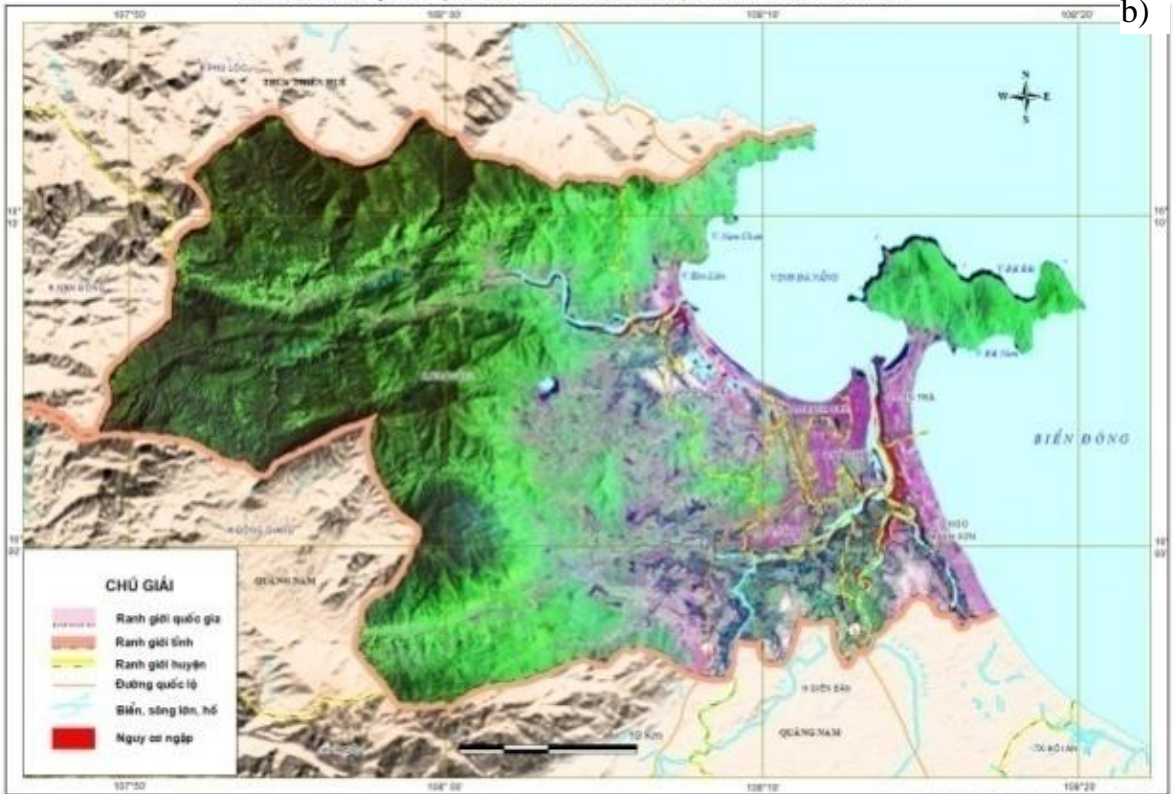
Hình 3.12. Bản đồ nguy cơ ngập lụt do BĐKH & NBD trong các thời kỳ

BẢN ĐỒ NGUY CƠ NGẬP KHU VỰC THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG ỨNG VỚI KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN ĐĂNG 50 CM



a)

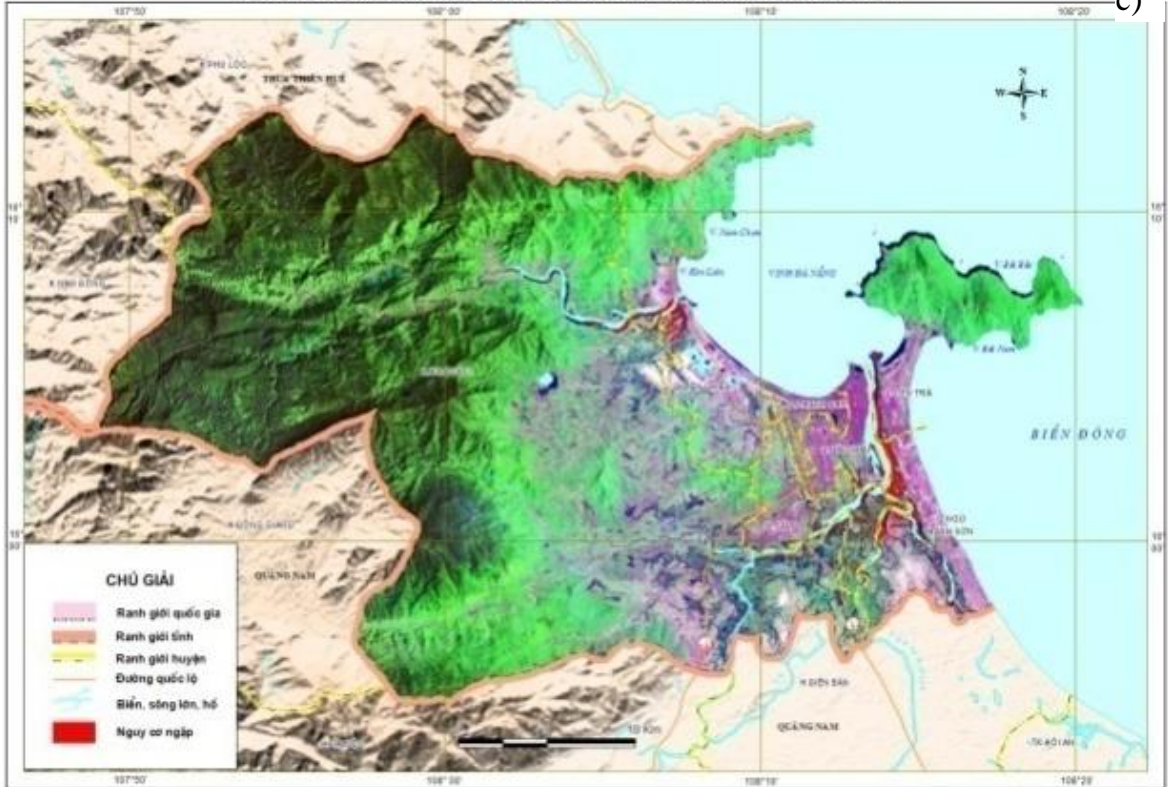
BẢN ĐỒ NGUY CƠ NGẬP KHU VỰC THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG ỨNG VỚI KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN ĐĂNG 60 CM



b)

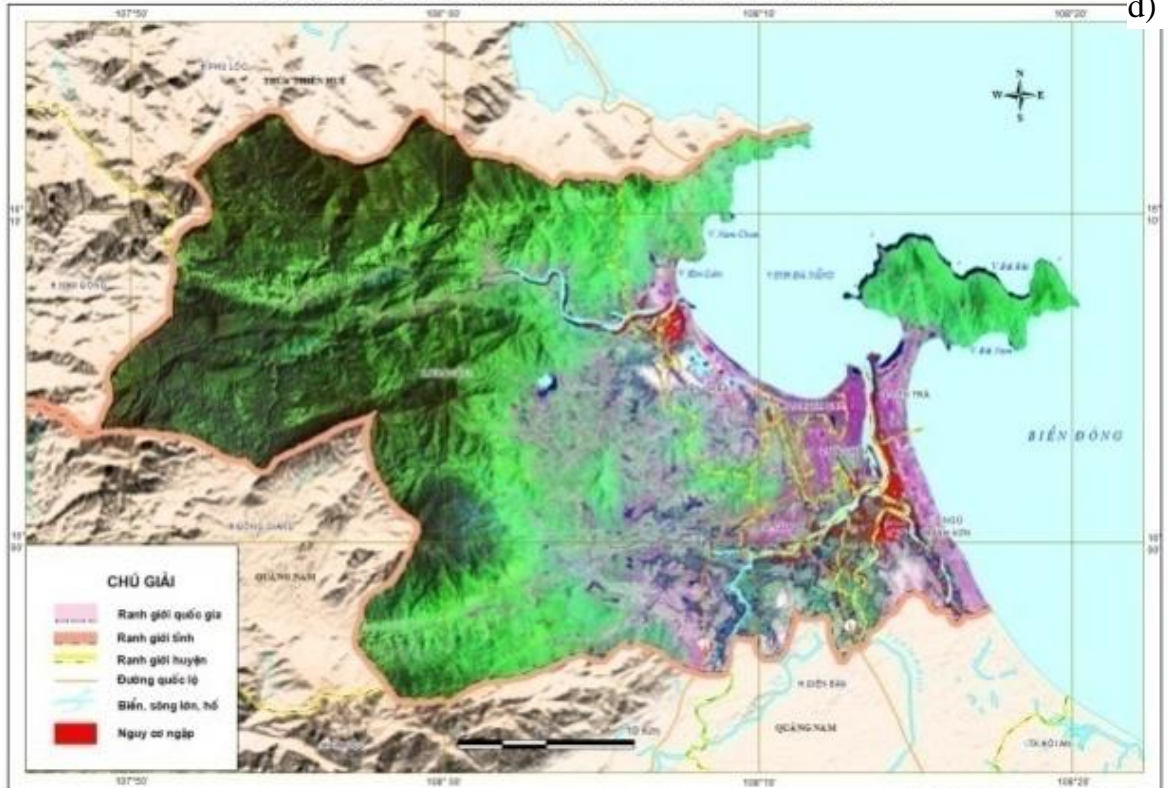
BẢN ĐỒ NGUY CƠ NGẬP KHU VỰC THÀNH PHỐ BÀ NANG CÙNG VỚI KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN ĐẲNG 70 CM

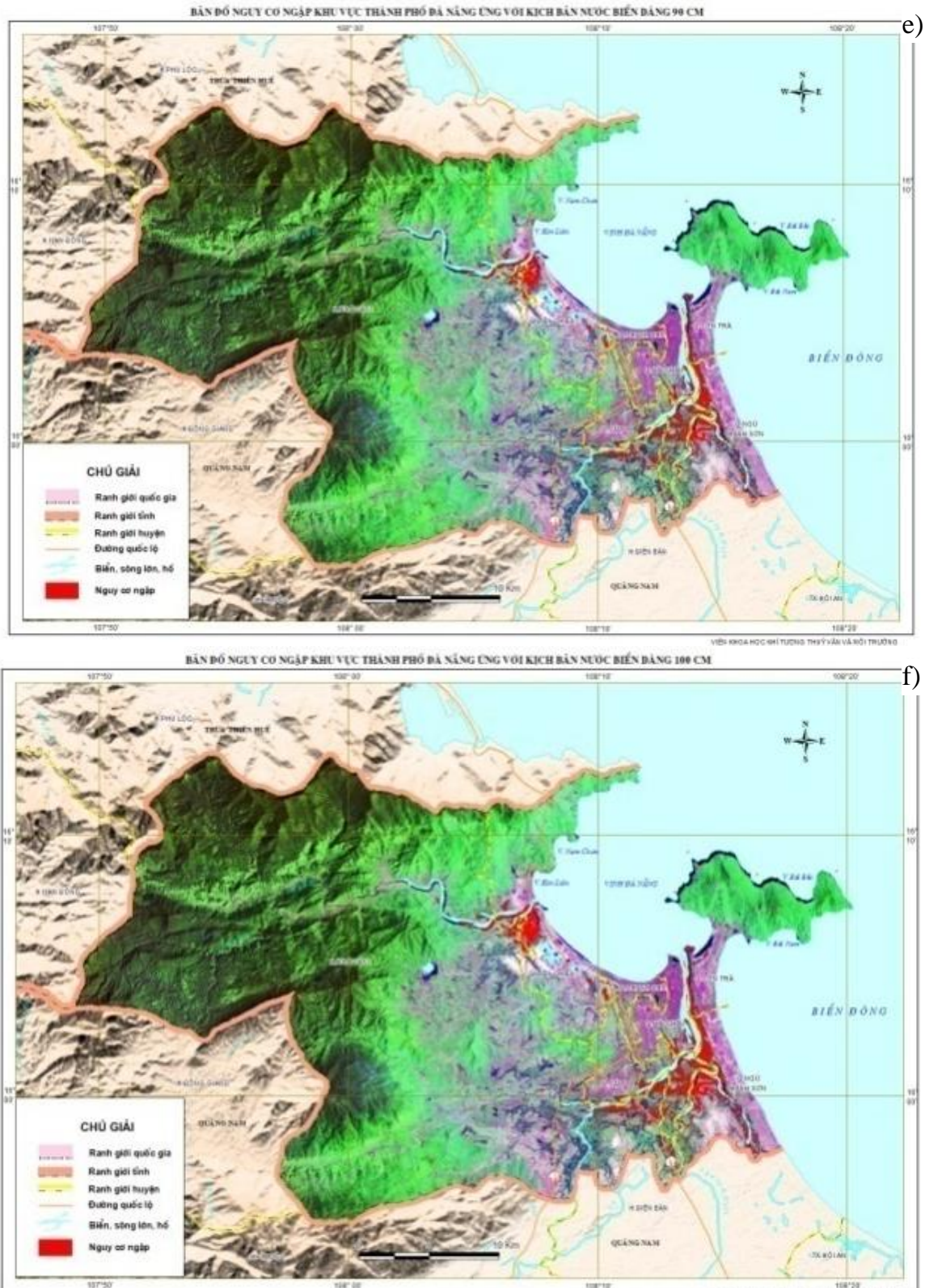
c)



BẢN ĐỒ NGUY CƠ NGẬP KHU VỰC THÀNH PHỐ BÀ NANG CÙNG VỚI KỊCH BẢN NƯỚC BIỂN ĐẲNG 80 CM

d)





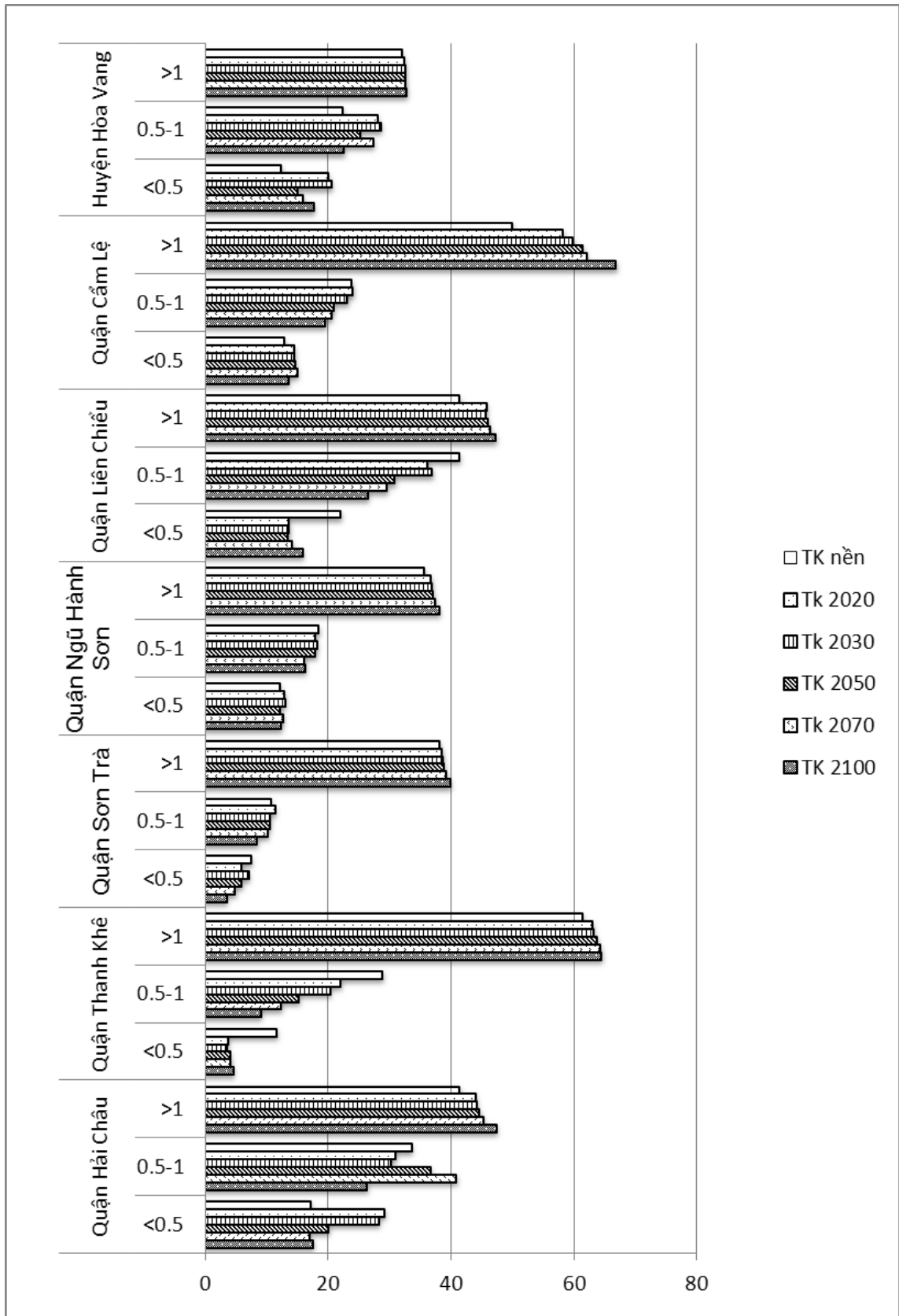
Hình 3.13. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với các cấp mực nước biển dâng ở TP Đà Nẵng: a) 50cm; b) 60cm; c) 70cm; d) 80cm; e) 90cm; f) 100cm

Từ các bản đồ nguy cơ ngập lụt, tiến hành tính toán diện tích các vùng ngập lụt theo đơn vị hành chính bằng việc chồng xếp các loại bản đồ hành chính và bản đồ ngập lụt ở các quận, huyện (Bảng 3.3).

Bảng 3.3. Tỷ lệ diện tích các quận/huyện có nguy cơ ngập lụt theo các thời kỳ

Đơn vị: (%)

Thời kỳ	Độ sâu ngập (m)	TK nền	Tk 2020	Tk 2030	TK 2050	Tk 2070	TK 2100
Quận Hải Châu	<0.5	17,2	29,2	28,3	20,1	17,0	17,6
	0.5-1	33,6	31,0	30,3	36,7	40,9	26,4
	>1	41,4	44,0	44,2	44,7	45,3	47,4
Quận Thanh Khê	<0.5	11,7	3,8	3,5	4,1	4,2	4,6
	0.5-1	28,9	22,1	20,4	15,3	12,4	9,1
	>1	61,4	63,0	63,2	63,8	64,3	64,5
Quận Sơn Trà	<0.5	7,5	6,0	7,1	6,0	4,9	3,5
	0.5-1	10,7	11,4	10,6	10,5	10,2	8,5
	>1	38,2	38,6	38,7	38,9	39,3	39,9
Quận Ngũ Hành Sơn	<0.5	12,2	12,9	13,0	12,2	12,7	12,4
	0.5-1	18,54	17,9	18,2	18,0	16,2	16,3
	>1	35,7	36,8	36,9	37,1	37,5	38,1
Quận Liên Chiểu	<0.5	22,1	13,6	13,7	13,5	14,2	15,9
	0.5-1	41,4	36,2	37,0	30,9	29,6	26,5
	>1	41,4	45,8	45,7	46,0	46,4	47,3
Quận Cẩm Lệ	<0.5	12,9	14,5	14,5	14,7	15,0	13,6
	0.5-1	23,9	24,1	23,2	20,9	20,6	19,6
	>1	50,0	58,3	59,9	61,5	62,1	66,9
Huyện Hòa Vang	<0.5	12,4	20,1	20,6	15,0	16,0	17,7
	0.5-1	22,4	28,1	28,6	25,2	27,4	22,6
	>1	32,0	32,5	32,6	32,6	32,7	32,8

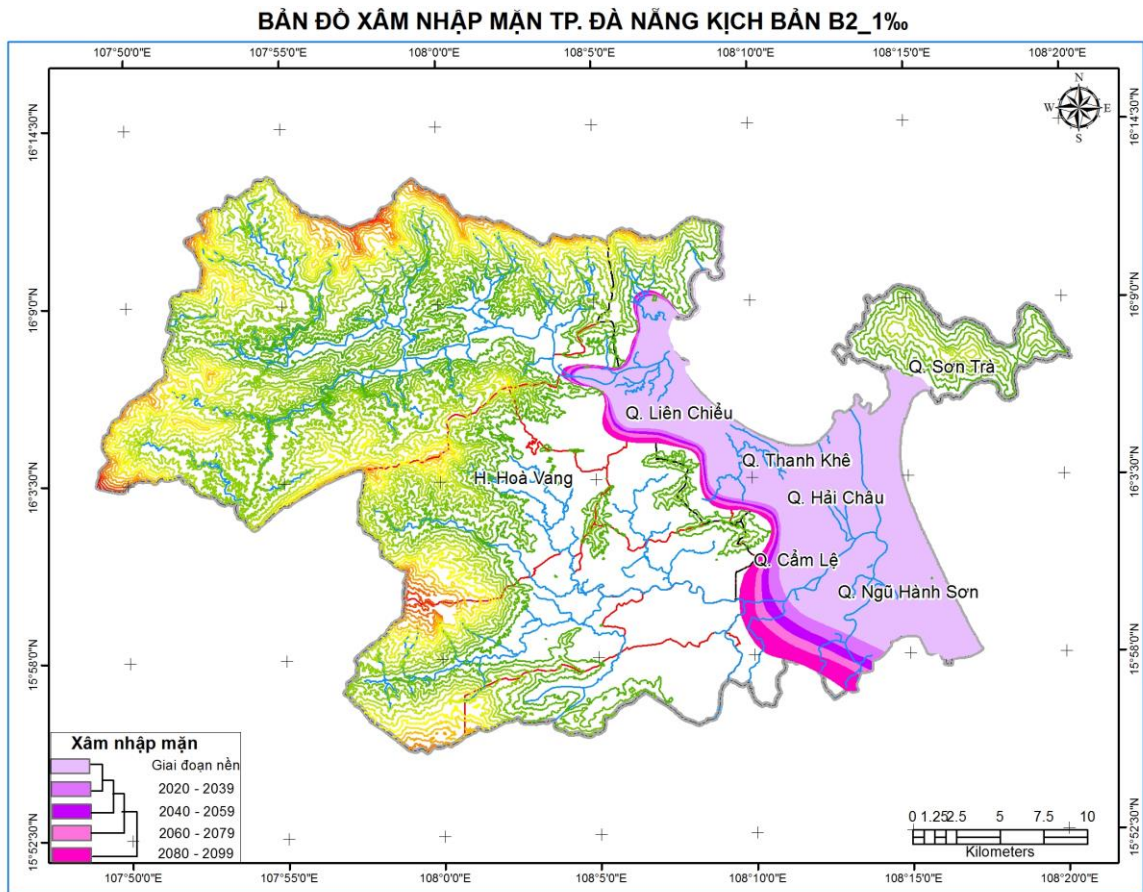


Hình 3.14. Tỷ lệ diện tích quận/huyện bị ngập lụt tại các thời kỳ

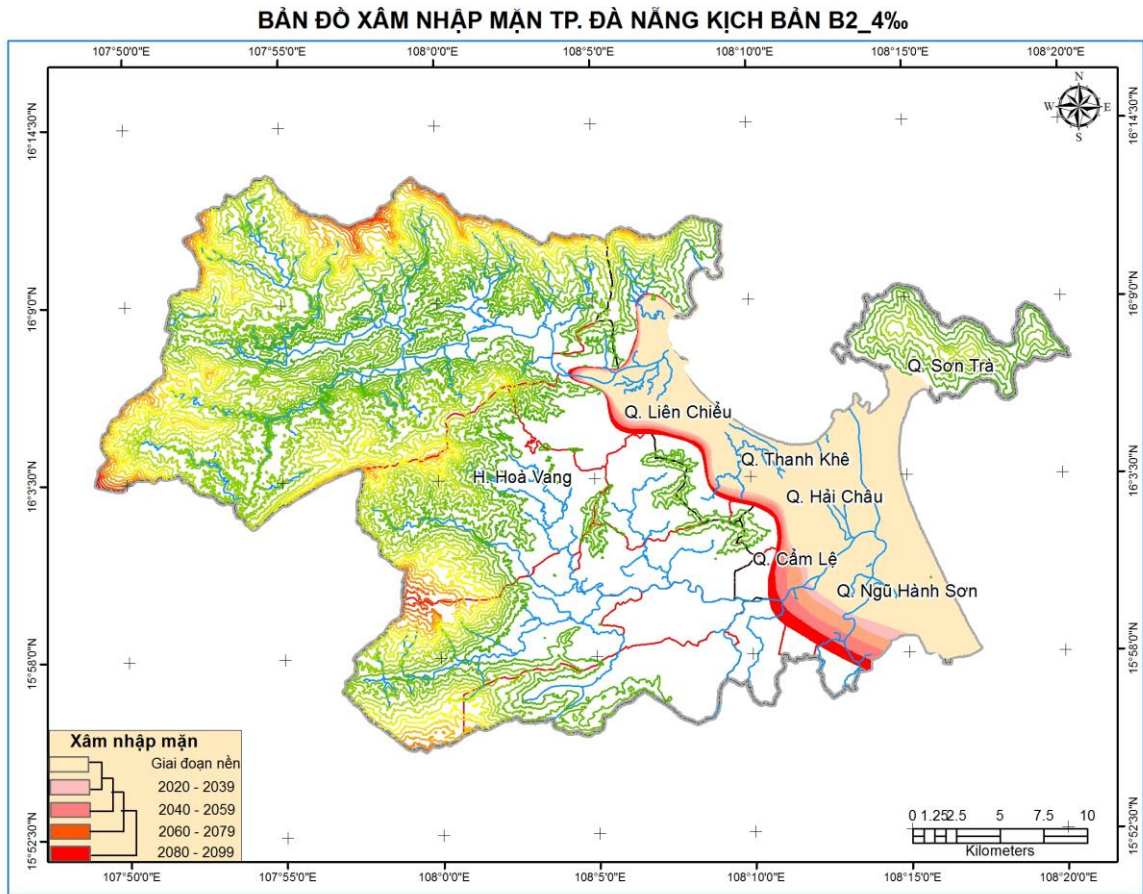
Từ Hình 3.14 cho thấy, thời kỳ 2020 và 2030 mức độ ngập không có sự khác biệt đáng kể. Tỷ lệ diện tích ngập ở các quận Thanh Khê, Sơn Trà, huyện Hòa Vang giảm đáng kể trong các thời kỳ tương lai, mức ngập nhỏ hơn 0,5m; trong khi đó ở quận Liên Chiểu tỷ lệ diện tích ngập lại tăng khác nhau trong các thời kỳ tương lai, còn quận Hải Châu, Ngũ Hành Sơn, tỷ lệ diện tích ngập thay đổi không đáng kể.

3.2.1.3 Tác động của BĐKH và NBD đến xâm nhập mặn ở TP Đà Nẵng

Xâm nhập mặn thường vào sâu trong sông Vu Gia, đến đập An Trạch làm tăng tình trạng thiếu nước ngọt phục vụ tưới tiêu và cấp nước cho đô thị. Trên cơ sở các kịch bản BĐKH, đã tính toán diễn biến xâm nhập mặn trên hệ thống sông Vu Gia, sông Cu Đê theo các thời kỳ tương lai của thế kỉ 21. Kết quả tính toán xâm nhập mặn ở TP Đà Nẵng theo các giai đoạn như sau:

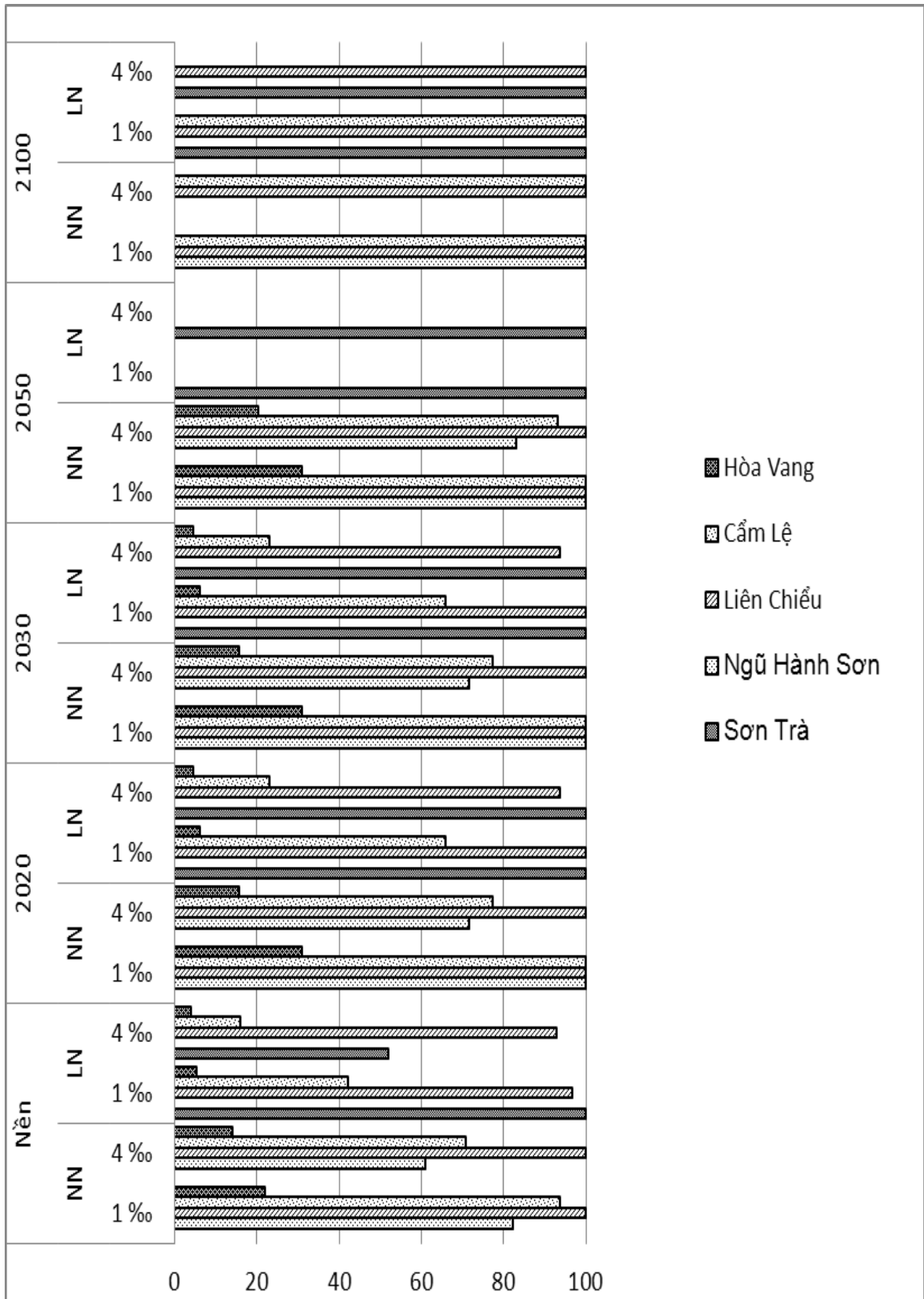


Hình 3.15: Ranh giới xâm nhập mặn 1‰ tại TP Đà Nẵng theo kịch bản phát thải trung bình B2



Hình 3.16: Ranh giới xâm nhập mặn 4‰ tại thành phố Đà Nẵng theo kịch bản phát thải trung bình B2

Trong điều kiện NBD, XNM sẽ gia tăng và làm tăng diện tích bị nhiễm mặn ở các quận huyện. Hình 3.17, Bảng 3.4 thể hiện sự gia tăng diện tích các quận/huyện bị XNM so với thời kỳ nền.



Hình 3.17. Sự gia tăng tỉ lệ diện tích có khả năng bị ảnh hưởng bởi XNM ở các quận/huyện qua các thời kỳ tương lai so với thời kỳ nền

Bảng 3.4. Tỷ lệ diện tích các quận/huyện bị ảnh hưởng xâm nhập mặn đến sử dụng đất nông nghiệp theo các thời kỳ (%)

Quận/huyện			Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Nền	Nông nghiệp	1 ‰	0	0	0	82.3	100	93.7	22.0
		4 ‰	0	0	0	61.2	100	71.0	14.2
	Lâm nghiệp	1 ‰	0	0	100	0	96.8	42.2	5.4
		4 ‰	0	0	52.2	0	93.0	16.1	4.1
Thời kỳ 2020	Nông nghiệp	1 ‰	0	0	0	99.8	100	100	31.1
		4 ‰	0	0	0	71.6	100	77.4	15.7
	Lâm nghiệp	1 ‰	0	0	100	0	99.6	66.0	6.3
		4 ‰	0	0	100	0	93.7	23.3	4.7
Thời kỳ 2030	Nông nghiệp	1 ‰	0	0	0	99.8	100	100	31.1
		4 ‰	0	0	0	71.6	100	77.43	15.7
	Lâm nghiệp	1 ‰	0	0	100	0	99.6	66.0	6.3
		4 ‰	0	0	100	0	93.7	23.3	4.7
Thời kỳ 2050	Nông nghiệp	1 ‰	0	0	0	99.8	100	100	31.1
		4 ‰	0	0	0	83.1	100	93.4	20.5
	Lâm nghiệp	1 ‰	0	0	100	0	99,6	66,0	6,3
		4 ‰	0	0	100	0	97,0	38,9	5,4
Thời kỳ 2070	Nông nghiệp	1 ‰	0	0	0	100	100	100	43,7
		4 ‰	0	0	0	95,1	100	100	27,8
	Lâm nghiệp	1 ‰	0	0	100	0	100	81,6	11,2
		4 ‰	0	0	100	0	99,6	56,7	6,8
Thời kỳ 2100	Nông nghiệp	1 ‰	0	0	0	100	100	100	51,5
		4 ‰	0	0	0	99,7	100	100	35,9
	Lâm nghiệp	1 ‰	0	0	100	0	100	100	12,4
		4 ‰	0	0	100	0	100	71,4	8,7

Từ Bảng 3.4 có thể rút ra nhận xét sau:

a) Quận Sơn Trà

XNM chỉ tác động đến đất sử dụng cho mục đích lâm nghiệp. Với độ mặn 1‰, đất lâm nghiệp có thể bị tác động hoàn toàn từ thời kỳ nền, và cho đến các thời kỳ tiếp theo từ 2020 -2100. So với độ mặn 1‰, tỷ lệ diện tích có nguy cơ bị ảnh hưởng của độ mặn 4‰ ở thời kỳ nền là 52,2% và trong các thời kỳ tương lai là 100% diện tích đất sử dụng cho lâm nghiệp.

b) Quận Ngũ Hành Sơn

XNM chỉ tác động đến đất sử dụng cho mục đích nông nghiệp. Với độ mặn

1‰, tỷ lệ đất nông nghiệp có thể bị tác động trực tiếp đến 82,3% ngay từ thời kỳ nền, và tăng lên đến 99,8% ở thời kỳ 2020, đến thời kỳ 2070 có thể bị tác động 100%. So với độ mặn 1‰, thì tỉ lệ diện tích bị ảnh hưởng bởi độ độ mặn 4‰ thấp hơn. Cụ thể trong thời kỳ nền, tỉ lệ diện tích đất sử dụng cho nông nghiệp bị ảnh hưởng là 61,2%, đến thời kỳ 2020 là 71,6% và tăng dần đến thời kỳ 2100 là 99,7% .

c) Quận Liên Chiểu

Có thể thấy rằng, quận Liên Chiểu bị ảnh hưởng của XNM lớn nhất ở TP Đà Nẵng. Ngay từ thời kỳ nền, đã có 100% diện tích đất nông nghiệp bị ảnh hưởng của mặn XNM, ảnh hưởng của XNM 1‰ và 4‰ kéo dài cho đến các thời kỳ tương lai. Đất sử dụng cho lâm nghiệp cũng bị tác động lớn của XNM: với độ mặn 1‰, có đến 96,8% đất lâm nghiệp thời kỳ nền bị ảnh hưởng XNM, và tăng lên đến 99,6% ở thời kỳ 2020 và đến năm 2070 có đến 100%. Với độ mặn 4‰, tỷ lệ diện tích đất lâm nghiệp bị tác động của XNM ở thời kỳ nền là 93% và tăng lên đến 97% ở thời kỳ 2070 và đến thời kỳ 2100, toàn bộ đất lâm nghiệp bị ảnh hưởng của XNM.

d) Quận Cẩm Lệ

Với độ mặn 1‰, ở thời kỳ nền, quận Cẩm Lệ có đến 93,7% diện tích đất nông nghiệp bị ảnh hưởng của XNM và tăng lên bị ảnh hưởng hoàn toàn trong các thời kỳ tương lai. Tỷ lệ diện tích bị ảnh hưởng bởi độ mặn 4‰ tăng chậm hơn so với tỷ lệ diện tích bị ảnh hưởng bởi độ mặn 1‰. Ở thời kỳ nền, tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp bị tác động XNM với độ mặn 4‰ là 71%, và tăng lên 77,3% ở thời kỳ 2020 và đến năm 2100 thì 100% diện tích nông nghiệp bị tác động của XNM. Đất sử dụng cho mục đích lâm nghiệp bị tác động của XNM ít hơn so với đất nông nghiệp.

e) Huyện Hòa Vang

Diện tích đất nông nghiệp bị XNM ở huyện Hòa Vang ít nhất trong TP Đà Nẵng. Ở thời kỳ nền, tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp bị tác động XNM là 22% (ở ngưỡng mặn 1‰) và 14,2% (ở ngưỡng mặn 4‰). Trong các thời kỳ tương lai từ 2020-2050, thì tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp tăng 31,1% (ở ngưỡng 1‰) và tăng

từ 15,7-20,5% (ở ngưỡng 4‰). Đến thời kỳ tiếp theo, tỷ lệ diện tích bị xâm nhập mặn tăng nhanh hơn, từ 43,7% (thời kỳ 2070) cho đến 51,5% (thời kỳ 2100) ở ngưỡng 1‰, từ 27,8% (thời kỳ 2070) cho đến 35,9% (thời kỳ 2100) ở ngưỡng 4‰.

Đối với đất lâm nghiệp, tỷ lệ diện tích bị XNM ở thời kỳ nền trong cả hai trường hợp độ mặn đều nhỏ so với tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp. Cụ thể chỉ có 5,4% (ở ngưỡng mặn 1‰) và 4,1 % (ở ngưỡng mặn 4 ‰). Tuy nhiên, diện tích đất lâm nghiệp bị nhiễm mặn trong huyện không thay đổi nhiều trong các thời kỳ tương lai (từ thời kỳ 2020 -2050) so với thời kỳ nền ở cả 2 ngưỡng mặn. Chỉ đến thời kỳ 2070, diện tích đất lâm nghiệp bị nhiễm mặn mới tăng rõ rệt, tăng lên 11,6% (thời kỳ 2070) đến 12,4% (thời kỳ 2100) ở ngưỡng mặn 1‰ và tăng từ 6.8% (thời kỳ 2070) đến 8,7% (thời kỳ 2100) ở ngưỡng mặn 4‰.

3.2.2 Đánh giá tác động của BĐKH đến nông nghiệp

BĐKH kéo theo sự gia tăng của các hiện tượng thời tiết cực đoan gây nhiều thiệt hại đối với ngành nông nghiệp. Những đợt mưa lũ bất thường ở vụ đông xuân 2009-2010, 2011-2012, 2012- 2013 đã làm ngập hàng trăm ha lúa. Triều cường gia tăng cũng tạo nên những tác động bất lợi như: nước biển xâm nhập vào đồng ruộng làm tăng diện tích canh tác lúa bị nhiễm mặn, làm giảm năng suất lúa. Thiệt hại về nông nghiệp do bão, lũ gây ra trong thời kỳ 1988-2013 của TP Đà Nẵng được trình bày ở Bảng 3.5.

Bảng 3.5. Thiệt hại về nông nghiệp do bão, lũ gây ra ở TP Đà Nẵng (CCCO)

Năm	Diện tích trồng Lúa bị ngập (ha)	Diện tích trồng Rau màu bị hư hại (ha)	Gia súc bị trôi (con)	Gia cầm bị trôi (con)
1998	0	0	0	0
1999	0	0	0	0
2000	1.8	682	0	0
2001	0	522	0	0
2002	3.6	0	0	0
2003	0	0	0	0
2004	0	170	280	3480
2005	0	210	0	0
2006	877	0	0	0
2007	0	554	18400	360000
2008	0	0	0	0

Năm	Diện tích trồng Lúa bị ngập (ha)	Diện tích trồng Rau màu bị hư hại (ha)	Gia súc bị trôi (con)	Gia cầm bị trôi (con)
2009	106	220	0	0
2010	0	0	0	0
2011	0	240	201	10200
2012	0	20	0	0
2013	54.74	170.88	50	6500
Tổng	1043.14	2788.88	18931	380180

Nguồn trích dẫn: Báo cáo về công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn năm 2013 – Văn phòng BCH PCLB và TKCN thành phố Đà Nẵng [26]

BĐKH tuy không gây ra những thay đổi tức thì, song sự nóng lên toàn cầu sẽ dần dần làm thay đổi cấu trúc mùa, như rút ngắn, thậm chí mất mùa lạnh, kéo dài hay rút ngắn mùa mưa, tăng thêm tính biến động và mức độ phân hóa. Phần lớn các thiên tai khí tượng có xu thế gia tăng cường độ hoặc xác suất xuất hiện. Tác động của BĐKH có thể không giống nhau đến các đối tượng, những giai đoạn khác nhau trong nông nghiệp như thời vụ, quy hoạch vùng, kỹ thuật tưới tiêu, sâu bệnh, năng suất – sản lượng.

Năng suất và sản lượng vật nuôi có thể bị giảm do biên độ giao động của nhiệt độ, độ ẩm và các yếu tố ngoại cảnh khác tăng lên. Nguồn cung cấp thức ăn chăn nuôi giảm hạn chế phát triển chăn nuôi; Nhiệt độ tăng cùng với biến động về các yếu tố khí hậu và thời tiết khác có thể làm giảm sức đề kháng của vật nuôi, đồng thời tạo môi trường thuận lợi cho các tác nhân gây bệnh phát triển bùng phát, gây ra những đại dịch trên gia súc, gia cầm; Ngoài ra, sự biến đổi về thời tiết, hạn hán, bão lũ cũng làm giảm sự cung cấp thức ăn cho vật nuôi;

Tỷ lệ diện tích ngập đối với đất sử dụng cho nông nghiệp thay đổi không đáng kể cả ở 5 thời kỳ tương lai, nhưng lại có sự chênh lệch rất lớn về diện tích ngập giữa các mức ngập và đơn vị hành chính (Bảng 3.6).

Để đánh giá chi tiết tác động của BĐKH đến nông nghiệp ở thành phố Đà Nẵng, luận án đã phân tích các lĩnh vực trồng trọt, chăn nuôi, thủy sản và đất ở nông thôn.

Bảng 3.6. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất nông nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng

Thời kỳ	Quận/Huyện	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
	Độ sâu ngập (m)							
Thời kỳ nền	<0,5	0	0	0	0,2	1,9	0	0,6
	0,5-1	0	0	0	0,6	3,3	0	0,8
	>1	0	0	0	98,7	51,6	100	88,9
Thời kỳ 2020	<0,5	0	0	0	0,1	2,6	0	0,5
	0,5-1	0	0	0	0,5	2,8	0	0,7
	>1	0	0	0	99	57,2	100	89,7
Thời kỳ 2030	<0,5	0	0	0	0,1	2,6	0	0,5
	0,5-1	0	0	0	0,5	2,7	0	0,7
	>1	0	0	0	99	57,5	100	89,8
Thời kỳ 2050	<0,5	0	0	0	0,1	1,9	0	0,4
	0,5-1	0	0	0	0,4	3,1	0	0,7
	>1	0	0	0	99,1	58,2	100	89,9
Thời kỳ 2070	<0,5	0	0	0	0	2,9	0	0,4
	0,5-1	0	0	0	0,4	2,9	0	0,8
	>1	0	0	0	99,2	59,2	100	90
Thời kỳ 2100	<0,5	0	0	0	0	2,6	0	0,4
	0,5-1	0	0	0	0,3	2,7	0	0,8
	>1	0	0	0	99,3	61,2	100	90,1

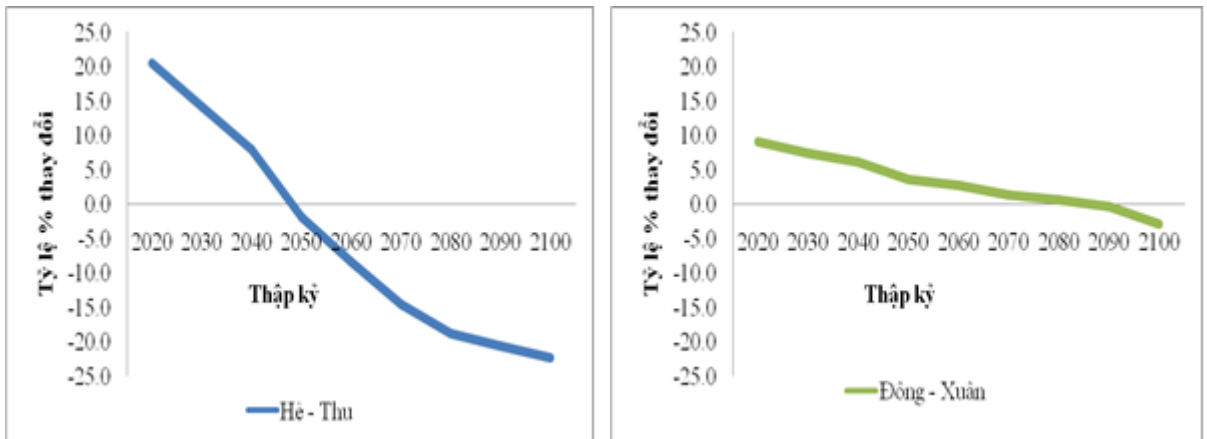
3.2.2.1 Tác động của BĐKH đến một số cây trồng tại Đà Nẵng

1) Tác động đối với năng suất cây lúa

Dựa trên bộ tham số mô hình đã hiệu chỉnh và kiểm định tại chương 2 cùng với kịch bản BĐKH B2 tại trạm Đà Nẵng để mô phỏng năng suất lúa trong tương lai (Bảng 3.7 và Hình 3.18).

Năng suất lúa vụ Đông – Xuân trong tương lai ở Đà Nẵng có xu hướng giảm dần so với năng suất lúa vụ Đông – Xuân năm 2012 (62,0 tạ/ha). Từ thập kỷ 2020 đến thập kỷ 2080, năng suất lúa giảm nhưng so với năm 2012 thì vẫn cao hơn khoảng từ 0,6% - 9,0%, từ giữa thập kỷ 2090 đến 2100 năm suất lúa giảm và thấp hơn so với năm 2012 khoảng từ 0,3% - 2,9%, trung bình từ 2020 – 2100 thì năng suất lúa Đông – Xuân giảm khoảng 3,1% so với năng suất lúa năm 2012.

Ngược lại năng suất lúa vụ Hè – Thu trung bình từ 2020 – 2100, giảm so với năng suất lúa vụ Hè – Thu năm 2012 (56,86 tạ/ha) khoảng 4,9%. Từ thập kỷ 2020 – 2040, năng suất lúa có xu hướng giảm nhưng so với năm 2012 vẫn cao hơn khoảng 7,9% - 20,5%, từ thập kỷ 2050 - 2100 năng suất lúa giảm và thấp hơn so với năng suất lúa năm 2012 khoảng từ 2,0% - 20,7%.



Hình 3.18. Mức thay đổi năng suất lúa vụ Đông – Xuân và vụ Hè – Thu trong tương lai so với năng suất lúa thực tế năm 2012 của Đà Nẵng

Bảng 3.7. Kết quả mô phỏng năng suất lúa vụ Đông – Xuân trong tương lai ở Đà Nẵng

Thập kỷ	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Năng suất (tạ/ha)	67,6	66,6	65,8	64,2	63,7	62,8	62,4	61,8	60,2
Thời gian sinh trưởng (ngày)	119	118	116	114	112	112	110	110	108

Bảng 3.8. Kết quả mô phỏng năng suất lúa vụ Hè – Thu trong tương lai ở Đà Nẵng

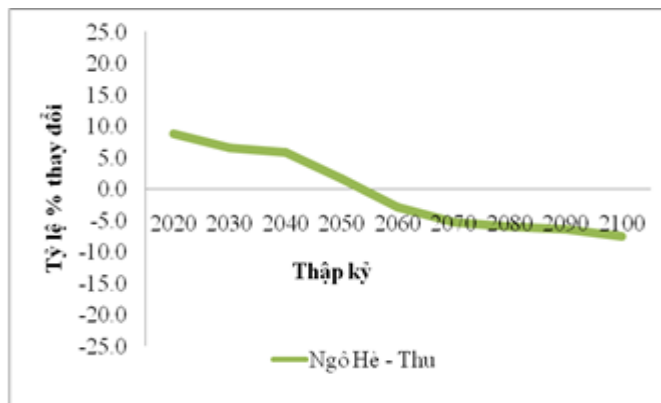
Thập kỷ	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Năng suất (tạ/ha)	68,52	64,92	61,36	55,75	52,05	48,59	46,13	45,1	44,17
Thời gian sinh trưởng (ngày)	116	115	113	111	109	107	107	105	105

BĐKH không những ảnh hưởng đến năng suất lúa mà còn ảnh hưởng đến thời gian sinh trưởng của cây lúa. Kết quả mô phỏng cho thấy, với giống lúa HT1 có thời gian sinh trưởng từ 113 – 118 ngày trong vụ Đông – Xuân và từ 116 – 122 ngày trong vụ Hè – Thu ở thời điểm hiện tại. Do ảnh hưởng của BĐKH, thời gian sinh trưởng của giống lúa này có thể bị rút ngắn khoảng 8 ngày trong vụ Đông – Xuân và 14 ngày trong vụ Hè – Thu vào năm 2100.

2) Tác động đối với năng suất cây ngô

Năng suất ngô trong tương lai ở Đà Nẵng có xu hướng giảm dần so với năng suất ngô trung bình của Đà Nẵng năm 2012 (57,55 tạ/ha). Từ thập kỷ 2020 đến giữa thập kỷ 2050 mặc dù năng suất giảm nhưng vẫn cao hơn so với năm 2012 khoảng từ

1,7% - 8,8%; từ giữa thập kỷ 2050 đến 2100 năng suất ngô giảm và thấp hơn so với năm 2012 khoảng từ 2,9% - 6,4%; tính trung bình từ 2020 – 2100, năng suất ngô giảm khoảng 0,6% so năm 2012. Giống ngô LVN25 có thời gian sinh trưởng trung bình (110 – 122 ngày) ở thời điểm hiện tại nhưng trong tương lai do ảnh hưởng của BĐKH, thời gian sinh trưởng của giống ngô này có thể bị rút ngắn, còn khoảng 100 ngày vào năm 2100 (Hình 3.19, Bảng 3.9).



Hình 3.19. Mức thay đổi năng suất ngô trong tương lai so với năng suất ngô thực tế năm 2012 ở Thành phố Đà Nẵng

Bảng 3.9. Kết quả mô phỏng năng suất ngô ở Thành phố Đà Nẵng trong tương lai

Thập kỷ	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Năng suất (tạ/ha)	62,61	61,29	60,88	58,51	55,86	54,47	54,1	53,88	53,2
Thời gian sinh trưởng (ngày)	106	105	105	105	102	102	101	101	100

Tóm lại: BĐKH ảnh hưởng đến năng suất và thời gian sinh trưởng của một số cây trồng nông nghiệp trong đó có lúa và ngô trong tương lai ở Đà Nẵng. Năng suất lúa vụ Đông – Xuân tính trung bình từ thập kỷ 2020 – 2100 sẽ giảm khoảng 3,1% so với năm 2012, năng suất lúa vụ Hè – Thu tính trung bình từ thập kỷ 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.

3.2.2.2 Tác động của BĐKH đến chăn nuôi

Mỗi loài sinh vật để tồn tại và phát triển cần một môi trường ổn định, đảm bảo về thức ăn và môi trường sống. Năng suất chăn nuôi gia súc, gia cầm phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và điều kiện chăm sóc. Ví dụ như ở lợn, nhiệt độ không khí trong chuồng và nước uống phải phù hợp với từng giai đoạn phát triển. Lợn từ 10 – 20 kg, nhiệt độ không khí trong chuồng phù hợp cho sinh trưởng là từ 23 - 28⁰C, từ 60kg đến khi xuất chuồng là từ 17 - 21⁰C, chuồng trại phải luôn luôn khô ráo, sạch sẽ. Nhu cầu nước uống của lợn cũng khác nhau ở các giai đoạn phát triển và phụ thuộc vào mùa đông hay mùa hè. Lợn từ 7 – 15 kg cần 4 lít nước/ngày vào mùa hè và 2 lít nước/ngày vào mùa đông. Lợn từ 60 kg đến khi xuất chuồng cần tới 19 -20 lít nước/ngày vào mùa hè. BĐKH làm nhiệt độ không khí tăng sẽ gây ra hiện tượng chói sáng, co giật và hôn mê. Thân nhiệt nếu tăng lên 43⁰C, gia súc sẽ bị sùi bọt mép, trào máu và chết.

Như vậy, khả năng chịu nhiệt và thiếu nước uống của vật nuôi là có giới hạn. Nhiệt độ thay đổi đột ngột làm vật nuôi không kịp thích nghi và dễ mắc bệnh dẫn đến chết. Vật nuôi có thể lực yếu và khả năng phát triển kém dẫn đến trọng lượng thấp, thói quen sinh sản thay đổi ảnh hưởng đến giống loài. BĐKH làm cho các tác nhân gây bệnh bùng phát, gây ra đại dịch trên gia súc, gia cầm, thậm chí tăng nguy cơ lây truyền bệnh cho con người. BĐKH còn làm giảm năng suất trồng trọt, ảnh hưởng đến việc cung cấp thức ăn cho gia súc, gia cầm. Sự gia tăng các thiên tai như bão, lũ, gió mạnh, mưa lớn cũng đe dọa chu trình sống, sinh trưởng và sinh sản của đàn gia súc, gia cầm trên địa bàn tỉnh.

Bên cạnh việc chăn nuôi trang trại, nhiều hộ chăn nuôi gia súc ở Đà Nẵng vẫn giữ tập quán chăn nuôi thả rông. Mặt tích cực của chăn nuôi thả rông là tận dụng được nguồn thức ăn ngoài tự nhiên, tận dụng nguồn nhân lực dư thừa và giảm chi phí chăn nuôi. Tuy nhiên, chăn nuôi thả rông gây khó khăn cho việc kiểm soát phòng dịch. Khi gặp thời tiết bất lợi, đàn gia súc dễ bị dịch bệnh, gây thiệt hại kinh tế lớn.

Khi nhiệt độ môi trường cao/thấp, vật nuôi đều bị ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng, sức đề kháng và sức sản xuất. Người dân và chính quyền địa phương cần chủ động trong việc phòng chống và ứng phó với dịch bệnh trên gia súc gia cầm, đồng thời thực hiện các giải pháp thích ứng với BĐKH.

3.2.2.3 Tác động của BĐKH đến thủy sản

Là thành phố ven biển, ngành thủy sản đóng vai trò vô cùng quan trọng, và Đà Nẵng cũng là 01 trong 05 trung tâm nghề cá lớn gắn với ngư trường Biển Đông và Hoàng Sa. Đà Nẵng hiện có 1.286 chiếc tàu, tổng công suất 114.220cv, trong đó tàu có công suất 90cv trở lên là 253 chiếc, tàu từ 400cv trở lên là 106 chiếc, công suất trung bình là 88 cv/chiếc. Sản lượng khai thác hằng năm đạt từ 35.000-40.000 tấn.

Ngành nuôi trồng thủy sản ở Đà Nẵng phát triển trên cả 3 thủy vực: nước ngọt, nước lợ, nước biển. Các loài thủy sản được nuôi trồng trên địa bàn tỉnh bao gồm giáp xác (cua xanh, tôm thẻ, tôm sú, tôm hùm...); nhuyễn thể (ốc hương, hào...); cá nước ngọt (rô phi đơn tính, trắm cỏ, mè trắng, mè hoa, chép, diêu hồng, ...); cá nước lợ (cá măng, chêm, dĩa công...); cá nước mặn (cá mú, hồng, dĩa, bớp...) Ngành thủy sản chịu sự tác động chủ yếu do hạn hán, nước biển dâng, triều cường, xâm nhập mặn, thoái hóa đất và các thiên tai khác.

BĐKH và gia tăng nhiệt độ tạo điều kiện cho mực nước biển dâng, đẩy mặn xâm nhập sâu hơn vào nội địa, làm biến đổi hệ sinh thái vùng vốn ổn định nhiều năm trước đây và kết quả là ảnh hưởng đến sản xuất và hoạt động nuôi trồng thủy sản.

BĐKH sẽ ảnh hưởng đến hệ sinh thái dưới nước, biểu hiện là nhiệt độ của nước tăng, mưa lớn, lũ lụt, hạn hán, xâm nhập mặn... làm thay đổi chế độ thủy lý, thủy hóa, thủy sinh của nước, từ đó ảnh hưởng đời sống của các loài thủy sinh, ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và sản lượng khai thác, nuôi trồng thủy sản.

BĐKH làm ảnh hưởng đến việc đánh bắt, khai thác hải sản ở biển. Sự gia tăng các loại hình thiên tai như bão, ATNĐ, nước biển dâng... gây khó khăn cho

thuyền bè ra khơi, làm đắm tàu, hư hỏng các phương tiện ra khơi, ảnh hưởng đến năng suất đánh bắt hải sản. Tuy nhiên, trong những năm qua, sản lượng thủy hải sản khai thác ở biển có xu hướng tăng do quá trình đầu tư phương tiện đánh bắt, tàu bè. Trong điều kiện thời tiết diễn ra thuận lợi hơn, chắc chắn sản lượng thu được sẽ tăng cao hơn.

3.2.2.4 Tác động của BĐKH và NDB đến đất ở nông thôn

Tác động lớn nhất của BĐKH và NDB đến nông nghiệp là làm mất diện tích nông thôn do ngập lụt. Các kết quả tính toán cho thấy, với mức ngập > 1m ở thời kỳ nền, tỷ lệ diện tích đất nông thôn ngập lớn nhất ở quận Hải Châu (100%) và nhỏ nhất ở quận Cẩm Lệ (57,2%). Nếu xét cả 5 thời kỳ tương lai, thì tỷ lệ diện tích đất sử dụng cho nông thôn không thay đổi lớn giữa các thời kỳ, nhưng cũng có sự chênh lệch lớn giữa các mức ngập, nhất là mức ngập > 1m. (Bảng 3.10)

Bảng 3.10. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất nông thôn bị ngập qua các thời kỳ ở Đà Nẵng

Thời kỳ	Quận/Huyện	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
	Độ sâu ngập (m)							
Thời kỳ nền	<0,5	0	0	0	0	1	1,7	1,3
	0,5-1	0	14,7	0	0	6,6	3,3	2,6
	>1	100	85,3	0	0	84,3	57,2	77,3
Thời kỳ 2020	<0,5	0	0	0	0	2,3	2	1,3
	0,5-1	0	8,9	0	0	1,6	3,3	2,4
	>1	100	91,1	0	0	90,3	58,3	78,6
Thời kỳ 2030	<0,5	0	0	0	0	2,3	2	1,3
	0,5-1	0	0	0	0	1,9	3,2	2,4
	>1	100	0	0	0	90	58,5	78,6
Thời kỳ 2050	<0,5	0	0	0	0	2,4	2,1	1,3
	0,5-1	0	5,7	0	0	2,3	2,8	2,3
	>1	100	94,3	0	0	90,1	59	78,7
Thời kỳ 2070	<0,5	0	0	0	0	4	2	1,4
	0,5-1	0	1,3	0	0	0,8	2,8	2,3
	>1	100	98,7	0	0	91,1	59,3	79
Thời kỳ 2100	<0,5	0	0	0	0	1,6	1,8	1,4
	0,5-1	0	1,6	0	0	3,6	2,7	2,4
	>1	100	98,4	0	0	90,7	60,1	79,4

3.2.3 Đánh giá tác động của BĐKH đến công nghiệp và cơ sở hạ tầng

3.2.3.1 Tác động của BĐKH đến công nghiệp

Công nghiệp là ngành kinh tế chủ lực của Thành phố Đà Nẵng và có giá trị sản xuất cao, trong đó các sản phẩm chính bao gồm chế biến thủy sản đông lạnh, dệt may, xi măng, lốp ô tô, da giày... BĐKH không gây ảnh hưởng trực tiếp mà gián tiếp đến ngành công nghiệp qua nhiều khía cạnh. Trong luận văn đặc biệt quan tâm đến vấn đề ngập lụt diện tích đất sử dụng cho công nghiệp.

Kết quả tính toán diện tích ngập lụt đất công nghiệp ở Bảng 3.11 cho thấy, sự chênh lệch khá lớn tỷ về lệ diện tích công nghiệp bị ngập trong các thời kỳ tương lai so với thời kỳ nền, thể hiện rõ nhất ở mức ngập > 1m.

Bảng 3.11. Tỷ lệ diện tích đất công nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng

Thời kỳ	Quận/Huyện	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
	Độ sâu ngập (m)							
Thời kỳ nền	<0,5	0	0	0	0	2,7	0	1,9
	0,5-1	0	0	0	0	3,8	0	2,5
	>1	0	0	0	0	0,5	0	82,5
Thời kỳ 2020	<0,5	0	0	0	0	1,5	0	0,8
	0,5-1	0	0	0	0	3,6	0	4,9
	>1	0	0	0	0	88,1	0	85,6
Thời kỳ 2030	<0,5	0	0	0	0	1,6	0	0,8
	0,5-1	0	0	0	0	3,5	0	4,6
	>1	0	0	0	0	87,4	0	85,8
Thời kỳ 2050	<0,5	0	0	0	0	1,6	0	0,8
	0,5-1	0	0	0	0	3,4	0	4,1
	>1	0	0	0	0	87,9	0	86,4
Thời kỳ 2070	<0,5	0	0	0	0	1,9	0	0,6
	0,5-1	0	0	0	0	3,6	0	3,5
	>1	0	0	0	0	88,4	0	87,3
Thời kỳ 2100	<0,5	0	0	0	0	2	0	0,3
	0,5-1	0	0	0	0	3,1	0	2,9
	>1	0	0	0	0	90,3	0	88,3

Ngoài ra, BĐKH còn tác động đến công nghiệp gián tiếp thông qua tác động đến năng lượng: BĐKH làm nhiệt độ gia tăng sẽ làm tăng chi phí thông gió, làm mát hầm lò khai thác và làm giảm hiệu suất, sản lượng của các nhà máy điện; BĐKH còn ảnh hưởng đến các nguồn năng lượng tái tạo khác: năng lượng gió có thể bị ảnh hưởng do gradien nhiệt độ thay đổi, và độ che phủ mây biến đổi cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt động của các tấm năng lượng mặt trời; Nhiệt độ tăng làm lượng điện tiêu thụ cho chi phí làm mát trong các ngành công nghiệp cũng gia tăng đáng kể.

3.2.3.2 Tác động của BĐKH đến đô thị

BĐKH tác động tiêu cực đến đô thị. Nhiệt độ và lượng mưa gia tăng làm cho kết cấu vật lý của vật liệu xây dựng bị thay đổi, tác động xấu đến độ bền vững của các công trình, nên phải thay đổi chỉ tiêu và số lượng vật liệu, gây tăng giá thành công trình. Mưa lớn dài ngày gây ngập lụt các công trình, làm hư hỏng các công trình nên phải gia cố bổ sung nền móng cũng làm gia tăng giá thành công trình.

BĐKH làm tăng tần suất và cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan như nắng, nóng, gió mạnh trong bão, tố, lốc, mưa lớn, ngập lụt, giông, sét v.v... kéo theo nhiều thay đổi và ảnh hưởng tới nhiều công trình xây dựng như thay đổi trong tiêu chuẩn thiết kế, xây dựng và kiến trúc đối với mọi công trình xây dựng thuộc các lĩnh vực kinh tế - xã hội, văn hoá, an ninh, quốc phòng... Nhiều công trình đang xây dựng bị ảnh hưởng nặng nề do mưa, lũ, ngập úng lâu ngày làm hư hỏng vật liệu và tiến độ của công trình.

Một tác động quan trọng khác của BĐKH và NBD đến đô thị là gây ngập lụt. Với mức ngập < 0.5m ở thời kỳ nền, thì tỷ lệ diện tích đất đô thị ngập lớn nhất ở quận Hải Châu (tương ứng 28%) và nhỏ nhất ở quận Ngũ Hành Sơn (2,2%). Nhưng với mức ngập > 1m thì quận Sơn Trà lại có tỷ lệ diện tích ngập lớn nhất (với 100%). Nếu xét cả 5 thời kỳ tương lai thì đất sử dụng cho đô thị có xu thế không thay đổi lớn giữa các thời kỳ, nhưng cũng có sự chênh lệch lớn giữa các thời kỳ tương lai so với thời kỳ nền. (Bảng 3.12)

Bảng 3.12. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất đô thị bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng

Thời kỳ	Quận/Huyện	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
	Độ sâu ngập (m)							
Thời kỳ nền	<0,5	28,1	11,9	14,1	25,2	57,5	16,3	0
	0,5-1	52,6	31,0	20,0	36,9	83,1	26,3	0
	>1	64,1	72,4	99,0	100	100	100	0
Thời kỳ 2020	<0,5	55,5	4,3	9,5	27,9	33,5	12,9	0
	0,5-1	53,3	23,2	22,9	35,9	77,5	27,2	0
	>1	69,1	74,2	100	100	100	100	0
Thời kỳ 2030	<0,5	53,6	3,9	8,8	27,9	32,9	13,3	0
	0,5-1	52,5	21,2	22,1	36,7	90,6	24,5	0
	>1	69,6	74,4	100	100	100	100	0
Thời kỳ 2050	<0,5	35,9	4,6	6,8	26,1	32,5	12,9	0
	0,5-1	66,8	15,3	19,9	36,5	92,0	23,4	0
	>1	70,6	75,1	100	100	100	100	0
Thời kỳ 2070	<0,5	30,1	4,6	5,6	27,9	33,6	16,3	0
	0,5-1	76,1	11,9	16,6	32,7	96,6	24,3	0
	>1	71,8	75,9	100	100	100	100	0
Thời kỳ 2100	<0,5	32,0	5,2	5,6	26,7	39,2	17,7	0
	0,5-1	44,1	7,4	10,3	33,5	98,8	20,1	0
	>1	76,6	75,9	100	100	100	100	0

3.2.3.3 Tác động của BĐKH đến giao thông

Hệ thống giao thông ở Đà Nẵng bao gồm: đường bộ (tổng chiều dài là 508.564 km, trong đó có 69.326 km quốc lộ); đường sắt xuyên Việt đi qua Đà Nẵng; Sân bay quốc tế Đà Nẵng; 6 cảng biển (Tiên Sa, Sông Hàn, Mỹ Khê, Nại Hiên, Hải Vân và Liên Chiểu).

Các công trình giao thông trong nội thành có điều kiện phát triển, còn các công trình ven biển điều kiện cơ sở vật chất kém phát triển, bị xuống cấp nghiêm trọng, khi có thiên tai bão lụt xảy ra vùng thường bị cô lập, tách biệt hẳn so với các vùng khác. Theo thống kê, từ năm 1998 đến 2013 có 1.796.896m³ đất bị sạt lở làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến giao thông thành phố. (Bảng 3.13)

Hệ thống giao thông là huyết mạch của Đà Nẵng, nên tác động của BĐKH ngay lập tức và trực tiếp đến hoạt động giao thông của người, hàng hóa đi qua Đà Nẵng và có thể làm hư hỏng đường giao thông, phương tiện vận chuyển trong

trường hợp có thiên tai như bão, mưa lớn và lũ lụt.

Bảng 3.13. Thống kê thiệt hại do thiên tai trong giao thông ở TP Đà Nẵng (1998 - 2013)

Năm	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sạt lở giao thông (m³)	0	0	0	0	0	0	0	500
Năm	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Sạt lở giao thông (m³)	0	1.750.000	0	95	0	34.246	0	11.055

Dưới tác động của BĐKH, lũ cũng gây ngập lụt hệ thống giao thông. Thống kê tỷ lệ % ngập đối với giao thông – giai đoạn nền được thể hiện ở Bảng 3.14, trong đó độ sâu ngập được phân thành 3 cấp: cấp 1 < 0,5m; cấp 2 từ 0,5-1,0m; cấp 3 > 1,0 m.

Từ Bảng 3.14 cho thấy, ở giai đoạn nền, quận Hải Châu, Cẩm Lệ, Ngũ Hành Sơn và huyện Hòa Vang là những khu vực bị tác động tương đối lớn, trong khi quận Thanh Khê và Sơn Trà chỉ bị tác động nhẹ. Cụ thể, quận Cẩm Lệ có tỷ lệ chiều dài đường 15 ngập 9.93% chiều dài cấp ngập 2 và 50.81% đối với cấp ngập 3. Đối với cấp ngập 3 ở đường 24, hầu hết các quận/huyện trong thành phố đều có tỷ lệ ngập lớn, như quận Hải Châu, Thanh Khê và Sơn Trà, tỷ lệ chiều dài đường ngập 100%.

Bảng 3.14. Tỷ lệ % chiều dài các loại đường bị ngập ứng với thời kỳ nền

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ nền của các quận						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 15	Cấp 1						0,00	
	Cấp 2						9,93	
	Cấp 3						50,81	
Đường 17	Cấp 1	1,41	8,14	0,00	0,00	2,03	4,73	0,00
	Cấp 2	2,97	15,50	0,00	0,00	4,21	3,98	0,00
	Cấp 3	93,12	49,82	39,74	71,16	33,43	22,24	57,59
Đường 21	Cấp 1				1,49	3,57	0,00	0,60
	Cấp 2				4,08	5,72	0,00	2,33
	Cấp 3			22,01	84,94	22,51	0,00	59,57
Đường 30	Cấp 1				17,55			
	Cấp 2				18,84			
	Cấp 3				63,61			
Đường 31	Cấp 1							
	Cấp 2							
	Cấp 3			0,00		17,99		0,00

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ nền của các quận						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 1	Cấp 1					2,63	2,32	
	Cấp 2		10,93			4,40	8,08	
	Cấp 3		89,07			42,88	79,93	97,69
Đường 14B	Cấp 1						1,08	0,26
	Cấp 2	5,04		0,17			1,63	0,52
	Cấp 3	94,96		73,93	100,00		39,31	76,70
Đường 23	Cấp 1			0,18	0,71	0,53	1,42	0,33
	Cấp 2			1,83	2,52	2,55	1,92	0,65
	Cấp 3	100,00		38,92	93,55	43,18	56,59	31,63
Đường 24	Cấp 1				0,86	1,32	0,33	0,98
	Cấp 2				1,55	1,97	0,65	1,18
	Cấp 3	100,00	100,00	100,00	88,64	47,41	57,39	52,40
Đường 25	Cấp 1			31,11	2,27	0,94	4,42	0,31
	Cấp 2			19,62	1,64	1,53	4,52	0,59
	Cấp 3		100,00	25,71	92,29	50,52	76,97	13,77
Đường 601	Cấp 1							0,26
	Cấp 2							0,28
	Cấp 3							9,28
Đường 602	Cấp 1					0,82		
	Cấp 2					0,81		0,76
	Cấp 3					35,31		8,62
Đường 603	Cấp 1			0,00	4,81			
	Cấp 2			0,00	7,72			
	Cấp 3			100,00	55,94			42,20
Đường 604	Cấp 1							0,15
	Cấp 2							0,31
	Cấp 3							15,11
Đường 605	Cấp 1							5,97
	Cấp 2							2,83
	Cấp 3							81,80
Đường sắt	Cấp 1		0,00			4,02	2,76	7,22
	Cấp 2		0,00			5,39	8,86	3,04
	Cấp 3		100,00			44,31	77,23	81,09
Đường phố	Cấp 1	5,38	1,98	1,43	1,72	2,00		
	Cấp 2	10,69	6,68	2,65	3,02	4,14		
	Cấp 3	58,38	89,60	80,49	82,82	48,81		

Đến thời kỳ 2020, ở quận Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, có tỷ lệ chiều dài của loại đường 14B, 23, 24,25 ngập hoàn toàn đối với cấp ngập 3. Một số loại đường như 601, 602 bị ngập rất ít. Đường sắt đi qua quận Thanh Khê cũng có khả năng ngập khi ở cấp ngập 3 (Phụ lục 5).

Đến thời kỳ 2030, ở quận Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, có tỷ lệ chiều dài của đường 14B, 23, 24,25 không ngập ở cấp 1, 2 nhưng có khả năng ngập hoàn toàn đối với cấp ngập 3. Các đường 604, 605 không bị ngập ở các quận, chiều dài ngập rất nhỏ ở huyện Hòa Vang. Đường sắt đi qua quận Thanh Khê cũng có khả năng ngập khi ở cấp ngập 3 (Phụ lục 6).

Ở thời kỳ 2050, các đường 15, 21, 25, 30, 31, 601, 602 ở quận Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, không bị ngập ở cấp 1, 2. Các đường như 604, 605 không bị ngập ở các quận, tỷ lệ chiều dài ngập ở huyện Hòa Vang khá lớn ở tất cả các loại đường. Tỷ lệ % loại đường sắt đi qua quận Thanh Khê, Liên Chiểu, Cẩm Lệ, huyện Hòa Vang có khả năng bị ngập ở cấp ngập 3 rất lớn (từ 54%-100%) (Phụ lục 7).

Tương tự như các thời kỳ trước, ở thời kỳ 2070, các đường 15, 21, 25, 30, 31, 601, 602 ở quận Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, không bị ngập ở cấp 1, 2. Các đường 604, 605 không bị ngập ở một số quận, tỷ lệ chiều dài ngập ở huyện Hòa Vang khá lớn ở tất cả các đường. Tỷ lệ % loại đường sắt đi qua quận Thanh Khê, Liên Chiểu, Cẩm Lệ, huyện Hòa Vang có khả năng ngập ở cấp ngập 3 rất lớn (từ 54%-100%) (Phụ lục 8).

Ở thời kỳ 2100, các đường 15, 21, 25, 30, 31, 601, 602 ở quận Hải Châu, Thanh Khê, Sơn Trà, không bị ngập ở cấp 1, 2. Các đường như 604, 605 không bị ngập ở các quận, tỷ lệ chiều dài ngập ở huyện Hòa Vang khá lớn ở tất cả các loại đường. Tỷ lệ % loại đường sắt đi qua quận Thanh Khê, Liên Chiểu, Cẩm Lệ, huyện Hòa Vang có khả năng bị ngập ở cấp ngập 3 rất lớn (từ 54%-100%) (Phụ lục 9).

3.2.4 Đánh giá tác động của BĐKH đến một số lĩnh vực kinh tế xã hội khác

3.2.4.1 Tác động của BĐKH đến lâm nghiệp

1) BĐKH làm suy giảm quỹ đất rừng và diện tích rừng

Diện tích đất lâm nghiệp của thành phố Đà Nẵng không lớn, tập trung tại huyện Hòa Vang và bán đảo Sơn Trà. Luận án chủ yếu phân tích tác động ngập làm suy giảm quỹ đất lâm nghiệp trong tương lai. Kết quả tính toán tỷ lệ diện tích đất

lâm nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở Bảng 3.15 cho thấy, không có sự chênh lệch giữa tỷ lệ diện tích ngập đất lâm nghiệp giữa các thời kỳ nền với thời kỳ tương lai, cũng như với các mức ngập khác nhau. So với các toàn thành phố thì diện tích đất lâm nghiệp ít bị ảnh hưởng nhất, các quận có diện tích bị ngập là quận Sơn trà, Liên Chiểu, Cẩm Lệ và huyện Hòa Vang.

Bảng 3.15. Tỷ lệ diện tích sử dụng đất lâm nghiệp bị ngập qua các thời kỳ ở TP Đà Nẵng

Thời kỳ	Quận/Huyện	Hải Châu	Thanh Khê	Sơn Trà	Ngũ Hành Sơn	Liên Chiểu	Cẩm Lệ	Hòa Vang
Thời kỳ nền	<0,5	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	0,5-1	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	>1	0	0	1,5	0	0,2	3,6	2,3
Thời kỳ 2020	<0,5	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	0,5-1	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	>1	0	0	1,5	0	0,2	3,6	2,6
Thời kỳ 2030	<0,5	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	0,5-1	0	0	0,1	0	0	0,2	0,1
	>1	0	0	1,6	0	0,2	3,6	2,6
Thời kỳ 2050	<0,5	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	0,5-1	0	0	0,1	0	0	0,2	0,1
	>1	0	0	1,6	0	0,2	2,6	2,6
Thời kỳ 2070	<0,5	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1
	0,5-1	0	0	0,2	0	0	0,2	0,1
	>1	0	0	1,6	0	0,2	2,6	2,6
Thời kỳ 2100	<0,5	0	0	0,1	0	0	0,2	0,1
	0,5-1	0	0	0,2	0	0	0,1	0,1
	>1	0	0	1,7	0	0,2	2,6	2,7

2) BĐKH làm thay đổi cơ cấu tổ chức rừng

Nâng cao nền nhiệt độ, lượng mưa, lượng bốc hơi, gia tăng bão, các cực trị nhiệt độ, cường độ mưa và suy giảm chỉ số ẩm ướt... làm ranh giới giữa khí hậu nhiệt đới và ranh giới nhiệt đới với nền nhiệt độ á nhiệt đới, ôn đới đều dịch chuyển lên cao, tức là về phía đỉnh núi. Rừng cây họ dầu mở rộng lên phía Bắc và các đai cao hơn, rừng rụng lá với nhiều cây chịu hạn phát triển mạnh...

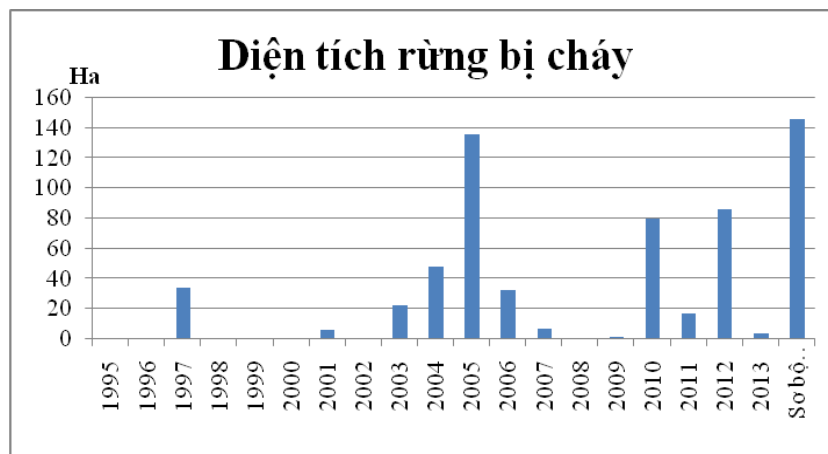
3) BĐKH làm suy giảm chất lượng rừng

Phát triển đáng kể nhiều sâu bệnh mới nguy hại hơn hoặc các sâu bệnh ngoại lai. Các quá trình rửa trôi suy giảm nghiêm trọng chất lượng đất, chỉ số ẩm ướt giảm

đi gây ra suy giảm sinh khối trên hầu hết các loại rừng, đặc biệt là rừng sản xuất. Số lượng quần thể của các loài động vật rừng, thực vật quý hiếm giảm sút đến mức suy kiệt dẫn đến nguy cơ tuyệt chủng.

4) Tăng nguy cơ cháy rừng và gây khó khăn cho công tác bảo tồn đa dạng sinh học

Có nhiều nguyên nhân làm suy giảm và cạn kiệt tài nguyên rừng, trong đó cháy rừng được xem là nguyên nhân làm suy giảm diện tích, tài nguyên rừng một cách nhanh nhất, gây thiệt hại nặng nề nhất. Cháy rừng xảy ra chủ yếu là do các hoạt động con người như chặt củi, đốt than, chặt phá rừng và đốt rừng làm nương rẫy...; đốt ong, các hoạt động có môi lửa mà không chú ý dập tắt lửa... (Hình 3.20). Bên cạnh đó, tác nhân làm gia tăng hiện tượng cháy rừng là do ảnh hưởng của BĐKH, vào mùa khô hanh, thời tiết nắng nóng, không có mưa làm cho độ ẩm vật liệu giảm xuống và nguy cơ cháy rừng tăng cao. Tuy trong luận án chưa có đánh giá tác động cụ thể do BĐKH đến nguy cơ cháy rừng, nhưng có thể nhận định, BĐKH là một trong những nguyên nhân làm gia tăng nguy cơ cháy rừng trong thời gian tới tại Đà Nẵng.



Hình 3.20: Thống kê diện tích rừng bị cháy theo các năm ở TP Đà Nẵng [39]

Mặt khác các biến động, các điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên do BĐKH, hệ sinh thái rừng sẽ bị suy thoái trầm trọng, gây ra nguy cơ tuyệt chủng của một số loài, làm mất đi nhiều gen quý hiếm.

Tuy nhiên, nhờ công tác trồng rừng và bảo vệ rừng ở thành phố Đà Nẵng thực hiện khá tốt trong những thập niên vừa qua, nên diện tích rừng tự nhiên và

rừng trồng mới vẫn có xu hướng tăng (Phụ lục 10). Như vậy, trong lĩnh vực lâm nghiệp, ảnh hưởng của BĐKH chỉ ở mức nhỏ.

3.2.4.2 Tác động đến sức khỏe cộng đồng

BĐKH có tác động nghiêm trọng đến kinh tế, xã hội, môi trường và sức khỏe cộng đồng. Y tế cũng là lĩnh vực chịu ảnh hưởng do BĐKH, đe dọa đến sức khỏe con người, đặc biệt là người nghèo và cận nghèo.

Tác động của BĐKH đến sức khỏe con người diễn ra khá phức tạp. Nó có thể tác động tổng hợp, đồng thời đến nhiều yếu tố khác nhau. Có những tác động trực tiếp thông qua các quá trình trao đổi trực tiếp giữa môi trường xung quanh với cơ thể gây nên bệnh tật, tử vong do nhiệt; các bệnh liên quan đến nước và thực phẩm; các ảnh hưởng đến sức khỏe do các hiện tượng thời tiết cực đoan; thiếu dinh dưỡng và các ảnh hưởng khác. Cũng có những tác động gián tiếp, thông qua các nhân tố khác như nhà ở, các côn trùng, vật chủ mang bệnh...(Bảng 3.16)

Bảng 3.16. Tổng hợp thiệt hại về người do bão, lũ gây ra ở TP Đà Nẵng từ 1998 đến 2013 (CCCO)

Năm	Người chết (người)	Người bị thương (người)	Người bị mất tích (người)
1998	32	27	0
1999	37	0	16
2000	5	4	0
2001	2	0	0
2002	0	0	0
2003	1	0	0
2004	3	2	1
2005	1	11	0
2006	104	61	0
2007	3	3	0
2008	0	0	0
2009	0	92	0
2010	0	0	0
2011	5	7	0
2012	2	5	3
2013	0	19	0
Tổng	195	231	20

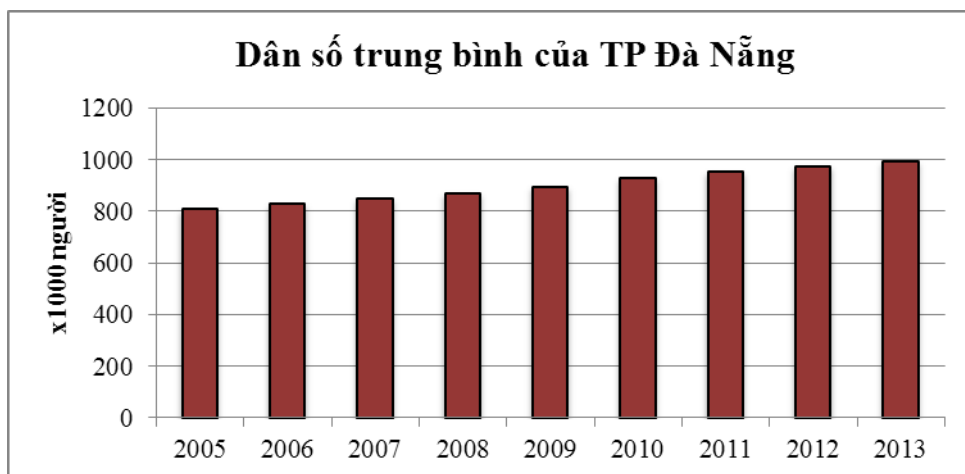
Nguồn trích dẫn: Báo cáo về công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn năm 2013 – Văn phòng BCH PCLB và TKCN thành phố Đà Nẵng [26]

BĐKH có liên quan trực tiếp và gián tiếp đến đời sống và sức khoẻ của cộng đồng. Tác động trực tiếp thông qua mối quan hệ trao đổi vật chất, năng lượng giữa cơ thể người với môi trường xung quanh, dẫn đến những biến đổi về sinh lý, tập quán, khả năng thích nghi và những phản ứng của cơ thể đối với các tác động đó. Tác động gián tiếp của BĐKH ảnh hưởng đến sức khoẻ con người thông qua những nguồn gây bệnh, làm tăng khả năng bùng phát và lan truyền các dịch bệnh như cúm A/H1N1, cúm A/H5N1, tiêu chảy, dịch tả...

Trong những năm gần đây, các đợt nắng nóng kéo dài, nhiệt độ không khí tăng, đã làm tình hình dịch bệnh tại Đà Nẵng diễn ra phức tạp hơn, số người mắc bệnh tiêu chảy cấp, sốt xuất huyết, bệnh ngoài da... liên tục gia tăng ở nhiều địa phương trên địa bàn tỉnh sau ngập lụt. Bên cạnh đó, các đối tượng dễ bị tác động tiêu cực của BĐKH là trẻ em, người già, người nghèo, người sống trong các khu vực nhạy cảm như vùng có nguy cơ ngập lụt, vùng đã có mầm mống của dịch bệnh... ngày càng đáng lo ngại hơn.

3.2.4.3 Tác động đến dân cư

Việc gia tăng dân số cũng ảnh hưởng đến diện tích cư trú của con người trong tình hình mưa bão ngày càng phức tạp cũng như tình trạng nước biển dâng. Theo kết quả tổng hợp, dân số TP Đà Nẵng qua các năm như sau (Hình 3.21):



Hình 3.21. Dân số trung bình ở TP Đà Nẵng

Khi dân số tăng đòi hỏi tăng các nhu cầu thiết yếu trong cuộc sống như lương thực, thực phẩm, nhà ở...hệ quả tất yếu dẫn tới là phải mở rộng đất nông nghiệp vào đất rừng và kéo theo đó là sự suy thoái ĐDSH.

Thành phố Đà Nẵng hiện có hơn 80% dân số đang sinh sống tại các quận, huyện ven biển. Hiện tượng nước biển dâng, xói lở bờ biển có ảnh hưởng rất lớn đến đời sống, sinh hoạt của các dân cư ven biển. Từ đó, sẽ gây khó khăn về việc tái định cư (quỹ đất, cơ sở hạ tầng) cho những cư dân này nếu BĐKH tác động mạnh.

3.2.4.4 Tác động đến du lịch

TP Đà Nẵng có nhiều tiềm năng về du lịch: khu du lịch Bà Nà với hệ thống cáp treo đạt bốn kỷ lục thế giới, khu vui chơi giải trí trong nhà Fantasy Park lớn nhất Đông Nam Á, bán đảo Sơn Trà với 400ha rừng nguyên sinh,...

Tính đến tháng 5 năm 2009, Đà Nẵng có 145 khách sạn với khoảng 4.383 phòng lưu trú, trong đó khoảng trên 700 phòng lưu trú ven biển thuộc các khách sạn 2 đến 5 sao, lượng du khách đến tham quan, du lịch tại Đà Nẵng năm 2013 đạt trên 3,1 triệu lượt khách, tăng 17,2% so với năm 2012.

BĐKH tác động trực tiếp tới phát triển du lịch ở 3 hình thức. Tác động đến tài nguyên du lịch, điểm hấp dẫn du lịch trong đó có cả những tài nguyên du lịch tự nhiên đã hình thành. Tiếp theo là các hoạt động du lịch, đặc biệt là hoạt động lữ hành bị ảnh hưởng, đình trệ thậm chí huỷ do điều kiện thời tiết xấu liên tiếp, bão lụt, lũ quét do BĐKH gây ra. BĐKH cũng tác động trực tiếp đến hạ tầng, cơ sở vật chất kỹ thuật của du lịch nhất là hệ thống giao thông, cơ sở lưu trú, khu vui chơi giải trí. Vì đặc điểm phân bố tài nguyên du lịch và hệ thống hạ tầng, cơ sở vật chất kỹ thuật du lịch tập trung chủ yếu ở vùng ven biển, trên các đảo - nơi chịu ảnh hưởng trực tiếp của BĐKH.

BĐKH cũng có tác động trực tiếp và gián tiếp đến các hoạt động văn hóa, dịch vụ du lịch. Các khu du lịch sinh thái và các công trình hạ tầng cùng các khu nghỉ mát và khách sạn lớn đều ở các vùng thấp ven biển có thể bị ngập, buộc phải di

chuyển, hoạt động kinh doanh bị ngưng trệ. BDKH còn tác động đến hoạt động đưa đón du khách.

BDKH làm tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lốc xoáy, lũ...về cả tần suất và cường độ. Như vậy, việc tổ chức thành công các chương trình du lịch có tầm cỡ quốc gia và quốc tế gắn với các hoạt động tham quan, vui chơi giải trí ngoài trời sẽ khó khăn hơn. Du lịch chủ yếu bao gồm các hoạt động nghỉ dưỡng, vui chơi giải trí và lễ hành (đưa đón và hướng dẫn khách tại các địa điểm tham quan du lịch) nên phụ thuộc nhiều vào các yếu tố thời tiết; nếu thời tiết xấu, các hoạt động du lịch sẽ bị ảnh hưởng rất lớn. Thậm chí, trong nhiều trường hợp các tour còn bị hủy bỏ. Thêm vào đó, các chi phí để ứng phó với các biến đổi bất thường của thời tiết sẽ khiến cho giá tua du lịch bị đẩy lên. Đây cũng là nguyên nhân làm cho khách du lịch sẽ lựa chọn những nơi thuận lợi và chi phí phù hợp hơn. Trong khi đó, du lịch biển sẽ bị ảnh hưởng nặng nề nhất trong khi thu nhập từ du lịch biển chiếm 70% doanh thu của ngành; hàng năm thu hút khoảng 60% lượng du khách quốc tế; 50% lượng du khách nội địa...

Ngoài ra, biển và khu vực ven bờ là hệ sinh thái tổng hợp, nơi tập trung nhiều nguồn lực cho phát triển du lịch. Ở khu vực này tập trung cảng biển, sân bay, đô thị, trung tâm dịch vụ, địa bàn du lịch trọng điểm, các khu du lịch... Nước biển dâng sẽ làm cho tài nguyên du lịch bị suy thoái, biến đổi, mất mát về lượng cũng như về giá trị phục vụ.

Bão lụt gia tăng và khó dự báo sẽ ảnh hưởng đến các kế hoạch phát triển du lịch vì gây khó khăn cho các hoạt động du lịch đã, đang và sẽ diễn ra.

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

Trong luận án đã sử dụng phương pháp trọng số không bằng nhau theo Iyengar & Sudarshan được trình bày trong mục 2.4.2 để tính toán các chỉ số tổn thương do BDKH thí điểm cho thành phố Đà Nẵng.

3.3.1 Chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội

3.3.1.1 Phân tích các tham số

1) Tác động E_i

Tác động hay mức độ lộ diện được định nghĩa thông qua tác động của BĐKH ở Đà Nẵng bao gồm các loại hình thiên tai và các yếu tố khí hậu cực trị. Các tham số giai đoạn nền được lấy từ các dữ liệu thực tế và nội suy cho từng vùng tính toán (mục 3.1). Các tham số tương lai được lấy từ kịch bản BĐKH và NBD. Qua thống kê, luận án đã đưa ra 8 chỉ tiêu tác động của BĐKH giai đoạn nền (Bảng 3.17) và Phụ lục 11 thể hiện các chỉ số tác động E trong các giai đoạn 2020, 2030, 2050 và 2100.

Bảng 3.17. Các chỉ số tác động (E) của lĩnh vực xã hội tại Đà Nẵng – giai đoạn nền

4Chỉ số	Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	Q Liên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
Lượng mưa năm (mm)	E1	2657	2240	2211	2322	2343	2303	2701
Số ngày mưa lớn trong năm (>50mm)	E2	13	13	13	13	13	13	12
Nhiệt độ trung bình năm	E3	25,8	25,8	25,9	25,8	25,7	25,7	25,4
Nhiệt độ cao nhất ngày trung bình năm (°C)	E4	27,7	27,8	27,9	27,7	27,8	27,7	27,7
Nhiệt độ ngày cao nhất mùa hè (°C)	E5	36,0	35,1	35,2	35,9	35,3	35,9	35,5
Nhiệt độ ngày thấp nhất trung bình năm	E6	26,5	26,3	26,7	26,5	25,6	26,1	24,5
Nhiệt độ thấp nhất mùa đông (°C)	E7	23,3	23,0	23,4	23,3	22,4	22,9	21,1
Số ngày nắng nóng trong năm (tx>35°C)	E8	43	42	41	45	43	43	46

2) Độ nhạy Si

Độ nhạy là các nhân tố thể hiện mức độ nhạy cảm, dễ thay đổi do BĐKH. Trong lĩnh vực xã hội có rất nhiều chỉ số thể hiện mức độ nhạy cảm, do BĐKH, tuy nhiên trong luận án chỉ sử dụng một số chỉ thị xã hội được xem là có ảnh hưởng chính tại TP. Đà Nẵng.

Các chỉ tiêu được thống kê từ kết quả đánh giá ngập lụt, và xâm nhập mặn do tác động của BĐKH kết hợp với số liệu thực tế từ Niên giám thống kê và các kế hoạch phát triển kinh tế xã hội bao gồm: Diện tích đất nông nghiệp, nông thôn bị ngập; Số hộ nghèo bị ảnh hưởng bởi ngập lụt; % trường học bị ảnh hưởng bởi ngập lụt; Dân số ảnh hưởng bởi ngập lụt, xâm nhập mặn.

Ngoài ra, Các chỉ tiêu sau cũng được thống kê từ niên giám thống kê và kế hoạch phát triển kinh tế xã hội bao gồm: Dân số trung bình, tỷ lệ gia tăng tự nhiên; Mật độ dân số, cỡ hộ gia đình; Số dân nông thôn ; Tỷ lệ giới; Số lượng học sinh các trường (đại diện cho đối tượng dễ bị tổn thương bởi BĐKH).

Các chỉ tiêu độ nhạy về sinh kế tập trung vào lĩnh vực nông nghiệp gồm: Trường; Số dân trên diện tích đất nông nghiệp; Diện tích trồng cây hàng năm; Diện tích trồng cây lâu năm; Diện tích trồng lúa trên đầu người; Số lượng gia súc.

Trên cơ sở đó đã lựa chọn 26 chỉ tiêu độ nhạy, được trình bày trong Bảng 3.18.

Bảng 3.18. Các chỉ số độ nhạy (S) của lĩnh vực xã hội tại Đà Nẵng – giai đoạn nền

Chỉ số		Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
% đất nông nghiệp ngập	Cấp 1	S1	0,0	0,0	0,0	0,2	1,9	0,0	0,6
	Cấp 2		0,0	0,0	0,0	0,6	3,3	0,0	0,8
	Cấp 3		0,0	0,0	0,0	98,7	51,7	100,0	88,9
% diện tích đất nông thôn bị ngập	Cấp 1	S2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,7	1,3
	Cấp 2		0,0	14,7	0,0	0,0	6,6	3,3	2,6
	Cấp 3		100,0	85,3	0,0	0,0	84,3	57,2	77,3
% Hộ nghèo bị ảnh hưởng bởi ngập lụt		S3	66,0	48,7	67,9	58,4	43,3	51,3	39,6

Chỉ số	Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
% Các trường học bị ảnh hưởng bởi ngập lụt	S4	60,5	53,0	64,9	59,8	47,0	51,3	34,8
% Dân số bị ảnh hưởng do xâm nhập mặn	S5	0	0	0	45	56	50	12
% Dân số bị ảnh hưởng bởi ngập lụt	S6	74	84	87	70,56	85,79	72,84	56,41
Dân số trung bình (người)	S7	202.271	184.340	140.741	72.665	147.472	101.506	124.844
Mật độ dân số (người/Km ²)	S8	8.689	19.528	2.373	1.857	1.864	2.880	170
Số dân nông thôn (người)	S9	0	0	0	0	0	0	124.844
Tỷ lệ GTTN (%)	S10	10,9	13,9	12,5	15,3	10,4	13,5	14,9
Cỡ hộ gia đình trung bình (nhân khẩu)	S11	4	4	4	5	4	5	7
Tỉ lệ nam (%)	S12	48,9	49,6	48,9	48,9	49,9	49,8	49,3
Tỉ lệ nữ (%)	S13	51,1	50,4	51,2	51,1	50,1	50,2	50,7
Tỷ lệ sinh (%)	S14	15,0	16,2	16,7	17,6	13,2	17,9	20,1
Tỷ lệ chết (%)	S15	4,0	2,3	4,2	2,2	2,8	4,5	5,2
Tỷ lệ % hộ nghèo	S16	8,2	11,8	17,6	21,8	18,2	16,6	28,1
Diện tích đất nông nghiệp (ha)	S17	18	19,11	28,69	733,72	170,01	259,91	5936,87
Số dân trên diện tích đất nông nghiệp (người/ha)	S18	11.237	9.646	4.906	99	867	391	21
DT trồng cây hàng năm (ha)	S19	0.0	6,3	13,4	651,5	120,6	238,5	4634,8
DT trồng cây lâu năm (ha)	S20	18	12,77	15,28	82,2	49,2	20,36	1302,09
Diện tích trồng lúa trên đầu người (ha/người)	S21	0.00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04
SI gia súc (trâu, bò lợn) (con/người)	S22	0.00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,01	0,51
Số học sinh Mầm non (học sinh)	S23	11.098	7.829	6.120	4.043	6.760	5.024	6.610
Số học sinh Tiểu học (học sinh)	S24	18.420	14.050	9.425	5.435	8.813	6.547	10.145
Số học sinh THCS (học sinh)	S25	11.177	8.461	6.100	3.203	5.064	4.973	7.457
Số học sinh THPT (học sinh)	S26	10.286	5.225	5.781	1.952	3.260	2.192	4.979

3) Khả năng thích ứng Ai

Các chỉ thị cho khả năng chống chịu và năng lực thích ứng, được đánh giá với các dữ liệu hiện có ở các nguồn cấp huyện bao gồm các biện pháp về năng lực của nguồn nhân lực (tỷ lệ biết chữ, thống kê về y tế...), khả năng kinh tế (GDP bình quân đầu người, bất bình đẳng thu nhập), các biện pháp sinh kế (tính đa dạng của ngành nghề, nguồn thu nhập, số người trưởng thành có việc làm) và năng lực xã hội (mật độ dân số, tỷ lệ phần trăm đất sản xuất). Trên cơ sở đó đã đưa ra 20 chỉ tiêu đại diện về khả năng thích ứng trong lĩnh vực xã hội (Bảng 3.19).

Bảng 3.19. Bảng các chỉ số năng lực thích ứng của lĩnh vực xã hội– giai đoạn nền

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
Số trường mầm non	A1	36	30	15	9	20	14	16
Số trường Tiểu học	A2	21	15	14	9	13	9	19
Số trường Trung học cơ sở	A3	9	10	7	4	6	7	11
Số trường Trung học phổ thông	A4	4	3	4	1	3	2	3
% gia đình có điện lưới quốc gia	A5	85	82	98	80	95	90	73
% khu vực có internet	A6	82	83	95	79	90	87	55
Số nhà máy điện	A7	2	2	3	2	4	2	1
Số điện thoại/100 người	A8	28	26	20	10	20	14	17
Năng suất lúa (tạ/ha)	A9	0	0	0	56,2	45,4	52,5	60,2
Năng suất ngô	A10	0	0	0	19,51	12	18	20,5
Năng suất lạc	A11	0	0	0	59,1	0	64,3	57,5
Sản lượng khai thác thủy sản (tấn)	A12	3.005	10.209	18272	988	317	47	11
Số bác sỹ/100 dân	A13	3	3	2	1	2	2	2
Số giường bệnh/100 dân	A14	9	9	7	4	7	5	6
Số GV mầm non	A15	767	492	474	303	519	262	545

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
Số GV TH	A16	677	504	378	227	358	276	564
Số GV THCS	A17	624	498	391	199	272	275	474
Số GV THPT	A18	478	246	339	109	169	106	244
Dân số độ tuổi lao động	A19	102.729	93.622	71.479	36.905	74.898	51.553	63.406
Dân số có việc làm	A20	99.236	90.439	69.049	35.650	72.351	49.800	61.250

Các chỉ tiêu phát triển dân số trong tương lai được tính toán theo quy hoạch phát triển của vùng bằng phương pháp ngoại suy xu thế dự báo theo các giai đoạn.

3.3.1.2 Kết quả tính toán tính dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội

Các thông tin sau khi được tổng hợp và liệt kê tương ứng chỉ số phơi lộ, độ nhạy và khả năng ứng phó được tính toán chuẩn hóa theo công thức (2.6), (2.7), Phụ lục 12, và Phụ lục 13, Phụ lục 14 thể hiện kết quả chuẩn hóa các chỉ tiêu tác động (E), độ nhạy (S) và chỉ tiêu ứng phó trong lĩnh vực xã hội của giai đoạn nền.

Từ các chỉ số được thống kê tương ứng cho các chỉ tiêu E, S, A, tiến hành xác định trọng số cho các chỉ số thành phần. Kết quả chi tiết trong Phụ lục 15.

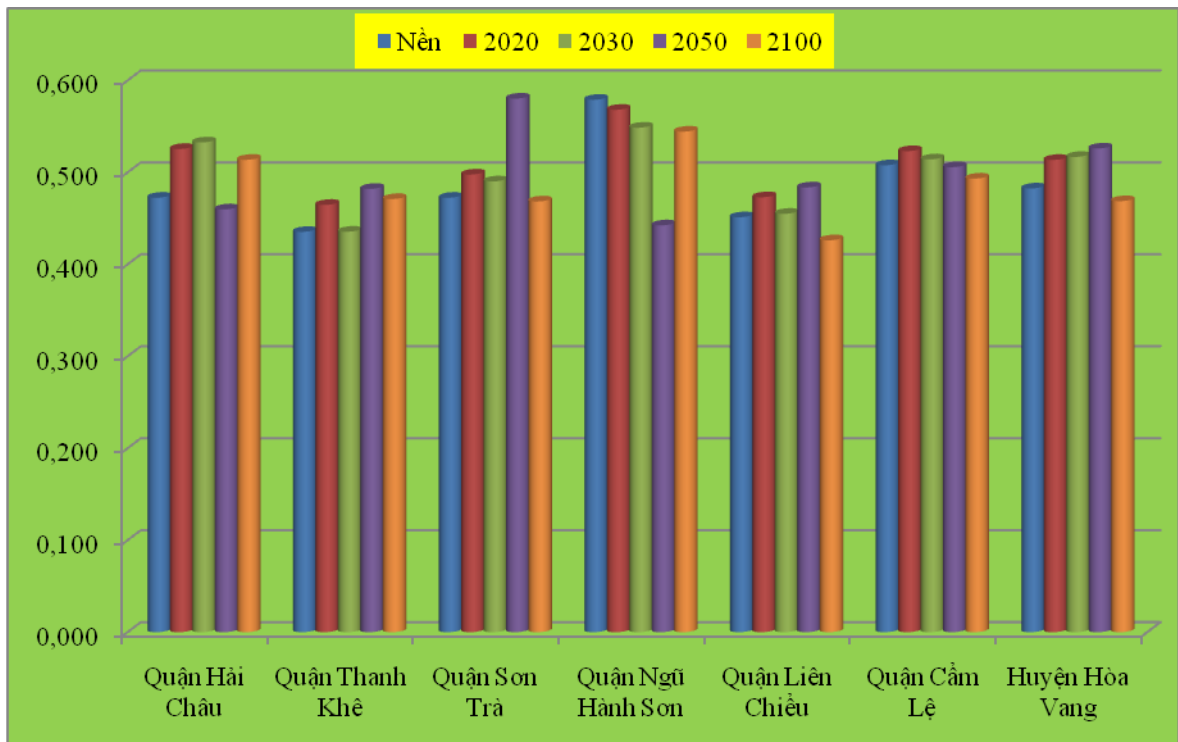
Giá trị các trọng số này được sử dụng để tính toán các chỉ tiêu thành phần. Từ đó, tiếp tục áp dụng công thức tính toán trọng số lần lượt cho các chỉ số E, S, A để tính toán chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội. Kết quả được trình bày trong các Bảng 3.20, Bảng 3.21 và Hình 3.22.

Bảng 3.20. Giá trị các trọng số tính toán chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội

Trọng số	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100
w_E	0,408	0,477	0,464	0,445	0,345
w_S	0,299	0,263	0,300	0,258	0,325
w_A	0,293	0,260	0,236	0,298	0,330

Bảng 3.21. Chỉ số dễ bị tổn thương các giai đoạn trong lĩnh vực xã hội

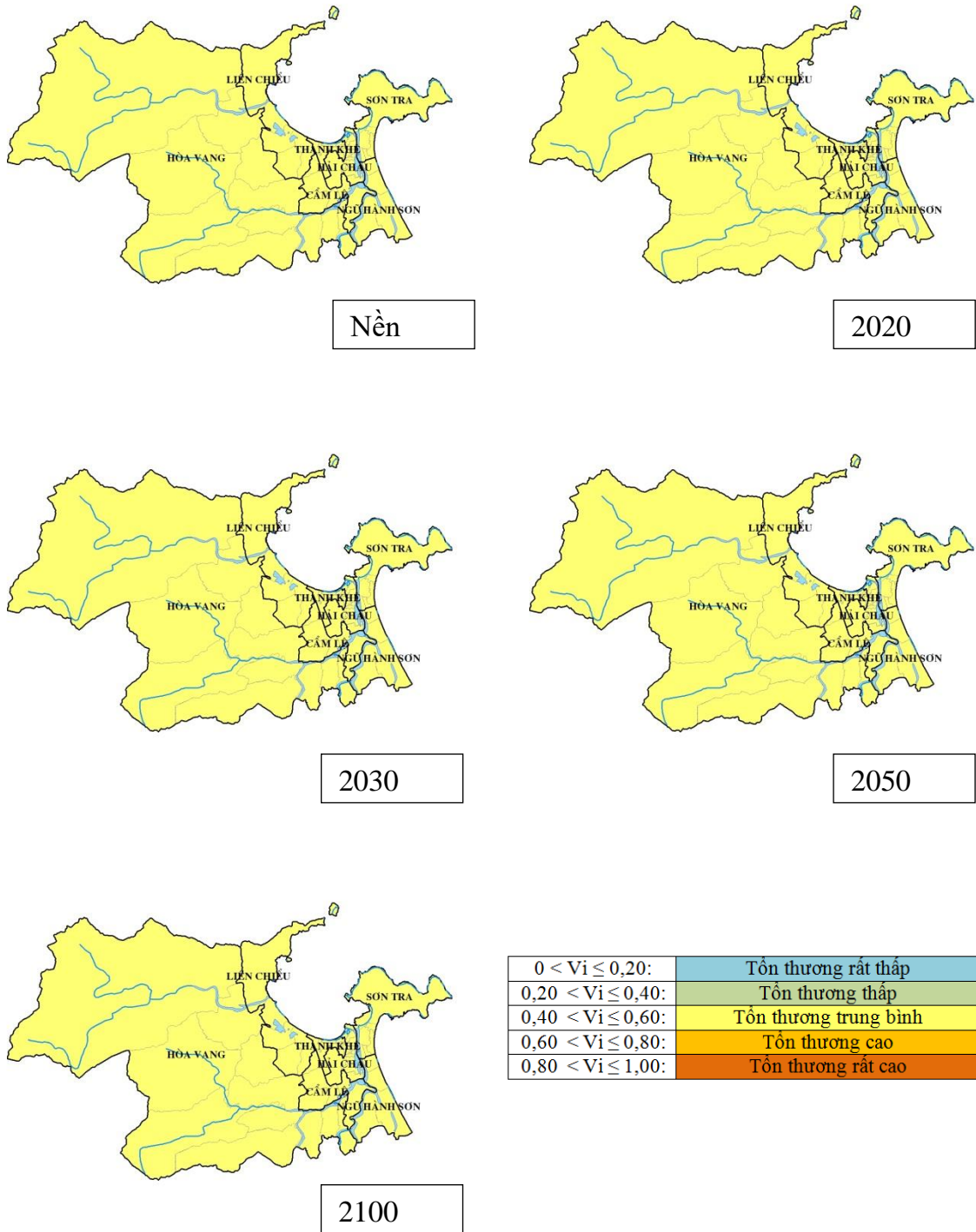
Giai đoạn	Chỉ số	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
Nền	E	0,664	0,509	0,620	0,672	0,612	0,594	0,298
	S	0,426	0,368	0,279	0,217	0,182	0,240	0,698
	A	0,252	0,401	0,463	0,819	0,502	0,661	0,520
	V	0,472	0,435	0,472	0,579	0,451	0,508	0,483
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2020	E	0,637	0,455	0,606	0,617	0,571	0,558	0,410
	S	0,538	0,486	0,373	0,258	0,233	0,331	0,658
	A	0,308	0,461	0,424	0,791	0,536	0,653	0,557
	V	0,526	0,465	0,498	0,568	0,473	0,523	0,514
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2030	E	0,628	0,386	0,610	0,615	0,569	0,569	0,620
	S	0,538	0,486	0,373	0,258	0,233	0,331	0,555
	A	0,337	0,470	0,404	0,789	0,513	0,640	0,330
	V	0,533	0,436	0,490	0,549	0,455	0,514	0,517
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2050	E	0,439	0,610	0,629	0,569	0,528	0,381	0,620
	S	0,470	0,354	0,266	0,209	0,280	0,648	0,571
	A	0,483	0,401	0,779	0,456	0,594	0,569	0,347
	V	0,460	0,482	0,580	0,442	0,484	0,506	0,526
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2100	E	0,615	0,435	0,640	0,649	0,559	0,517	0,260
	S	0,568	0,488	0,383	0,204	0,241	0,351	0,571
	A	0,355	0,493	0,374	0,770	0,469	0,609	0,587
	V	0,514	0,471	0,468	0,544	0,426	0,493	0,469
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB



Hình 3.22. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội trong các giai đoạn tại Đà Nẵng

Từ kết quả tính toán chỉ số dễ bị tổn thương của các quận huyện của thành phố Đà Nẵng trong lĩnh vực xã hội trước BĐKH thấy rằng, giá trị V nằm trong khoảng từ 0,4 đến 0,6 tức là mức độ tổn thương trung bình. So sánh giữa các giai đoạn, các chỉ số có sự thay đổi nhẹ, nhưng không lớn lắm. Quận Ngũ Hành Sơn có chỉ số dễ bị tổn thương lớn hơn các khu vực khác, ở hầu hết các giai đoạn đều >0,5, tại giai đoạn nền là 0,579 gần đạt đến mức dễ bị tổn thương cao. Điều này được giải thích bởi đây là khu vực bán đảo có 3 mặt là biển, sẽ chịu tổn thương nhiều bởi tác động của BĐKH, mặt khác đây cũng là quận trung tâm với mật độ dân cư cao, tức là độ nhạy trước các tác động cũng lớn. Quận Liên Chiểu và quận Thanh Khê có chỉ số dễ bị tổn thương nhỏ hơn cả ở các giai đoạn. Như vậy, cần chú trọng đến các khu vực có chỉ số dễ bị tổn thương gần đạt đến mức cao như quận Ngũ Hành Sơn trong các quy hoạch tương lai của lĩnh vực xã hội, để đảm bảo sự phát triển bền vững. Bản đồ chỉ số tổn thương trong lĩnh vực xã hội cho thành phố Đà Nẵng trong các giai đoạn được trình bày trong Hình 3.23.

Hình 3.23. Bản đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực xã hội các giai đoạn



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

3.3.2.1 Phân tích tham số

Mục đích nghiên cứu là đánh giá mức độ dễ bị tổn thương của cơ sở hạ tầng ngành năng lượng công nghiệp và dịch vụ dưới tác động của BĐKH. Đây là các ngành đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế, tốc độ phát triển và quá trình chuyển giao ngành trong tương lai cần phải chuẩn bị sẵn sàng khả năng ứng phó và thích ứng.

Cơ sở hạ tầng cho các ngành công nghiệp và năng lượng, dịch vụ sẽ bị tổn thương nếu BĐKH gây ra các tác động làm thiệt hại cho các ngành và khả năng phục hồi nhanh, hoàn toàn là rất khó.

Việc xác định mức độ phơi lộ dưới tác động của BĐKH được thực hiện bằng cách áp dụng GIS để lập bản đồ dự báo các nguy cơ đến điều kiện hạ tầng năng lượng của từng huyện trình bày trong mục 3.2. Các bản đồ nguy cơ được sử dụng để đánh giá rủi ro trong công nghiệp và năng lượng do lũ lụt, ngập lụt, và nước dâng do bão. Như vậy, các chỉ tiêu tác động tới lĩnh vực công nghiệp và năng lượng cũng tương tự như lĩnh vực dân số (Bảng 3.17, Phụ lục 11) gồm 8 chỉ tiêu. Các chỉ số về độ nhạy của lĩnh vực năng lượng và công nghiệp bao gồm: diện tích đất công nghiệp bị ngập, số dân lao động trong công nghiệp và số doanh nghiệp (Bảng 3.22).

Bảng 3.22. Chỉ số độ nhạy (S) của lĩnh vực công nghiệp và năng lượng trong các giai đoạn

Giai đoạn	Chỉ số	Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
Giai đoạn nền	% Diện tích đất công nghiệp bị ngập	Cấp 1	0	0	0	0	2,7	0	1,9
		Cấp 2	0	0	0	0	3,8	0	2,5
		Cấp 3	0	0	0	0	0,5	0	82,5
	% dân lao động trong công nghiệp	S2	50,0	45,6	34,8	18,0	36,5	25,1	30,9
	Số doanh nghiệp	S3	168	154	117	61	123	85	104
2020	% Diện tích đất công nghiệp bị ngập	Cấp 1	0	0	0	0	1,5	0	0,8
		Cấp 2	0	0	0	0	3,6	0	4,9
		Cấp 3	0	0	0	0	88,1	0	85,6
	% dân lao động trong công nghiệp	S2	55,0	50,2	38,3	19,8	40,1	27,6	34,0

Giai đoạn	Chỉ số	Ký hiệu	Q Hải Châu	Q Thanh Khê	Q Sơn Trà	Q Ngũ Hành Sơn	QLiên Chiểu	Q Cẩm Lệ	H Hòa Vang
	Số doanh nghiệp	S3	170	156	119	66	125	90	106
2030	% Diện tích đất công nghiệp bị ngập	Cấp 1	0	0	0	0	1,6	0	0,8
		Cấp 2	0	0	0	0	3,5	0	4,6
		Cấp 3	0	0	0	0	87,4	0	85,8
	% dân lao động trong công nghiệp	S2	58	52	40	21	42	29	36
	Số doanh nghiệp	S3	172	158	121	71	127,0	95	108,0
2050	% Diện tích đất công nghiệp bị ngập	Cấp 1	0	0	0	0	1,6	0	0,8
		Cấp 2	0	0	0	0	3,4	0	4,1
		Cấp 3	0	0	0	0	87,9	0	86,4
	% dân lao động trong công nghiệp	S2	60,0	54,7	41,8	21,6	43,8	30,1	37,0
	Số doanh nghiệp	S3	174	160	123	76	129,0	100	110,0
2100	% Diện tích đất công nghiệp bị ngập	Cấp 1	0	0	0	0	2,0	0	0,3
		Cấp 2	0	0	0	0	3,1	0	2,9
		Cấp 3	0	0	0	0	90,3	0	88,3
	% dân lao động trong công nghiệp	S2	65,1	59,3	45,3	23,4	47,4	32,6	40,1
	Số doanh nghiệp	S3	176	162	125	84	131	106	112

Các chỉ số về khả năng ứng phó được sử dụng để đánh giá trong các giai đoạn tương lai, được xác định trên cơ sở quy hoạch phát triển của từng quận huyện bao gồm 8 chỉ tiêu: 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 3.23).

Bảng 3.23. Các chỉ số về khả năng ứng phó trong giai đoạn nền cho lĩnh vực công nghiệp và năng lượng

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Số trường mầm non	A1	36	30	15	9	20	14	16
Số trường Tiểu học	A2	21	15	14	9	13	9	19
Số trường Trung học cơ sở	A3	9	10	7	4	6	7	11
Số trường Trung học phổ thông	A4	4	3	4	1	3	2	3
% gia đình có điện lưới quốc gia	A5	85	82	98	80	95	90	73
% khu vực có internet	A6	82	83	95	79	90	87	55
Số nhà máy điện	A7	2	2	3	2	4	2	1

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Số điện thoại/100 người	A8	28	26	20	10	20	14	17

3.3.2.2 Kết quả tính toán tính dễ bị tổn thương trong lĩnh vực năng lượng và công nghiệp

Tất cả các chỉ tiêu cũng được chuẩn hóa theo công thức tại mục 5 (Phụ lục 16, Phụ lục 17). Sau khi chuẩn hóa các chỉ số cho từng nhóm yếu tố, tiến hành xác định trọng số theo phương pháp trọng số không bằng nhau đã được đề xuất bởi Iyengar & Sudarhan (Phụ lục 18).

Tương tự như các lĩnh vực khác, các trọng số được sử dụng để tính toán chỉ số E, S, A cho các khu vực và giai đoạn. Từ đó tính toán chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp & năng lượng. Kết quả được trình bày trong Bảng 3.24 và Bảng 3.25:

Bảng 3.24. Bảng giá trị các trọng số trong chỉ số tác động và khả năng ứng phó trong lĩnh vực công nghiệp & năng lượng

Trong số	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100
w _E	0,560	0,576	0,615	0,541	0,472
w _S	0,168	0,144	0,125	0,163	0,192
w _A	0,272	0,281	0,261	0,296	0,336

Bảng 3.25. Chỉ số dễ bị tổn thương cho lĩnh vực công nghiệp & năng lượng

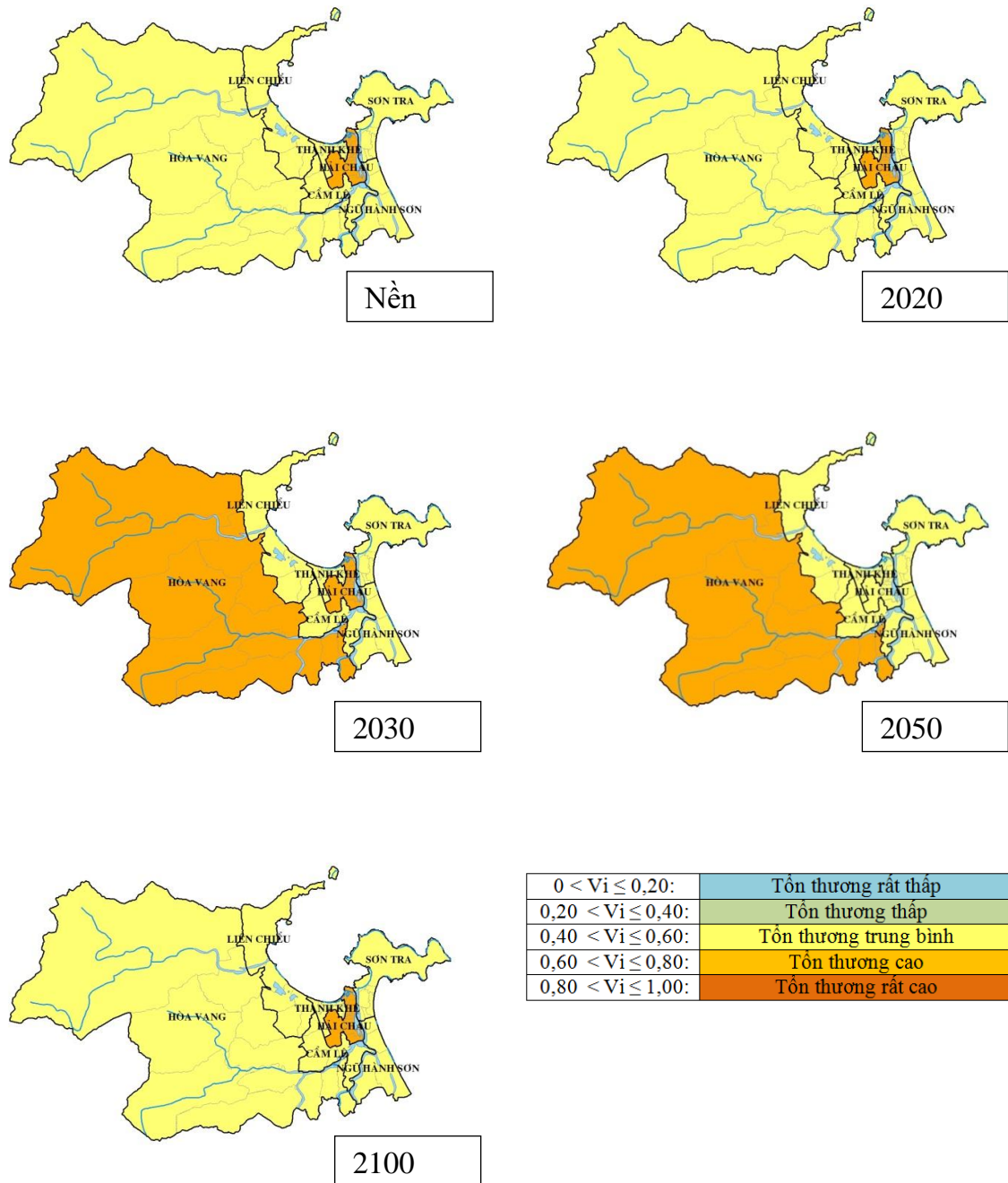
Giai đoạn	Chỉ số	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Nền	E	0,677	0,465	0,603	0,658	0,550	0,524	0,387
	S	1,000	0,865	0,524	0,000	0,578	0,223	0,402
	A	0,235	0,367	0,333	0,839	0,364	0,619	0,620
	V	0,611	0,506	0,517	0,597	0,504	0,499	0,453
	Mức độ	C	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2020	E	0,666	0,435	0,593	0,612	0,591	0,528	0,446
	S	1,000	0,863	0,518	0,000	0,572	0,227	0,393
	A	0,297	0,474	0,338	0,781	0,431	0,648	0,632
	V	0,610	0,508	0,511	0,572	0,543	0,518	0,490
	Mức độ	C	TB	TB	TB	TB	TB	TB
2030	E	0,656	0,427	0,587	0,595	0,581	0,520	0,644
	S	1,000	0,861	0,510	0,000	0,566	0,230	1,000
	A	0,302	0,473	0,313	0,781	0,408	0,633	0,309
	V	0,606	0,493	0,506	0,569	0,534	0,513	0,603

Giai đoạn	Chỉ số	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
	Mức độ	C	TB	TB	TB	TB	TB	C
2050	E	0,413	0,603	0,631	0,569	0,505	0,431	0,692
	S	0,859	0,502	0,000	0,559	0,234	0,375	1,000
	A	0,515	0,306	0,784	0,291	0,528	0,653	0,323
	V	0,515	0,499	0,574	0,485	0,468	0,488	0,633
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	C
2100	E	0,675	0,428	0,672	0,638	0,521	0,479	0,298
	S	1,000	0,855	0,486	0,000	0,544	0,231	0,353
	A	0,334	0,504	0,266	0,784	0,314	0,565	0,686
	V	0,623	0,536	0,500	0,564	0,456	0,460	0,439
	Mức độ	C	TB	TB	TB	TB	TB	TB



Hình 3.24. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp & năng lượng các giai đoạn tại Đà Nẵng

Kết quả tính toán cho thấy, mức dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng tại Đà Nẵng trong khoảng 0,4-0,65, tức là ở mức tổn thương trung bình trong các giai đoạn khác nhau, trong đó vai trò của E cao nhất.



Hình 3.25. Bản đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng các giai đoạn

Đễ dàng nhận thấy, 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. 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. Như 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.

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

Tính toán mức dễ bị tổn thương đối với các khu đô thị và giao thông bằng cách kết hợp dữ liệu thông tin từ các huyện về: tài sản con người (% dân số đô thị); tài sản tự nhiên (% khu đô thị); kinh tế (giá trị hàng hóa vận chuyển); và vốn tài chính (cơ sở hạ tầng đô thị và mức độ của dịch vụ) cùng với vị trí, tính chất và mức độ mạng lưới giao thông, cơ sở hạ tầng.

Tác động (E) gồm 8 chỉ tiêu cũng giống với các tác động đến lĩnh vực xã hội, công nghiệp và năng lượng (Bảng 3.17, Phụ lục 11).

Độ nhạy (S) 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. (Bảng 3.26)

Bảng 3.26. Bảng các chỉ số độ nhạy (S) trong lĩnh vực giao thông và đô thị– giai đoạn nền

Chỉ tiêu		Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
% Diện tích đất đô thị bị ngập	Cấp 1	S1	3,10	1,53	1,31	0,15	0,26	5,68	2.28
	Cấp 2		5,80	3,96	1,85	0,49	0,46	9,19	3.50
	Cấp 3		70,70	92,66	92,03	48,40	6,86	62,69	84.68
Số km đường mòn		S2	5.11	1,98	22,13	55,02	54,64	58,50	390,17
Mật độ dân số (người/Km ²)		S3	8689	19528	2373	1857	1864	2880	170
Dân số đô thị		S4	202271	184340	140741	72665	147472	101506	0
Diện tích đô thị (ha)		S5	23.28	9,44	59,32	39,12	79,13	35,25	0
% Đường quốc lộ bị ngập	Cấp 1	S6	0	0	0	0	1,315	1,7	0.13
	Cấp 2		2,52	5,465	0,085	0	2,2	4,855	0.26
	Cấp 3		47,48	44,535	36,965	50	21,44	59,62	87.195

Chỉ tiêu		Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
% Đường tỉnh lộ bị ngập	Cấp 1	S7	0,11	0,63	2,41	2,13	0,71	0,84	0,66
	Cấp 2		0,23	1,19	1,65	2,80	1,29	1,62	0,69
	Cấp 3		22,55	19,22	25,11	42,32	19,26	20,31	28,61
% Đường sắt bị ngập	Cấp 1	S8	0	0	0	0	4,02	2,76	7,22
	Cấp 2		0	0	0	0	5,39	8,86	3,04
	Cấp 3		0	100	0	0	44,31	77,23	81,09
% Đường phố bị ngập	Cấp 1	S9	5,38	1,98	1,43	1,72	2	0	0
	Cấp 2		10,69	6,68	2,65	3,02	4,14	0	0
	Cấp 3		58,38	89,6	80,49	82,82	48,81	0	0
% Dân số bị ảnh hưởng bởi ngập lụt do lũ + NBD		S10	74	84	87	70,56	85,79	72,84	56,41
% Dân số bị ảnh hưởng do xâm nhập mặn		S11	0	0	0	45	56	50	12

Chỉ số ứng phó (A) trong lĩnh vực giao thông và đô thị 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 3.27).

Bảng 3.27. Bảng chỉ số ứng phó (A) trong lĩnh vực giao thông & đô thị

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Số km đường ô tô	A1	39.781	5.639	36.942	20.465	34.146	13.561	50.401
Số Km đường tỉnh lộ	A2	0	0	0	9.337	3.919	0	82.936
Số km đường sắt	A3	0	0,264	0	0	20,576	7,265	6,255
Số km đường phố	A4	56.241	29.944	15.575	3.915	6.485	0	0
% Dân được sử dụng nước máy	A5	80	83	86	79	81	85	63
% thôn có hệ thống thoát nước thải chung	A6	81	85	87	78	80	75	65
% gia đình có điện lưới quốc gia	A7	85	82	98	80	95	90	73

Tương tự như các lĩnh vực khác, sử dụng các chỉ tiêu đã được chuẩn hóa để tính toán các tham số E, S, A (Phụ lục 19, Phụ lục 20). Kết quả trọng số được trình

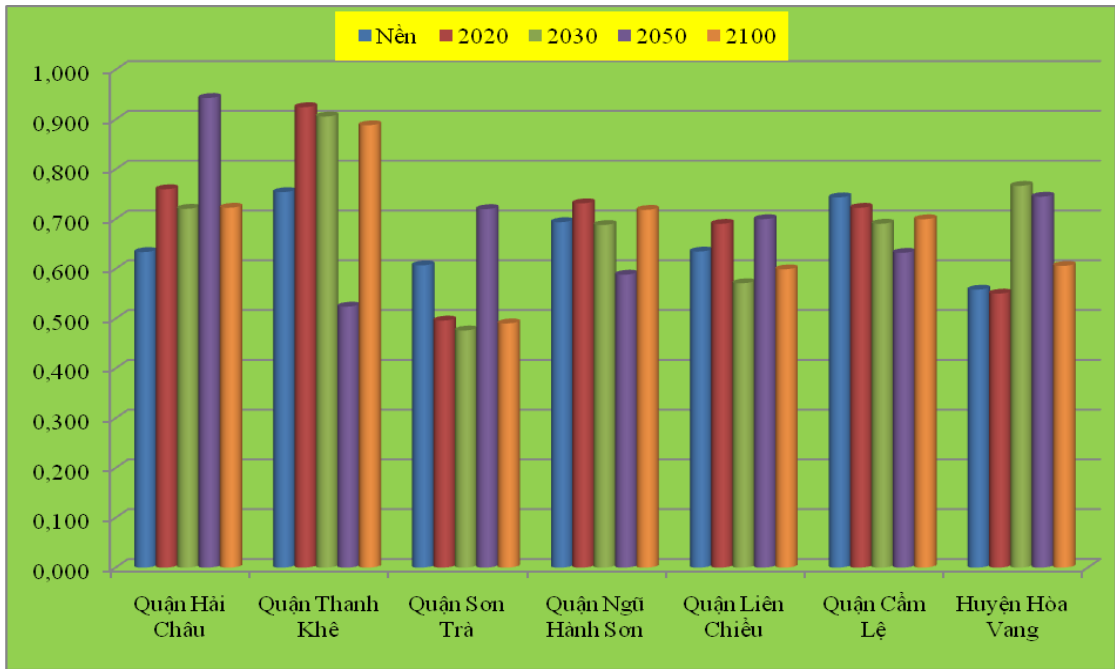
bày trong Phụ lục 21 và Bảng 3.28. Các nhân tố độ nhạy có tỉ trọng cao trong chỉ số dễ bị tổn thương.

Bảng 3.28. Giá trị các trọng số trong lĩnh vực giao thông & đô thị

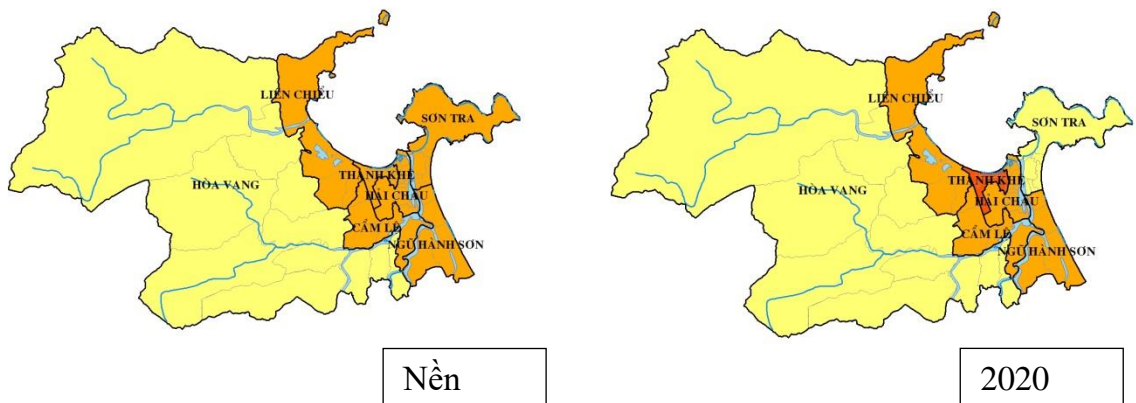
Trọng số	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100
w_E	0,174	0,223	0,237	0,243	0,227
w_S	0,516	0,491	0,401	0,514	0,534
w_A	0,310	0,286	0,362	0,243	0,239

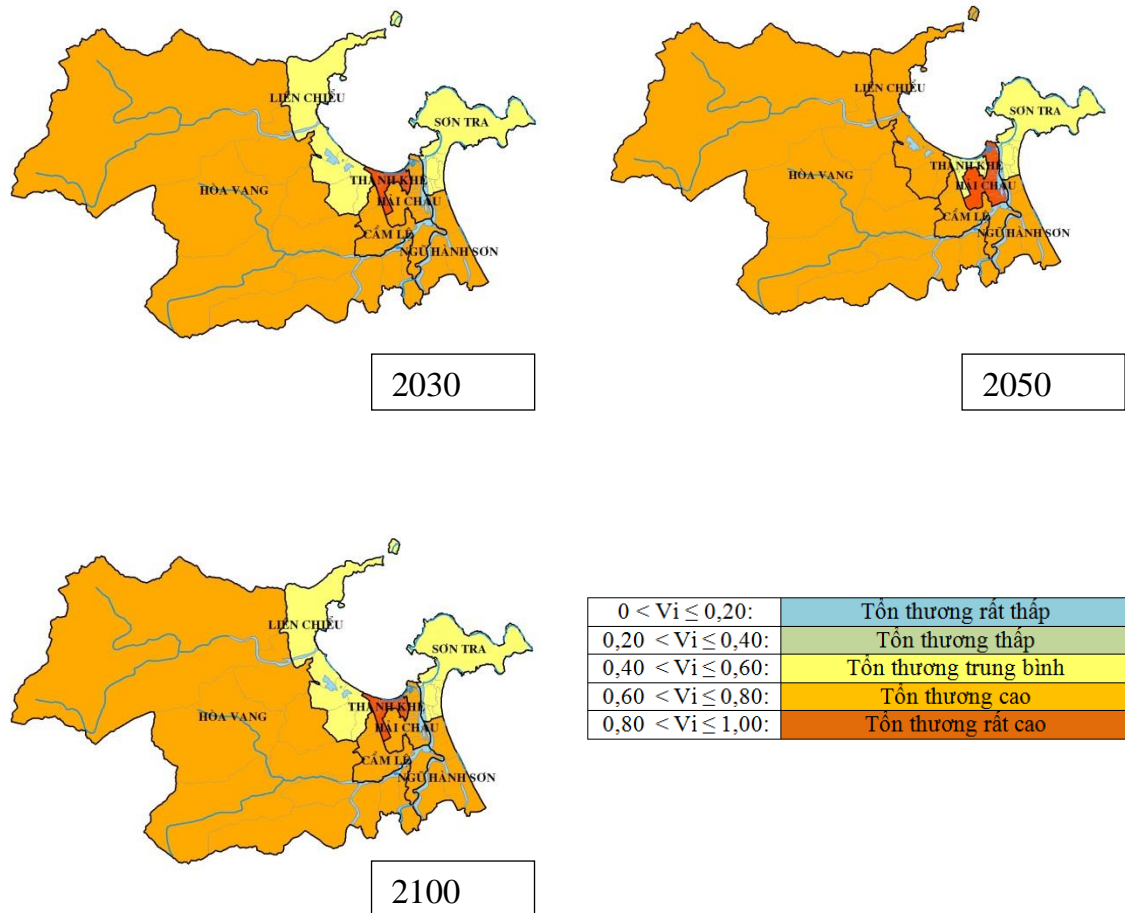
Bảng 3.29. Chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực giao thông & đô thị qua các giai đoạn

Giai đoạn	Chỉ số	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Nền	<i>E</i>	1,584	1,622	1,508	1,545	1,507	1,627	0,996
	<i>S</i>	0,416	0,553	0,419	0,408	0,481	0,523	0,338
	<i>A</i>	0,463	0,604	0,416	0,693	0,402	0,616	0,680
	<i>V</i>	0,634	0,754	0,607	0,694	0,635	0,744	0,558
	<i>Mức độ</i>	C	C	C	C	C	C	TB
2020	<i>E</i>	1,778	2,039	1,399	1,616	1,623	1,655	0,770
	<i>S</i>	0,525	0,781	0,375	0,473	0,536	0,538	0,189
	<i>A</i>	0,370	0,303	0,000	0,486	0,229	0,313	1,000
	<i>V</i>	0,760	0,925	0,496	0,732	0,691	0,723	0,550
	<i>Mức độ</i>	C	RC	TB	C	C	C	TB
2030	<i>E</i>	1,674	2,030	1,385	1,477	1,369	1,576	1,721
	<i>S</i>	0,478	0,781	0,371	0,413	0,414	0,503	0,508
	<i>A</i>	0,368	0,311	0,000	0,479	0,224	0,320	0,361
	<i>V</i>	0,721	0,906	0,476	0,688	0,571	0,691	0,767
	<i>Mức độ</i>	C	RC	TB	C	TB	C	C
2050	<i>E</i>	1,970	1,388	1,558	1,341	1,542	0,974	1,728
	<i>S</i>	0,759	0,364	0,434	0,406	0,494	0,297	0,509
	<i>A</i>	0,307	0,000	0,489	0,222	0,293	1,000	0,262
	<i>V</i>	0,943	0,524	0,720	0,589	0,700	0,632	0,745
	<i>Mức độ</i>	RC	TB	C	TB	C	C	C
2100	<i>E</i>	1,714	1,920	1,377	1,616	1,354	1,543	0,874
	<i>S</i>	0,507	0,738	0,334	0,448	0,448	0,527	0,316
	<i>A</i>	0,265	0,246	0,000	0,472	0,220	0,287	1,000
	<i>V</i>	0,723	0,889	0,491	0,719	0,599	0,700	0,606
	<i>Mức độ</i>	C	RC	TB	C	TB	C	C



Hình 3.26. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương trong lĩnh vực giao thông & đô thị trong các giai đoạn tại Đà Nẵng





Hình 3.27. Bản đồ tổn thương trong lĩnh vực giao thông và đô thị trong các giai đoạn

Từ kết quả tính toán tính dễ bị tổn thương tại Đà Nẵng trong lĩnh vực giao thông và đô thị có thể thấy, giá trị tổn thương trong khoảng 0,4 - 0,95, đa phần ở mức dễ bị tổn thương cao. Điều này được giải thích bởi có nhiều diện tích giao thông ngập lụt dưới tác động của BĐKH.

Trong các quận huyện, quận Thanh Khê có chỉ số dễ bị tổn thương rất cao ở nhiều giai đoạn, đây cũng là quận có nhiều diện tích giao thông bị ngập lụt so với các quận còn lại. Đứng thứ 2 là quận Hải Châu, các chỉ số dễ bị tổn thương ở các giai đoạn nằm ở mức cao và rất cao (năm 2050 là 0,943). Vậy, đây 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.

Tuy nhiên, các quận huyện khác của thành phố cũng có chỉ số dễ bị tổn thương ở mức cao, cũng cần được quan tâm thực hiện những biện pháp thích ứng kịp thời và giảm thiểu nguy cơ tổn thương do BĐKH.

3.3.4 Bộ chỉ số tổn dễ bị thương do BĐKH ở TP Đà Nẵng

3.3.4.1 Bộ chỉ số tổn thương tổng hợp theo các lĩnh vực ở Đà Nẵng

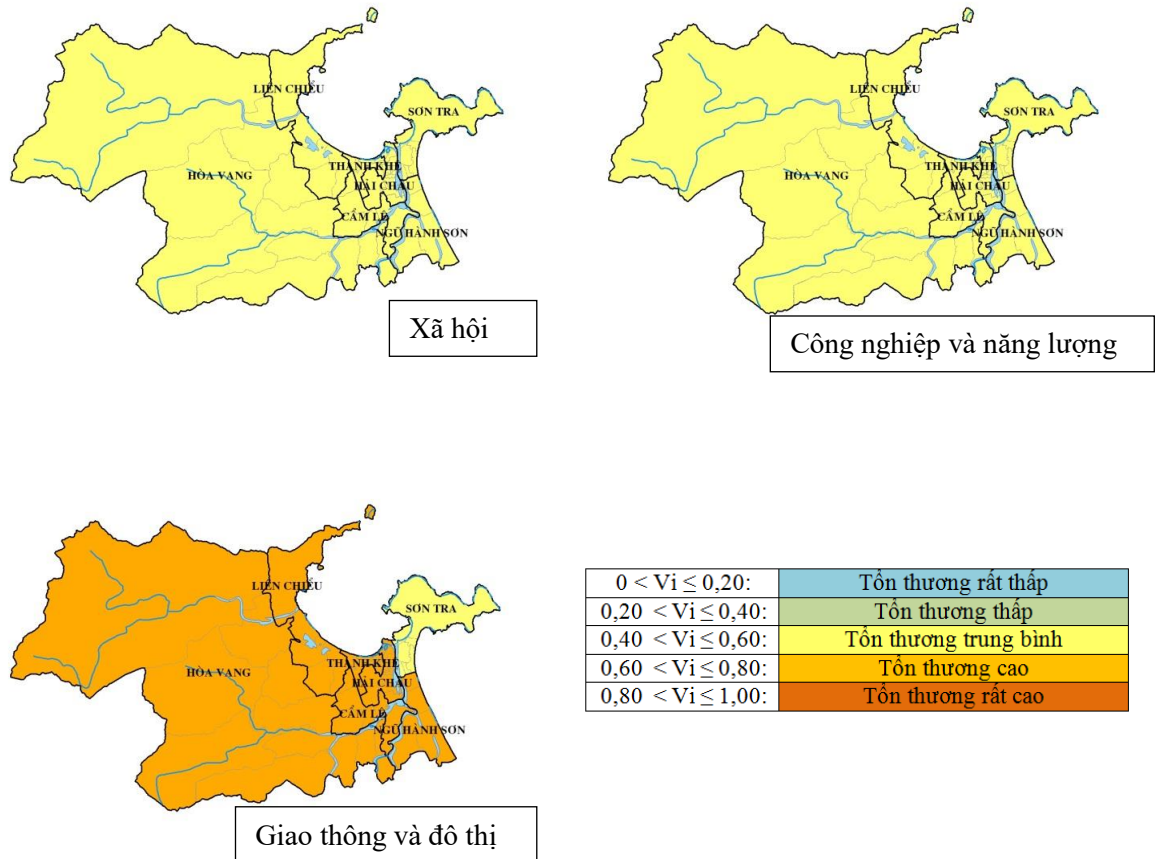
Bộ chỉ số dễ bị tổn thương theo từng lĩnh vực nhằm đánh giá mức độ dễ bị tổn thương theo từng lĩnh vực trong các thời kỳ làm căn cứ đề xuất các giải pháp ứng phó và thích ứng phù hợp với từng lĩnh vực trong thời kỳ dài theo từng đơn vị hành chính cấp quận/huyện. Chỉ số này được tính toán thông qua trung bình số học của chỉ số tổn thương của từng lĩnh vực cho tất cả các thời kỳ. Kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 3.30.

Bảng 3.30. Bảng chỉ số dễ bị tổn thương theo từng lĩnh vực tại TP Đà Nẵng

Lĩnh vực	Quận/huyện	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Xã hội	V	0.501	0.458	0.502	0.537	0.458	0.509	0.502
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
Công nghiệp và năng lượng	V	0.593	0.508	0.521	0.557	0.501	0.496	0.524
	Mức độ	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
Giao thông và đô thị	V	0.756	0.800	0.558	0.684	0.639	0.698	0.645
	Mức độ	C	C	TB	C	C	C	C

Nhìn chung, kết quả tính toán chỉ số tổn dễ bị thương trong các lĩnh vực ở TP Đà Nẵng cho thấy, mức độ dễ bị tổn thương là trung bình, riêng lĩnh vực giao thông và đô thị thì chỉ số dễ bị tổn thương là khá cao ở các quận/ huyện. Các lĩnh vực *xã hội, công nghiệp và năng lượng* chưa bị ảnh hưởng nghiêm trọng và chỉ có sự khác biệt giữa các quận huyện và lĩnh vực như sau: Lĩnh vực *giao thông đô thị* với giá trị lớn nhất ở quận Thanh Khê (gần mức rất cao là 0,8) và quận Hải Châu (0,76), giá trị nhỏ nhất tại quận Sơn Trà (mức trung bình 0,56). Như vậy, trong các quy hoạch kinh tế xã hội cần chú trọng đến vấn đề giao thông và đô thị ở TP Đà Nẵng để kịp

thời ứng phó với các tác động của BĐKH không chỉ trong tương lai mà ngay cả thời điểm hiện tại.



Hình 3.28. Bản đồ chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp theo các lĩnh vực

3.3.4.2 Bộ chỉ số dễ bị tổn thương theo đơn vị hành chính ở Đà Nẵng

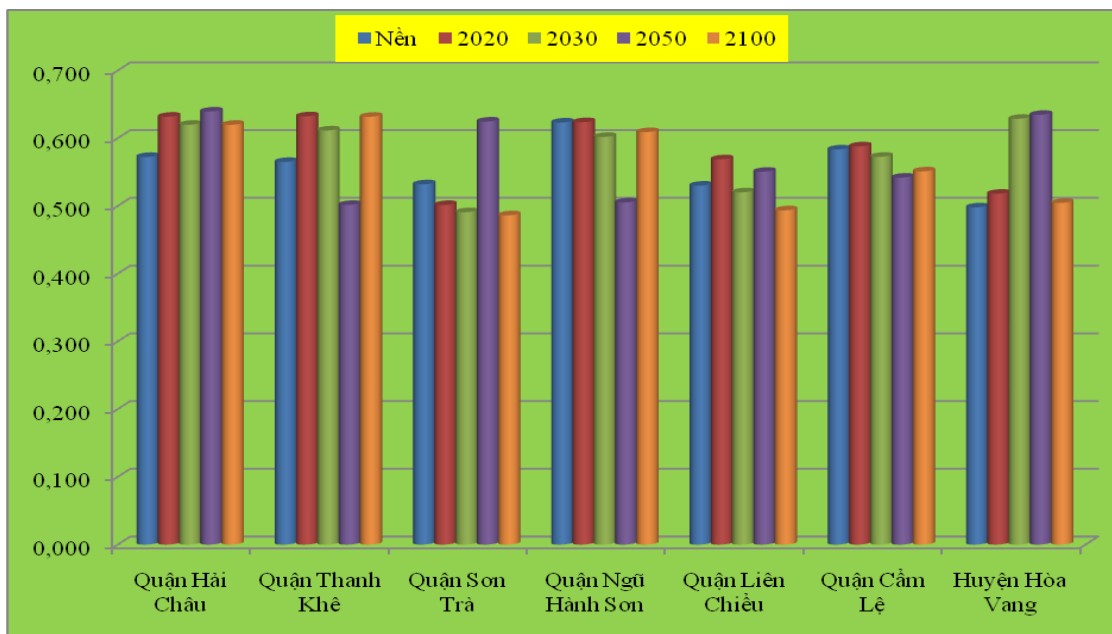
Sau khi tính toán chỉ số tổn thương cho từng lĩnh vực đối với mỗi quận/huyện, chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp được tính dựa trên phương pháp lấy trọng số cho 3 lĩnh vực, để đánh giá một cách tổng thể tính dễ bị tổn thương theo từng huyện. Chỉ số dễ bị tổn thương tổng hợp được xác định bằng trung bình của chỉ số dễ bị tổn thương của các lĩnh vực trong từng đơn vị hành chính (cấp quận/huyện) ứng với các giai đoạn, giúp ích cho công tác quản lý và tập trung các giải pháp ứng phó cho từng đơn vị hành chính cấp huyện của TP Đà Nẵng trong các giai đoạn trước mắt và tương lai. Kết quả được thể hiện trong Bảng 3.31, Hình 3.29,

Hình 3.30:

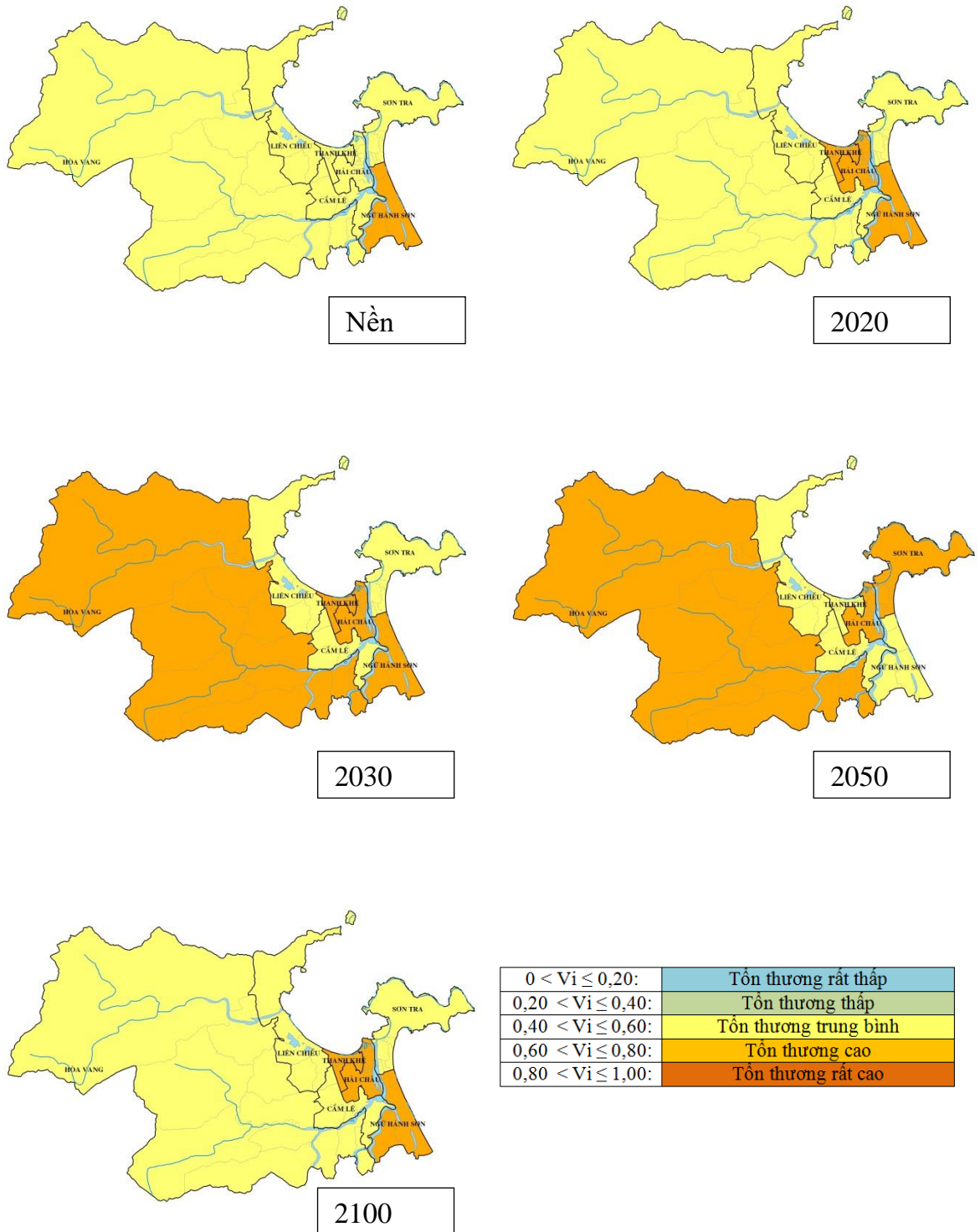
Bảng 3.31. Chỉ số và phân cấp mức dễ bị tổn thương ở Đà Nẵng qua các giai đoạn

Quận	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Nền	0,572	0,565	0,532	0,623	0,530	0,584	0,498
	TB	TB	TB	C	TB	TB	TB
2020	0,632	0,632	0,502	0,624	0,569	0,588	0,518
	C	C	TB	C	TB	TB	TB
2030	0,620	0,612	0,491	0,602	0,520	0,573	0,629
	C	C	TB	C	TB	TB	Cao
2050	0,640	0,502	0,625	0,505	0,551	0,542	0,635
	C	TB	Cao	TB	TB	TB	C
2100	0,620	0,632	0,486	0,609	0,494	0,551	0,505
	C	C	TB	C	TB	TB	TB

Kết quả tính chỉ số dễ bị tổn thương tại các quận\huyện biến đổi không đồng nhất theo thời gian và nằm trong mức trung bình và cao. Trong đó, quận Hải Châu, Thanh Khê, Ngũ Hành Sơn có nhiều chỉ số dễ bị tổn thương ở mức cao; quận Liên Chiểu và Cẩm Lệ có chỉ số dễ bị tổn thương ở các giai đoạn ở mức trung bình. Từ đó có thể thấy, trong tương lai cần tiến hành các giải pháp thích hợp nâng cao khả năng ứng phó cho các quận Hải Châu, Thanh Khê, Ngũ Hành Sơn ở mọi lĩnh vực.



Hình 3.29. Biểu đồ chỉ số dễ bị tổn thương các giai đoạn tại Đà Nẵng



Hình 3.30. Bản đồ tổng hợp chỉ số tổn thương ở 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:

- Trong luận án 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.

- Luận án mới 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 CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

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.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Tiếng Việt

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2012), *Khung chính sách dân tộc thiểu số (EMPF)*, Hà Nội.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), *Khái quát biến đổi khí hậu ở Việt Nam*, Hà Nội.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Xây dựng Khả năng phục hồi: Các chiến lược thích ứng cho sinh kế ven biển chịu nhiều rủi ro nhất do tác động của Biến đổi khí hậu ở miền Trung Việt Nam*, Hà Nội.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường, (2011), Dự án: *Điều tra, đánh giá mức độ tổn thương Tài nguyên - Môi trường, khí tượng thủy văn biển Việt Nam; dự báo thiên tai, ô nhiễm môi trường tại các vùng biển*, Hà Nội
6. Ngân hàng Thế giới (2008), *Thành phố thích ứng với khí hậu: Cẩm nang về giảm nhẹ khả năng bị tổn thương trước thiên tai*, NXB Văn Hoa – Thông tin, Hà Nội.
7. Ngân hàng Thế giới (2008), *Báo cáo Phát triển thế giới: Phát triển và biến đổi khí hậu*, Ngân hàng Thế giới, Wahington, D.C.
8. Ngân hàng thế giới, (2011), *Quy mô xã hội và thích ứng với BĐKH tại Việt Nam*
9. Trần Hữu Hào (2012), *Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương và năng lực thích ứng với biến đổi khí hậu của cộng đồng xã Tây Phong huyện Cao Phong tỉnh Hòa Bình*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
10. Trương Quang Học, Nguyễn Đức Ngữ (2009), *Những điều cần biết về biến đổi khí hậu*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
11. Trương Quang Học (2008b), Tác động của biến đổi khí hậu tới tự nhiên và đời sống xã hội, *Hội thảo “Biến đổi khí hậu và phát triển bền vững ở Việt Nam”* do Ủy ban KH&CN&MT của Quốc hội, Bộ TN&MT, Bộ KH&ĐT, IUCN và SIDA tổ chức, Hà Nội, 6/2008, tr. 30-47.
12. Trương Quang Học (2010), *"Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến đa dạng sinh học của Việt Nam"*, Kỷ yếu Hội nghị Môi trường toàn quốc lần thứ III, Hà Nội, tr.15-22.
13. Trương Quang Học (2012), *“Cơ sở sinh thái học cho phát triển bền vững và ứng phó với biến đổi khí hậu”*, Kỷ yếu Hội thảo Quốc gia “Tăng cường tính chống chịu trước biến đổi khí hậu, Trung tâm nghiên cứu Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội, Tr 3-22.
14. Nguyễn Đức Ngữ (2002), *Tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội*, Báo cáo tổng kết đề tài KH&CN Cấp Nhà nước, Viện khí tượng Thủy văn, Hà Nội.
15. Mai Trọng Nhuận (2004), *Nghiên cứu, đánh giá mức độ bị tổn thương của đới duyên hải Nam Trung Bộ làm cơ sở khoa học để giảm nhẹ tai biến, quy hoạch sử dụng đất bền vững*, Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
16. Mai Trọng Nhuận (2005), *Nghiên cứu các tai biến địa môi trường phục vụ phát triển bền vững một số khu vực trọng điểm đới duyên hải Việt Nam*, Đề tài nghiên cứu cơ bản cấp bộ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
17. Nguyễn Đức Ngữ (2008), *Biến đổi khí hậu*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
18. Nguyễn Đức Ngữ (2009), *Biến đổi khí hậu thách thức đối với sự phát triển*, kỳ 1, Tạp chí Kinh tế môi trường, Số 1/2009.
19. Nguyễn Kim Lợi (2012), *Đánh giá tính dễ bị tổn thương do trượt lở đất ở Việt Nam: Cơ sở nhận thức và phương pháp nghiên cứu đề xuất*, Dự án “Đánh giá tính dễ bị tổn

- thương của các cộng đồng và ý nghĩa của sự hiểu biết về chính sách thích ứng với trượt lở đất liên quan đến lũ lụt ở châu Á”, Trường Đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, thành phố Hồ Chí Minh.
20. Thái Thành Lượm, Đào Mạnh Tiến, Bùi Quang Hạt, Lý Việt Hùng, Lê Văn Đức (2009), “*Đánh giá mức độ tổn thương hệ thống tự nhiên kinh tế - xã hội vùng biển Hà Tiên – vịnh Cây Dương (Kiên Giang)*”, Tạp chí Địa chất (310), tr 32-37.
 21. Nguyễn Văn Thắng và nnk, (2010), *Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội ở Việt Nam*. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10, Hà Nội
 22. Phan Văn Tân và CS, (2010), "*Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*". Báo cáo Tổng kết Đề tài KC08.29/06-10. Bộ Khoa học và Công Nghệ.
 23. Thanh Tân (30 tháng 1 năm 2013).“Du lịch tiếp tục là ngành mũi nhọn năm 2013”. Báo điện tử Đà Nẵng. Truy cập ngày 11 tháng 5 năm 2013.
 24. Tổng cục Thống kê Đà Nẵng (2012), *Niên giám thống kê TP Đà Nẵng*, NXB Thống kê, Hà Nội
 25. Tô Ngọc Thúy và cs (2010), “*Nghiên cứu việc quản lý rủi ro và phân tích rủi ro*”, Hội thảo khoa học Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường lần thứ 12, tr. 87-95.
 26. Văn phòng BCH PCLB và TKCN thành phố Đà Nẵng (2013), Báo cáo về công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn năm, Đà Nẵng
 27. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2006), *Lợi ích của thích nghi với BĐKH từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ, đồng bộ với phát triển nông thôn*”. Hợp tác giữa Viện KH KTTVMT và DANIDA
 28. Võ Hồng Tú và cs (2012), “*Tính tổn thương sinh kế nông hộ bị ảnh hưởng lũ tại tỉnh An Giang và các giải pháp ứng phó*”, Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ (22b), tr 294-303.
 29. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2007), *Nghiên cứu BĐKH ở Đông Nam Á và đánh giá tác động, tổn hại và biện pháp thích ứng*. Hợp tác giữa Viện KH KTTVMT với SEA START RC.
 30. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2008), Dự án “*Nghiên cứu tác động của BĐKH ở lưu vực sông Hương và chính sách thích nghi ở huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế*”, Viện KTTVMT thực hiện với sự tài trợ của Chương trình hỗ trợ nghiên cứu khí hậu Hà Lan (NCAP).
 31. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), “*Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam*”, NXB Khoa học và Kỹ Thuật, Hà Nội
 32. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Tác động của nước biển dâng và các biện pháp thích ứng ở Việt Nam*. Báo cáo tổng kết dự án hợp tác giữa Viện KH KTTVMT và DANIDA, Hà Nội
 33. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng*. Báo cáo tổng kết dự án hợp tác giữa Viện KH KTTVMT và DANIDA, Hà Nội
 34. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2011a), *Tài liệu hướng dẫn Đánh giá tác động của Biến đổi Khí hậu và Xác định các giải pháp thích ứng*, NXB Tài Nguyên – Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội

35. UBND TP Đà Nẵng (2012), Đề án “Giải quyết việc làm cho người lao động trên địa bàn thành phố Đà Nẵng giai đoạn 2012 – 2015”, Đà Nẵng.
36. UBND TP Đà Nẵng (2011), *Quy hoạch tổng thể phát triển KT – XH thành phố Đà Nẵng đến năm 2020*, Đà Nẵng.
37. UBND TP Đà Nẵng (2012), *Kế hoạch ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng thành phố Đà Nẵng đến năm 2020*.
38. UBND TP Đà Nẵng (2010), *Quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020, kế hoạch sử dụng đất 5 năm kỳ đầu 2011 – 2015*,
39. Webservice của Tổng cục thống kê. <https://www.gso.gov.vn/>

II. Tiếng Anh

40. ACCCRN (2009), *Hazard, Capacity & Vulnerability Assessment*.
41. ADB (2011), *Socialist Republic of Vietnam: climate change impact and adaptation study in the Mekong Delta*, VietNam & Australia
42. Adger, N. (1999), *Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam*, *World Development*, 27(2), pp. 249-269.
43. Alistair Hunt, And Paul Watkiss University of Bath, United Kingdom (2007), *Literature review on climate change impacts on urban city centres: initial findings*.
44. Anderson, M.B and Woodrow, P.J (1989/1998), *Rising from the ashes. Development, Strategies in times of Disaster*. London: Intermediate Technology Publications (1998 edition).
45. AllanConsultingGroup (2005), *Climate Change Risk and Vulnerability*.
46. Beckman, M., and et al. (2002), *Living with the Flood: Coping and Adaptation Strategies of Households and Local Institutions in Central Vietnam*, SEI/REPSI Report Series No. 5, Stockholm Environment Institute, Stockholm.
47. Blaikie, P., T.Cannon, I.David and B.Wisner (1994), *At Risk: Natural Hazards People’s Vulnerability and Disasters*, Routledge, London.
48. Dazé, A., Ambrose, K., & Ehrhart, C. (2009), *Climate Vulnerability and Capacity Analysis, (Handbook)*. London: CARE International.
49. Divya Mohan; Shirish Sinha (2010), *Vulnerability assessment of people, livelihoods and ecosystems in the Ganga Basin*, *Vulnerability assessment of people, livelihoods and ecosystems in the Ganga Basin 2010* pp. 12 pp.
50. Dolan, A.H., and I.J.Walker (2003), *Understanding Vulnerability of Coastal Communities to Climate Change Related Risks*, *Journal of Coastal Research*, SI 39: 0749 – 0208.
51. Confalonieri & nkk, (2007), *Human health*, Cambridge University Press, 431
52. IPCC (2001), Third Assessment Report. Annex B. Glossaries
53. IPCC 2007a, Climate change (2007): Synthesis report. *The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL.eds. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
54. Katharine Vincent (2004), *Creating an Index of Social Vulnerability to Climate Change for Africa Tyndall*, Centre for Climate change Research Working Paper 56.
55. Kwasi Appeaning Addo, Loyd Larbi, Barnabas Amisigo, and Patrick Kwabena Ofori-Danson (2011), *Impacts of Coastal Inundation Due to Climate Change in a CLUSTER of Urban Coastal Communities in Ghana, West Africa*, *Remote Sens* 2011, 3, 2029-2050

56. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2010), *Adapting to Climate Change: A Planning Guide for State Coastal Managers*, NOAA Office of Ocean and Coastal Resource Management.
57. Ngo Viet Hung (2013), “*Da Nang CDS addressing climate change within urban planning system in Vietnam: innovations and challenges*”, ICLEI.
58. Ng W-S, Mendelsohn R (2005) *The impact of sea level rise on Singapore*. Environ Dev Econ 10:201–215
59. NS. Iyengar and P.Sudarshan (1982), *A Method of Classifying Regions from Multivariate Data*, Economic and Political weekly, Special Article pp. 2047 – 2054.
60. NYC DEP (2008). *Assessment and Action Plan: A Report Based on the Ongoing Work of the DEP Climate Change Task Force*, New York City Department of Environmental Protection Climate Change Program.
61. Marshall, N. A., Marshall, P. A., Tamelander, J., Obura, D., Malleret-King, D., & Cinner, J. E.(2009), *A Framework for Social Adaptation to Climate Change: Sustaining Tropical Coastal Communities and Industries*. Gland, Switzerland: IUCN.
62. Mohamed Saidul Islam, et al (2012), *Using geospatial techniques to assess the salinity impact on agricultural land use: a study on shyamnagar upazila, satkhira*, Journal of agriculture and environment for international development – jaeid 2012, 106 (2): 157-169
63. McGranahan, Gordon and Cecilia Tacoli (2006), “*Rural—urban migration, urban poverty and urban environmental pressures in China*”, Contribution to the China Council Task Force on Sustainable Urbanization Strategies, International Institute for Environment and Development (IIED), London .
64. Michael Bredemeier (2011) *Forest Management and the Water Cycle An Ecosystem-Based Approach*, Ecological Studies, 212
65. McMichael & nkk, (2012) *Health risks, Present and future, from global climate change*, BMJ
66. Moss R.H., A.L.Brenkert and E.L.Malone (2001), *Vulnerability to Climate Change: A Quantitative Approach*, Dept.of Energy, US.
67. London Climate Change Partnership (LCCP) (2002), *A Climate change impacts in London evaluation study*. Final Technical Report. Entec Ltd., 293 p.
68. London Climate Change Partnership (LCCP) (2002), *Adapting to climate change: Lessons for London*. Greater London Authority, London, 161 p.
69. Luttrell, C. (2001), *An Institutional Approach to Livelihood Resilience in Vietnam*, Ph.D. Thesis, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich.
70. OECD (2004) The benefits of climate change policies: analytical and framework issues. In: Corfee-Morlot J, Agrawala S (eds) OECD, Paris
71. Olesen, J.E., Trnka, M., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J. & Micale, F (2011), Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. European Journal of Agronomy, 34: 96–112.
72. Panray, K. B., Noyensing, G., & Reddi, K. M. (2009), *Vulnerability Assessment as a Tool to Build Resilience among the Coastal Community of Mauritius*. In R. D. Van den Berg & O. Feinstein (Eds.), *Evaluating Climate Change and Development* (pp. 361 - 378). Washington D.C.: World Bank.

73. Peter Chaudhry and Greet Ruyschaert (2007) *Climate change and human development in Viet Nam*, Human Development Report Office OCCASIONAL PAPER
74. Preston.B.L. and R.N.Jones (2006). *Climate Change Impacts on Australia and the Benefits of Early Action to Reduce Global Greenhouse Gas Emissions*. A consultancy report for the Australian Business Roundtable on Climate Change. CSIRO. Canberra, Australian Capital Territory
75. Pasteur, K. (2010), *Integrating approaches: Sustainable livelihoods, disaster risk reduction and climate change adaptation (Policy Briefing)*. Rugby: Practical Action.
76. Peltonen-Sainio et al, (2010), Crop production in a northern climate, Pirjo Peltonen-Sainio, MTT Agrifood Research Finland, Plant Production, Jokioinen, Finland.
77. Phong Tran, Tran Tuan Anh, Tran Huu Tuan (2013), “*The Economics of Alternative Development Pathways: Preliminary Scenarios, Case Study Da Nang, Vietnam*”.
78. Rosenzweig.C.; Solecki. W.D.; Parshall. L.; Chopping. M.; Pope. G.; Golberg.R (2005), *Characterizing the urban heat island in current and future climates in New Jersey*. Environmental Hazards, 6 (1); 51-62
79. Rosenzweig.C. S.Garin, and L.Pashall (2006), *Green Roofs in the New York Metropolitan Region*. Columbia University Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies. New York. 59p
80. Roger Few và nnk (2006), *Public participation and climate change adaptation*, Tyndall Centre for Climate Change Research
81. Simpson et al., (2011), Climate change, Georgia State University College of Law
82. Santiago Olmos (2001), *Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Concepts, Issues, Assessment Methods*, Climate Change Knowledge Network.
83. S.J.Lindleya, J. F. Handleya, N.Theuraya, E.Peeta & D.Mcevoaya, (2006), *Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment: Assessing Climate Change Related Risk in UK Urban Areas*
84. Toms G. et al (1996), *Vietnam coastal zone vulnerability assessment*, Vietnam VA Project - Final Report, pp. 11-13.
85. Van den Berg, R. D., & Feinstein, O. (Eds.). (2009), *Evaluating Climate Change and Development*. Washington D.C.: World Bank.
86. UNDP (2007/2008), *Climate Change and Human Development: Vietnam*, Human Development Report.
87. United Nations (2006). *Population Newsletter world urbanization prospects: the 2005 revision*. Number 81 June 2006.
88. William D. Nordhaus (2006), *The "Stern Review" on the Economics of Climate Change*
89. World Bank (2011), *Vietnam: Vulnerability, Risk Reduction, and Adaptation to Climate Change*.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. So sánh cách đánh giá tính dễ bị tổn thương của các tổ chức khác nhau

TT	Các nghiên cứu	Tổ chức thực hiện	Tổn thương	Phơi lộ (Exposure)				Nhạy cảm (Sensitivity)				Khả năng thích ứng (Adaptive Capacity)			
			Đễ bị tổn thương theo hàm số của tiếp xúc với thay đổi, nhạy cảm với các tác động, và khả năng thích ứng	Xu hướng khí hậu hiện nay	Các hiện tượng khí hậu gây ra	Dự tính khí hậu	Dựa vào cộng đồng và các dữ liệu khoa học	Xu hướng thiên tai hiện tại	Tác động sinh lý	Tác động sinh kế	Ưu tiên thiên tai	Chiến lược ứng phó	Tài sản sinh kế	Xây dựng nhận thức cộng đồng, kiến thức và thông tin về BĐKH	Năng cao năng lực lập kế hoạch và ảnh hưởng đến sự thay đổi sinh lý
1	Khung thích ứng xã hội do biến đổi khí hậu	IUCN	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Đễ bị tổn thương khí hậu và phân tích năng lực	Care International		x		x	x							o	x
3	CV & A- Hướng dẫn dễ bị tổn thương cộng đồng, đánh giá thích ứng và hành động	SPREP & CIDA	x	x	x	x	x	x						x	
4	Đễ bị tổn thương đến ứng phó	Practical Action		x	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	o
5	Công cụ và kỹ thuật tham gia đánh giá tác động của BĐKH và khám phá lựa chọn thích ứng	LFP and Ukaid		o		o	x							o	o
6	Đánh giá tổn thương dưới góc độ công cụ để xây dựng khả năng phục hồi	World Bank													
7	Lồng ghép vấn đề thích ứng với biến đổi khí hậu trong Quản lý dự án nông nghiệp và tài nguyên thiên nhiên	World Bank		x	x		o				x			x	
8	Phát triển và Biến đổi khí hậu: Khung chiến lược về nhóm công cụ thích ứng của WB	World Bank												x	
9	Công cụ thích ứng: Lồng ghép thích ứng với biến đổi khí hậu vào sinh kế an toàn	Christian Aid			x		x			x		x		o	
10	Thích ứng dựa vào cộng đồng do BĐKH	IIED		x	x					x				x	x
11	CEDRA (Biến đổi khí hậu và nguy cơ suy thoái môi trường và đánh giá thích ứng)	Tearfund			x					x		x			x
12	CRiSTAL (Community-based Risk Screening Tool - Adaptation and Livelihoods)	IISD, with IUCN, SEI, & IC													

Phụ lục 2: So sánh giữa các hướng dẫn cho đánh giá tổn thương của các tổ chức

Các thành phần tổn thương	TT	Thành phần hướng dẫn sử dụng trong công cụ	Tổ chức thực hiện					
			Care	LFP and Ukaid	SPREP & CIDA	IIED	DFID-SLF	UNDP APF
Phối lộ (Exposure)	1	Mùa trong năm	x					
	2	Dòng thời gian	x					
	3	Mùa mưa				x		
Nhạy cảm/tác động (Sensitivity/impact)	4	Mô hình tinh thần				x		
	5	Bản đồ thiệt hại	x	x				
	6	Phân tích xu hướng thiệt hại		x				
	7	Xếp hạng thảm họa		x				
	8	Chuỗi tác động thiệt hại		x	x			
	9	Mật cắt chung						
	10	Tác động của thiên tai tới ma trận sinh kế		x				
	11	Kịch bản phát triển				x		
	12	Tác động chéo						x
	Khả năng thích ứng (Adaptive Capacity)	13	Bản đồ xã hội					x
14		Bản đồ tài nguyên		x			x	
15		Đánh giá tổn thương nguồn sinh kế		x				
16		Đánh giá tài sản sinh kế		x				
17		Ma trận tổn thương	x	x	x			
18		Biểu đồ Venn	x				x	
19		Đánh giá chiến lược ứng phó		x				
20		Hiệu quả của chiến lược ứng phó		x				
21		Bản đồ cộng đồng				x		
22		Xếp hạng ưu tiên					x	
23		Xếp hạng tài sản					x	
Tổn thương hiện tại (Present Vulnerability)	24	Tinh thần						x
	25	Danh sách kiểm tra / nhiều thuộc tính						x
	26	Kinh nghiệm chuyên gia						x
	27	Tập trung nhóm						x
	28	Chỉ số/bản đồ						x
	29	Sơ đồ ảnh hưởng/công cụ làm bản đồ						x
	30	Ý kiến nhiều bên						x
	31	Dạng tổn thương						x
	32	Xếp hạng phân tích / thống trị / cặp so sánh						x

Phụ lục 3. Kết quả tính mực nước lũ từ 31/10 - 11/11/1999 và vết lũ điều tra

TT	Vết lũ			Tính toán mô phỏng	
	Tên	Cao độ(m)	Vị trí	$H_{max}(m)$	Vị trí trong sơ đồ
1	VL2	9,094	UBND xã Điện Quang	9,113	Bà Rén 1875
2	VL3	8,183	Điện Thọ - Điện Bàn	8,103	Thu Bồn 34975
3	VL4	9,142	Điện Quang - Điện Bàn	9,212	Bà Rén 937
4	VL6	7,839	Điện Phước - Điện Bàn	7,829	Thu Bồn 36525
5	VL8	9,008	Điện Tiến - Điện Bàn	8,722	Vu Gia 46140
6	VL9	8,611	Điện Thọ - Điện Bàn	8,610	Bàu Câu 500
7	VL10	7,096	UBND xã Điện Hòa	7,096	Bàu Câu 4190
8	VL12	6,481	Trường TH xã Điện Nam	6,307	Vĩnh Điện 3485
9	VL13	7,767	Điện Phước - Điện Bàn	7,767	Thu Bồn 36525
10	VL14	6,64	UBND xã Điện An	6,406	Vđiện – Tbồn 602
11	VL16	6,537	UBND TT Vĩnh Điện	6,823	Vĩnh Điện 4350
12	VL17	5,756	UBND Điện Phương	5,664	Thu Bồn 46500
13	VL19	4,883	PĐP- Hội An	4,905	Thu Bồn 50505
14	VL21	3,482	Cầm Châu - Hội An	3,487	Hội An 1956
15	VL 23	3,155	Thôn 3 Cầm Kim - Hội An	3,187	Hội An 2920
16	VL 24	2,053	Cầm Thanh - Hội An	2,137	Thu Bồn 57830

Phụ lục 4. Số ngày có nhiệt độ $T_x \geq 35^{\circ}\text{C}$, $T_x \geq 37^{\circ}\text{C}$, $T_m \leq 20^{\circ}\text{C}$, $T_m \leq 15^{\circ}\text{C}$ tại trạm Đà Nẵng trong giai đoạn 1976-2010

Năm	$T_x \geq 35^{\circ}\text{C}$	$T_x \geq 37^{\circ}\text{C}$	$T_m \leq 20^{\circ}\text{C}$	$T_m \leq 15^{\circ}\text{C}$	Năm	$T_x \geq 35^{\circ}\text{C}$	$T_x \geq 37^{\circ}\text{C}$	$T_m \leq 20^{\circ}\text{C}$	$T_m \leq 15^{\circ}\text{C}$
1976	47	19	85	4	1994	43	11	45	2
1977	56	29	98	6	1995	44	12	53	1
1978	39	1	66	2	1996	44	10	79	5
1979	43	13	66	0	1997	49	15	59	1
1980	38	6	54	0	1998	64	31	29	0
1981	42	8	61	1	1999	35	5	58	6
1982	55	7	67	8	2000	31	4	54	0
1983	59	31	68	2	2001	42	6	50	1
1984	34	5	85	3	2002	48	10	46	0
1985	48	10	66	0	2003	48	9	60	0
1986	37	7	70	4	2004	34	5	64	3
1987	53	17	61	0	2005	52	23	50	4
1988	67	25	55	0	2006	41	13	37	0
1989	23	3	70	0	2007	45	18	39	3
1990	53	11	46	0	2008	40	10	82	0
1991	34	2	44	0	2009	43	7	58	1
1992	39	14	62	3	2010	49	16	29	0
1993	55	7	73	4					

Phụ lục 5. Tỷ lệ % chiều dài các đường bị ngập ứng với thời kỳ 2020

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ 2020						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 15	Cấp 1						0,00	
	Cấp 2						9,93	
	Cấp 3						50,81	
Đường 17	Cấp 1	1,16	9,53	0,00	0,00	2,62	4,22	0,00
	Cấp 2	2,03	13,23	0,00	0,00	4,62	5,98	0,80
	Cấp 3	94,92	55,67	40,57	72,22	37,28	24,39	58,39
Đường 21	Cấp 1				1,90	4,38	0,00	1,11
	Cấp 2				3,55	4,52	0,00	1,81
	Cấp 3			22,01	87,00	30,10	0,00	61,20
Đường 30	Cấp 1							
	Cấp 2				15,12			
	Cấp 3				84,88			
Đường 31	Cấp 1							
	Cấp 2							
	Cấp 3					17,99		
Đường 1	Cấp 1					0,83	2,32	
	Cấp 2		4,10			4,88	6,19	
	Cấp 3		95,90			49,20	81,83	97,69
Đường 14B	Cấp 1						0,57	0,26
	Cấp 2			0,17			1,63	0,54
	Cấp 3	100,00		73,93	100,00		41,39	76,69
Đường 23	Cấp 1			0,72	0,58	0,59	1,33	0,57
	Cấp 2			1,11	2,10	1,77	2,10	0,62
	Cấp 3	100,00		39,15	94,69	45,41	57,30	
Đường 24	Cấp 1				0,00	0,58	0,34	0,83
	Cấp 2				0,00	0,41	0,67	1,55
	Cấp 3	100,00	100,00	100,00	89,36	51,02	57,78	54,27
Đường 25	Cấp 1			12,82	2,67	0,47	1,09	0,14
	Cấp 2			26,79	1,11	1,26	4,65	0,34
	Cấp 3		100,00	42,61	92,82	51,27	80,92	14,51
Đường 601	Cấp 1							0,02
	Cấp 2							0,37
	Cấp 3							9,58
Đường 602	Cấp 1					0,88		0,18
	Cấp 2					0,82		0,24
	Cấp 3					36,63		9,49
Đường 603	Cấp 1			0,00	2,45			
	Cấp 2			0,00	7,67			
	Cấp 3			100,00	62,49			42,20
Đường 604	Cấp 1							0,26
	Cấp 2							0,30
	Cấp 3							21,03
Đường 605	Cấp 1							3,21
	Cấp 2							5,33
	Cấp 3							82,02
Đường sắt	Cấp 1		0,00			1,88	1,75	5,81
	Cấp 2		0,00			3,52	6,70	5,62
	Cấp 3		100,00			51,61	80,39	81,23
Đường phố	Cấp 1	9,19	0,26	1,59	4,22	2,92		
	Cấp 2	9,12	4,71	4,00	3,97	8,60		
	Cấp 3	68,54	94,08	82,60	84,74	52,94		

Phụ lục 6. Tỷ lệ % chiều dài các đường bị ngập ứng với thời kỳ 2030

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ 2030						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 15	Cấp 1						0,00	
	Cấp 2						9,93	
	Cấp 3						50,81	
Đường 17	Cấp 1	0,84	10,15	0,00	0,00	2,41	5,16	0,00
	Cấp 2	2,17	12,94	0,00	0,00	4,59	5,86	0,80
	Cấp 3	95,10	55,87	40,90	72,22	37,13	24,51	58,39
Đường 21	Cấp 1				2,22	4,38	0,00	1,11
	Cấp 2				3,75	4,52	0,00	1,82
	Cấp 3			22,01	86,80	30,10	0,00	61,31
Đường 30	Cấp 1							
	Cấp 2				15,12			
	Cấp 3				84,88			
Đường 31	Cấp 1							
	Cấp 2							
	Cấp 3					17,99		
Đường 1	Cấp 1					0,59	2,32	
	Cấp 2		4,08			5,09	6,08	
	Cấp 3		95,92			49,19	81,93	97,69
Đường 14B	Cấp 1			0,02			1,17	0,26
	Cấp 2			0,83			1,66	0,82
	Cấp 3	100,00		73,88	100,00		41,48	76,79
Đường 23	Cấp 1			0,79	0,50	0,76	1,54	0,50
	Cấp 2			0,96	2,46	1,76	1,42	0,66
	Cấp 3	100,00		39,29	94,32	45,41	57,96	32,35
Đường 24	Cấp 1				0,64	0,58	0,34	0,84
	Cấp 2				1,40	0,41	0,67	1,54
	Cấp 3	100,00	100,00	100,00	89,55	51,02	57,78	54,39
Đường 25	Cấp 1			4,93	2,13	0,47	1,09	0,14
	Cấp 2			32,61	1,65	1,58	4,63	0,33
	Cấp 3		100,00	43,50	92,82	50,95	80,94	14,52
Đường 601	Cấp 1							0,02
	Cấp 2							0,29
	Cấp 3							9,66
Đường 602	Cấp 1					0,88		0,18
	Cấp 2					0,82		0,24
	Cấp 3					36,63		9,49
Đường 603	Cấp 1			0,00	2,45			
	Cấp 2			0,00	7,49			
	Cấp 3			100,00	62,67			42,20
Đường 604	Cấp 1							0,26
	Cấp 2							0,30
	Cấp 3							21,03
Đường 605	Cấp 1							3,21
	Cấp 2							10,55
	Cấp 3							76,80
Đường sắt	Cấp 1		0,00			1,95	1,75	5,81
	Cấp 2		0,00			3,47	6,50	9,84
	Cấp 3		100,00			51,77	80,59	77,01
Đường phố	Cấp 1	8,47	0,19	1,29	4,93	1,91		
	Cấp 2	9,44	4,30	4,36	3,75	8,12		
	Cấp 3	69,21	94,55	82,71	84,63	52,75		

Phụ lục 7. Tỷ lệ % chiều dài các đường bị ngập ứng với thời kỳ 2050

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ 2050						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 15	Cấp 1						0,00	
	Cấp 2						9,93	
	Cấp 3						50,81	
Đường 17	Cấp 1	0,78	11,70	0,00	0,00	2,70	5,30	0,00
	Cấp 2	2,06	11,49	0,00	0,00	3,21	6,11	0,80
	Cấp 3	95,37	57,97	41,22	72,26	38,57	24,71	58,39
Đường 21	Cấp 1				2,93	3,31	0,00	1,08
	Cấp 2				3,78	6,14	0,00	1,76
	Cấp 3			22,01	87,31	30,20	0,00	61,44
Đường 30	Cấp 1							
	Cấp 2				15,12			
	Cấp 3				84,88			
Đường 31	Cấp 1							
	Cấp 2							
	Cấp 3					17,99		
Đường 1	Cấp 1					0,61	2,32	
	Cấp 2		2,88			3,97	3,71	
	Cấp 3		97,12			50,55	84,31	97,69
Đường 14B	Cấp 1			0,02			1,27	0,26
	Cấp 2			0,17			1,83	0,82
	Cấp 3	100,00		74,14	100,00		41,26	76,79
Đường 23	Cấp 1			0,81	0,58	0,57	1,49	0,47
	Cấp 2			0,71	1,72	1,35	1,38	0,65
	Cấp 3	100,00		39,51	95,17	46,03	58,12	32,47
Đường 24	Cấp 1				0,42	0,24	0,41	0,86
	Cấp 2				1,22	0,57	0,68	1,44
	Cấp 3	100,00	100,00	100,00	89,94	51,19	57,81	54,64
Đường 25	Cấp 1			6,85	0,58	0,23	1,09	0,09
	Cấp 2			37,38	3,20	1,43	4,53	0,37
	Cấp 3		100,00	41,73	93,00	51,33	81,04	14,57
Đường 601	Cấp 1							0,02
	Cấp 2							0,15
	Cấp 3							9,80
Đường 602	Cấp 1					1,27		0,34
	Cấp 2					0,82		0,24
	Cấp 3					36,69		9,49
Đường 603	Cấp 1			0,00	2,29			
	Cấp 2			0,00	5,11			
	Cấp 3			100,00	65,08			42,20
Đường 604	Cấp 1							0,26
	Cấp 2							0,30
	Cấp 3							21,16
Đường 605	Cấp 1							2,09
	Cấp 2							11,68
	Cấp 3							76,80
Đường sắt	Cấp 1		0,00			1,89	1,32	5,69
	Cấp 2		0,00			1,33	4,43	9,96
	Cấp 3		100,00			53,97	83,09	77,01
Đường phố	Cấp 1	5,99	0,09	1,31	4,58	2,25		
	Cấp 2	11,97	2,29	3,00	3,98	8,30		
	Cấp 3	71,15	96,65	84,16	84,73	52,56		

Phụ lục 8. Tỷ lệ % chiều dài các đường bị ngập ứng với thời kỳ 2070

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ 2070						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 15	Cấp 1						0,00	
	Cấp 2						9,93	
	Cấp 3						50,81	
Đường 17	Cấp 1	0,64	15,12	0,00	0,00	2,28	4,61	0,00
	Cấp 2	1,69	12,44	0,00	0,00	3,18	7,10	0,80
	Cấp 3	96,05	57,97	41,97	72,81	39,29	25,64	58,39
Đường 21	Cấp 1				4,48	3,74	0,00	1,07
	Cấp 2				2,60	4,40	0,00	1,62
	Cấp 3			22,01	88,74	32,33	0,00	61,65
Đường 30	Cấp 1							
	Cấp 2				12,67			
	Cấp 3				87,33			
Đường 31	Cấp 1							
	Cấp 2							
	Cấp 3					17,99		
Đường 1	Cấp 1					1,13	1,90	
	Cấp 2		1,55			4,13	1,15	
	Cấp 3		98,45			50,46	87,25	97,69
Đường 14B	Cấp 1			0,02			6,07	0,26
	Cấp 2						1,85	0,82
	Cấp 3	100,00		74,54	100,00		41,33	76,79
Đường 23	Cấp 1			0,19	0,27	0,76	1,66	0,40
	Cấp 2			1,58	1,84	1,07	1,59	0,75
	Cấp 3	100,00		39,46	95,44	46,31	58,20	32,53
Đường 24	Cấp 1				0,73	0,34	0,34	0,91
	Cấp 2				0,99	0,40	0,83	1,61
	Cấp 3	100,00	100,00	100,00	90,15	51,83	57,87	54,74
Đường 25	Cấp 1			5,78	0,58	0,25	0,02	0,09
	Cấp 2			34,86	2,89	1,43	4,57	0,36
	Cấp 3		100,00	47,59	93,31	51,33	81,52	14,56
Đường 601	Cấp 1							0,10
	Cấp 2							0,15
	Cấp 3							9,80
Đường 602	Cấp 1					2,10		0,34
	Cấp 2					0,82		0,24
	Cấp 3					36,69		9,49
Đường 603	Cấp 1			0,00	2,16			
	Cấp 2			0,00	5,11			
	Cấp 3			100,00	65,72			42,20
Đường 604	Cấp 1							0,26
	Cấp 2							0,28
	Cấp 3							21,18
Đường 605	Cấp 1							1,32
	Cấp 2							6,97
	Cấp 3							82,27
Đường sắt	Cấp 1		0,00			1,28	0,88	4,57
	Cấp 2		0,00			1,92	3,93	6,77
	Cấp 3		100,00			54,38	84,27	81,32
Đường phố	Cấp 1	5,90	0,15	2,18	6,54	3,16		
	Cấp 2	12,75	1,07	2,86	0,55	8,92		
	Cấp 3	73,13	97,83	84,55	88,16	52,88		

Phụ lục 9. Tỷ lệ % chiều dài các đường bị ngập ứng với thời kỳ 2100

Đường	Cấp ngập	Tỷ lệ % cấp ngập thời kỳ 2100						
		Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Đường 15	Cấp 1						0,00	
	Cấp 2						9,93	
	Cấp 3						50,81	
Đường 17	Cấp 1	1,06	10,33	0,00	0,00	2,57	4,37	0,00
	Cấp 2	2,24	13,59	0,00	0,00	2,22	5,18	0,00
	Cấp 3	94,79	56,08	42,22	73,90	40,49	27,98	59,19
Đường 21	Cấp 1				3,90	3,00	0,00	1,09
	Cấp 2				2,21	8,11	0,00	2,12
	Cấp 3			22,01	90,03	32,03	0,00	61,59
Đường 30	Cấp 1							
	Cấp 2				14,94			
	Cấp 3				85,06			
Đường 31	Cấp 1							
	Cấp 2							
	Cấp 3					17,99		
Đường 1	Cấp 1					1,24	1,54	
	Cấp 2		1,55			2,91	2,13	
	Cấp 3		98,45			52,22	86,64	97,69
Đường 14B	Cấp 1						5,49	0,26
	Cấp 2			0,02			2,06	0,93
	Cấp 3	100,00		74,54	100,00		41,69	76,68
Đường 23	Cấp 1			0,37	0,45	0,55	1,25	0,42
	Cấp 2			0,48	0,74	0,57	1,96	0,95
	Cấp 3	100,00		40,56	96,54	47,02	58,31	32,69
Đường 24	Cấp 1				0,56	1,27	0,35	0,86
	Cấp 2				0,80	1,41	0,52	1,66
	Cấp 3	100,00	100,00	100,00	90,63	52,64	58,16	55,26
Đường 25	Cấp 1				2,20	1,81	0,67	0,05
	Cấp 2			17,00	2,27	0,95	2,98	0,34
	Cấp 3		100,00	68,97	93,93	51,81	83,13	14,65
Đường 601	Cấp 1							0,17
	Cấp 2							0,02
	Cấp 3							9,90
Đường 602	Cấp 1					10,28		0,49
	Cấp 2					4,81		0,16
	Cấp 3					38,22		9,57
Đường 603	Cấp 1			0,00	2,55			
	Cấp 2			0,00	4,08			
	Cấp 3			100,00	68,28			42,20
Đường 604	Cấp 1							0,99
	Cấp 2							0,84
	Cấp 3							22,07
Đường 605	Cấp 1							1,98
	Cấp 2							7,00
	Cấp 3							82,83
Đường sắt	Cấp 1		0,00			0,40	0,44	4,97
	Cấp 2		0,00			2,05	4,59	6,52
	Cấp 3		100,00			55,14	84,05	81,57
Đường phố	Cấp 1	4,90	0,03	1,56	3,27	5,52		
	Cấp 2	7,45	0,22	2,54	4,64	7,95		
	Cấp 3	81,98	98,72	86,17	88,44	55,07		

Phụ lục 10: Thống kê diện tích rừng theo các năm ở TP Đà Nẵng [39]

Năm	Tổng diện tích rừng (nghìn ha)	Rừng tự nhiên (nghìn ha)	Rừng trồng (nghìn ha)	Mới trồng (nghìn ha)	Tỷ lệ che phủ rừng (%)
2008	56,6	38,8	17,8	10,8	36,4
2009	47,0	36,5	10,5	..	33,1
2010	51,3	38,8	12,5	2,6	38,8
2011	59,9	40,8	19,1	0,7	46,0
2012	59,9	40,8	19,1	1,8	45,2
2013	56,0	41,7	14,3	..	43,5

Phụ lục 11. Bảng chỉ số E trong các giai đoạn tương lai theo kịch bản BDKH B2

Giai đoạn	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
2020	E1	2677	2256	2229	2339	2361	2319	2723
	E2	12,4	12,35	12,395	12,41	12,225	12,355	10,965
	E3	26,2	26,2	26,3	26,2	26,1	26,1	25,8
	E4	28,2	28,2	28,8	28,2	28,8	28,2	28,8
	E5	36,3	35,5	35,6	36,3	35,7	36,3	35,9
	E6	26,9	26,7	27,1	26,9	26,1	26,6	25,0
	E7	23,8	23,5	23,9	23,8	22,9	23,4	21,6
	E8	44	43	42	46	46	44	53
2030	E1	2697	2273	2247	2355	2379	2336	2744
	E2	11,8	11,7	11,79	11,82	11,45	11,71	9,93
	E3	26,5	26,5	26,7	26,5	26,4	26,5	26,1
	E4	28,6	28,7	29,8	28,6	29,8	28,6	29,8
	E5	36,7	35,9	36,0	36,7	36,1	36,7	36,2
	E6	27,4	27,2	27,5	27,4	26,6	27,1	25,5
	E7	24,3	24,0	24,4	24,3	23,4	23,9	22,1
	E8	45	44	42	46	49	45	59
2050	E1	2729	2301	2276	2382	2409	2363	2775
	E2	11,9	11,73	11,85	11,86	11,36	11,71	9,52
	E3	27,1	27,1	27,3	27,1	27,0	27,0	26,7
	E4	29,7	29,7	30,9	29,8	30,8	29,7	30,7
	E5	37,3	36,4	36,6	37,4	36,7	37,3	36,8
	E6	26,8	26,6	27,1	26,8	26,3	26,5	25,4
	E7	23,2	23,0	23,4	23,2	22,6	22,9	21,7
	E8	72	71	70	76	73	73	80
2100	E1	2806	2367	2344	2444	2482	2426	2864
	E2	11,69	11,57	11,64	11,73	11,26	11,61	9,69
	E3	28,3	28,3	28,5	28,3	28,2	28,1	27,9
	E4	31,4	31,4	32,6	31,6	32,3	31,4	32,1
	E5	38,6	37,7	37,8	38,6	37,9	38,5	38,3
	E6	26,4	26,3	26,8	26,5	26,1	26,2	25,7
	E7	23,0	22,9	23,4	23,1	22,7	22,8	22,1
	E8	144	140	139	150	136	144	133

Phụ lục 12: Bảng chuẩn hóa các tham số E lĩnh vực xã hội

Chỉ số	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Lượng mưa năm (mm)	E1	0,91	0,06	0,00	0,23	0,27	0,19	1,00
Số ngày mưa lớn trong năm (>50mm)	E2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Nhiệt độ trung bình năm	E3	0,76	0,72	1,00	0,74	0,58	0,62	0,00
Nhiệt độ cao nhất ngày trung bình năm (°C)	E4	0,22	0,39	1,00	0,28	0,67	0,00	0,22
Nhiệt độ ngày cao nhất mùa hè (°C)	E5	1,00	0,00	0,15	0,97	0,30	0,98	0,47
Nhiệt độ ngày thấp nhất trung bình năm	E6	0,91	0,81	1,00	0,91	0,53	0,76	0,00
Nhiệt độ thấp nhất mùa đông (°C)	E7	0,92	0,81	1,00	0,93	0,56	0,77	0,00
Số ngày nắng nóng trong năm (tx>35°C)	E8	0,40	0,20	0,00	0,80	0,40	0,40	1,00

Phụ lục 13. Bảng chuẩn hóa các tham số độ nhạy (S) lĩnh vực xã hội

Chỉ số	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
% đất nông nghiệp ngập	S1	0,00	0,00	0,00	0,76	1,00	0,66	0,76
% diện tích đất nông thôn bị ngập	S2	0,66	1,00	0,00	0,00	0,88	0,69	0,75
% Hộ nghèo bị ảnh hưởng bởi ngập lụt	S3	0,93	0,32	1,00	0,67	0,13	0,41	0,00
% Các trường học bị ảnh hưởng bởi ngập lụt	S4	0,85	0,60	1,00	0,83	0,41	0,55	0,00
% Dân số bị ảnh hưởng do xâm nhập mặn	S5	0,00	0,00	0,00	0,80	1,00	0,89	0,21
% Dân số bị ảnh hưởng bởi ngập lụt	S6	0,58	0,90	1,00	0,46	0,96	0,54	0,00
Dân số trung bình	S7	1,00	0,86	0,53	0,00	0,58	0,22	0,40
Mật độ dân số (người/Km ²)	S8	0,44	1,00	0,11	0,09	0,09	0,14	0,00
Số dân nông thôn	S9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Tỷ lệ GTTN (%)	S10	0,11	0,70	0,43	1,00	0,00	0,62	0,91
Cỡ hộ gia đình trung bình	S11	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	1,00
Tỉ lệ nam (%)	S12	0,09	0,73	0,00	0,06	1,00	0,88	0,40
Tỉ lệ nữ (%)	S13	0,91	0,27	1,00	0,94	0,00	0,12	0,60
Tỷ lệ sinh (%)	S14	0,26	0,43	0,51	0,63	0,00	0,68	1,00
Tỷ lệ chết (%)	S15	0,61	0,03	0,66	0,00	0,19	0,75	1,00
Tỷ lệ % hộ nghèo	S16	0,00	0,18	0,47	0,68	0,50	0,42	1,00
Diện tích đất nông nghiệp (ha)	S17	0,00	0,00	0,00	0,12	0,03	0,04	1,00
Số dân trên diện tích đất nông nghiệp (người/ha)	S18	1,00	0,86	0,44	0,01	0,08	0,03	0,00
DT trồng cây hàng năm (ha)	S19	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	0,05	1,00
DT trồng cây lâu năm (ha)	S20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,01	1,00
Diện tích lúa trên đầu người (ha/người)	S21	0,00	0,00	0,00	0,18	0,01	0,03	1,00
SI gia súc (trâu, bò lợn) (con/người)	S22	0,00	0,00	0,00	0,15	0,06	0,02	1,00
Số học sinh Mầm non	S23	1,00	0,54	0,29	0,00	0,39	0,14	0,36
Số học sinh Tiểu học	S24	1,00	0,66	0,31	0,00	0,26	0,09	0,36
Số học sinh THCS	S25	1,00	0,66	0,36	0,00	0,23	0,22	0,53
Số học sinh THPT	S26	1,00	0,39	0,46	0,00	0,16	0,03	0,36

Phụ lục 14. Bảng chuẩn hóa các tham số ứng phó (A) lĩnh vực xã hội

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Số trường mầm non	A1	0,00	0,22	0,78	1,00	0,59	0,81	0,74
Số trường Tiểu học	A2	0,00	0,50	0,58	1,00	0,67	1,00	0,17
Số trường Trung học cơ sở	A3	0,29	0,14	0,57	1,00	0,71	0,57	0,00
Số trường Trung học phổ thông	A4	0,00	0,33	0,00	1,00	0,33	0,67	0,33
% gia đình có điện lưới quốc gia	A5	0,52	0,64	0,00	0,72	0,12	0,32	1,00
% khu vực có internet	A6	0,33	0,30	0,00	0,40	0,13	0,20	1,00
Số nhà máy điện	A7	0,67	0,67	0,33	0,67	0,00	0,67	1,00
Số điện thoại /100 người	A8	0,00	0,11	0,44	1,00	0,44	0,78	0,61
Năng suất lúa (tạ / ha)	A9	1,00	1,00	1,00	0,07	0,25	0,13	0,00
Năng suất ngô	A10	1,00	1,00	1,00	0,05	0,41	0,12	0,00
Năng suất lạc	A11	1,00	1,00	1,00	0,08	1,00	0,00	0,11
Sản lượng khai thác thủy sản (tấn)	A12	0,84	0,44	0,00	0,95	0,98	1,00	1,00
Số bác sỹ / 100 dân	A13	0,00	0,00	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50
Số giường bệnh / 100 dân	A14	0,00	0,00	0,40	1,00	0,40	0,80	0,60
Số GV mầm non	A15	0,00	0,54	0,58	0,92	0,49	1,00	0,44
Số GV TH	A16	0,00	0,38	0,66	1,00	0,71	0,89	0,25
Số GV THCS	A17	0,00	0,30	0,55	1,00	0,83	0,82	0,35
Số GV THPT	A18	0,00	0,62	0,37	0,99	0,83	1,00	0,63
Dân số độ tuổi lao động	A19	0,00	0,14	0,47	1,00	0,42	0,78	0,60
Dân số có việc làm	A20	0,00	0,14	0,47	1,00	0,42	0,78	0,60

Phụ lục 15. Bảng giá trị trọng số thành phần giai đoạn nền lĩnh vực xã hội

Chỉ tiêu	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100	Chỉ tiêu	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100
E1	0,065	0,067	0,067	0,066	0,065	A1	0,051	0,053	0,052	0,048	0,046
E2	0,070	0,074	0,075	0,075	0,073	A2	0,048	0,048	0,047	0,047	0,048
E3	0,086	0,088	0,089	0,087	0,081	A3	0,053	0,056	0,059	0,061	0,065
E4	0,079	0,054	0,053	0,056	0,064	A4	0,051	0,047	0,047	0,041	0,051
E5	0,062	0,062	0,062	0,065	0,065	A5	0,052	0,051	0,050	0,050	0,047
E6	0,077	0,078	0,079	0,082	0,085	A6	0,057	0,057	0,057	0,058	0,050
E7	0,077	0,078	0,079	0,081	0,084	A7	0,058	0,056	0,057	0,057	0,039
E8	0,078	0,083	0,082	0,081	0,080	A8	0,052	0,052	0,052	0,053	0,053
S1	0,061	0,063	0,064	0,064	0,063	A9	0,038	0,040	0,041	0,040	0,041
S2	0,065	0,067	0,057	0,065	0,067	A10	0,039	0,040	0,042	0,041	0,043
S3	0,069	0,074	0,075	0,067	0,065	A11	0,036	0,037	0,037	0,038	0,038
S4	0,079	0,078	0,080	0,075	0,078	A12	0,048	0,048	0,048	0,048	0,049
S5	0,057	0,058	0,060	0,059	0,057	A13	0,053	0,049	0,043	0,049	0,049
S6	0,075	0,076	0,077	0,075	0,073	A14	0,048	0,051	0,050	0,049	0,059
S7	0,052	0,083	0,083	0,085	0,085	A15	0,055	0,056	0,056	0,057	0,057
S8	0,052	0,082	0,082	0,084	0,083	A16	0,051	0,052	0,052	0,053	0,053
S9	0,048	0,076	0,076	0,078	0,078	A17	0,052	0,051	0,051	0,052	0,054
S10	0,048	0,075	0,075	0,078	0,077	A18	0,051	0,051	0,051	0,052	0,051
S11	0,049	0,088	0,088	0,061	0,078	A19	0,053	0,053	0,053	0,053	0,054
S12	0,043					A20	0,053	0,053	0,053	0,053	0,054
S13	0,043										
S14	0,057	0,090	0,090	0,093	0,092						
S15	0,047	0,074	0,074	0,076	0,075						
S16	0,056	0,089	0,089	0,091	0,090						
S17	0,049	0,000	0,000	0,000	0,000						
S18	0,042										
S19	0,049										
S20	0,049										
S21	0,049										
S22	0,049										
S23	0,057	0,090	0,090	0,092	0,091						
S24	0,053	0,083	0,083	0,086	0,085						
S25	0,055	0,087	0,087	0,089	0,080						
S26	0,053	0,084	0,084	0,087	0,086						

Phụ lục 16. Chuẩn hóa các tham số tác động (E) và độ nhạy (S) trong lĩnh vực công nghiệp & năng lượng

Tác động	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Lượng mưa năm (mm)	E1	0,91	0,06	0,00	0,23	0,27	0,19	1,00
Số ngày mưa lớn trong năm (>50mm)	E2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Nhiệt độ trung bình năm	E3	0,76	0,72	1,00	0,74	0,58	0,62	0,00
Nhiệt độ cao nhất ngày trung bình năm (°C)	E4	0,22	0,39	1,00	0,28	0,67	0,00	0,22
Nhiệt độ ngày cao nhất mùa hè (°C)	E5	1,00	0,00	0,15	0,97	0,30	0,98	0,47
Nhiệt độ ngày thấp nhất trung bình năm	E6	0,91	0,81	1,00	0,91	0,53	0,76	0,00
Nhiệt độ thấp nhất mùa đông (°C)	E7	0,92	0,81	1,00	0,93	0,56	0,77	0,00
Số ngày nắng nóng trong năm (tx>35°C)	E8	0,40	0,20	0,00	0,80	0,40	0,40	1,00
% Diện tích đất công nghiệp bị ngập	S1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	1,00
% dân lao động trong công nghiệp	S2	1,00	0,86	0,53	0,00	0,58	0,22	0,40
Số doanh nghiệp	S3	1,00	0,87	0,52	0,00	0,58	0,22	0,40

Phụ lục 17. Chuẩn hóa các tham số khả năng ứng phó lĩnh vực công nghiệp & năng lượng

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Số trường mầm non	A1	0,00	0,22	0,78	1,00	0,59	0,81	0,74
Số trường Tiểu học	A2	0,00	0,50	0,58	1,00	0,67	1,00	0,17
Số trường Trung học cơ sở	A3	0,29	0,14	0,57	1,00	0,71	0,57	0,00
Số trường Trung học phổ thông	A4	0,00	0,33	0,00	1,00	0,33	0,67	0,33
% gia đình có điện lưới quốc gia	A5	0,52	0,64	0,00	0,72	0,12	0,32	1,00
% khu vực có internet	A6	0,33	0,30	0,00	0,40	0,13	0,20	1,00
Số nhà máy điện	A7	0,67	0,67	0,33	0,67	0,00	0,67	1,00
Số điện thoại /100 người	A8	0,00	0,11	0,44	1,00	0,44	0,78	0,61

Phụ lục 18. Giá trị các trọng số thành phần của các yếu tố tác động (E), độ nhạy (S) và khả năng ứng phó trong lĩnh vực công nghiệp và năng lượng – các giai đoạn

chỉ tiêu	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100
E1	0,099	0,104	0,105	0,101	0,100
E2	0,106	0,115	0,117	0,115	0,113
E3	0,130	0,137	0,138	0,134	0,125
E4	0,120	0,084	0,083	0,087	0,099
E5	0,094	0,097	0,097	0,100	0,101
E6	0,117	0,123	0,123	0,127	0,132
E7	0,116	0,122	0,122	0,125	0,130
E8	0,118	0,130	0,127	0,124	0,109
S1	0,099	0,087	0,088	0,086	0,091
S2	0,501	0,500	0,500	0,499	0,501
S3	0,499	0,500	0,500	0,501	0,499
A1	0,122	0,126	0,124	0,115	0,114
A2	0,114	0,115	0,111	0,114	0,120
A3	0,125	0,133	0,141	0,148	0,162
A4	0,122	0,111	0,111	0,099	0,128
A5	0,123	0,121	0,119	0,121	0,117
A6	0,135	0,136	0,136	0,139	0,126
A7	0,137	0,135	0,134	0,137	0,099
A8	0,123	0,124	0,124	0,127	0,133

Phụ lục 19. Chuẩn hóa các chỉ số tác động (E) và độ nhạy (S) của lĩnh vực giao thông & đô thị

Tác động	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Lượng mưa năm (mm)	E1	0,91	0,06	0,00	0,23	0,27	0,19	1,00
Số ngày mưa lớn trong năm (>50mm)	E2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Nhiệt độ trung bình năm	E3	0,76	0,72	1,00	0,74	0,58	0,62	0,00
Nhiệt độ cao nhất ngày trung bình năm (°C)	E4	0,22	0,39	1,00	0,28	0,67	0,00	0,22
Nhiệt độ ngày cao nhất mùa hè (°C)	E5	1,00	0,00	0,15	0,97	0,30	0,98	0,47
Nhiệt độ ngày thấp nhất trung bình năm	E6	0,91	0,81	1,00	0,91	0,53	0,76	0,00
Nhiệt độ thấp nhất mùa đông (°C)	E7	0,92	0,81	1,00	0,93	0,56	0,77	0,00
Số ngày nắng nóng trong năm (tx>35°C)	E8	0,40	0,20	0,00	0,80	0,40	0,40	1,00
% Diện tích đất đô thị bị ngập	S1	0,80	0,82	0,71	0,29	0,00	1,00	0,77
Số km đường mòn	S2	0,01	0,00	0,05	0,14	0,14	0,15	1,00
Mật độ dân số (người/Km ²)	S3	0,44	1,00	0,11	0,09	0,09	0,14	0,00
Dân số đô thị	S4	1,00	0,91	0,70	0,36	0,73	0,50	0,00
Diện tích đô thị (ha)	S5	0,29	0,12	0,75	0,49	1,00	0,45	0,00
% Đường quốc lộ bị ngập	S6	0,36	0,61	0,00	0,15	0,22	1,00	0,64
% Đường tỉnh lộ bị ngập	S7	0,00	0,10	0,45	1,00	0,12	0,20	0,25
% Đường sắt bị ngập	S8	0,00	0,64	0,00	0,00	0,66	1,00	0,88
% Đường phố bị ngập	S9	1,00	0,93	0,70	0,74	0,56	0,00	0,00
% Dân số bị ảnh hưởng bởi ngập lụt do lũ + NBD	S10	0,58	0,90	1,00	0,46	0,96	0,54	0,00
% Dân số bị ảnh hưởng do xâm nhập mặn	S11	0,00	0,00	0,00	0,80	1,00	0,89	0,21

Phụ lục 20. Chuẩn hóa các tham số ứng phó (A) trong lĩnh vực giao thông và đô thị – giai đoạn nền

Chỉ số ứng phó	Ký hiệu	Quận Hải Châu	Quận Thanh Khê	Quận Sơn Trà	Quận Ngũ Hành Sơn	Quận Liên Chiểu	Quận Cẩm Lệ	Huyện Hòa Vang
Số km đường ô tô	A1	0,24	1,00	0,30	0,67	0,36	0,82	0,00
Số Km đường tỉnh lộ	A2	1,00	1,00	1,00	0,89	0,95	1,00	0,00
Số km đường sắt	A3	1,00	0,99	1,00	1,00	0,00	0,65	0,70
Số km đường phố	A4	0,00	0,47	0,72	0,93	0,88	1,00	1,00
% Dân được sử dụng nước máy	A5	0,26	0,13	0,00	0,30	0,22	0,04	1,00
% thôn có hệ thống thoát nước thải chung	A6	0,27	0,09	0,00	0,41	0,32	0,55	1,00
% gia đình có điện lưới quốc gia	A7	0,52	0,64	0,00	0,72	0,12	0,32	1,00

Phụ lục 21. Giá trị các trọng số cho các chỉ số thành phần trong lĩnh vực giao thông & đô thị trong các giai đoạn

Chỉ tiêu	Giai đoạn nền	2020	2030	2050	2100
E1	0,110	0,114	0,115	0,111	0,108
E2	0,118	0,126	0,128	0,126	0,123
E3	0,144	0,150	0,152	0,147	0,136
E4	0,134	0,092	0,091	0,095	0,107
E5	0,105	0,106	0,106	0,110	0,109
E6	0,129	0,134	0,135	0,138	0,143
E7	0,129	0,134	0,134	0,137	0,141
E8	0,131	0,143	0,140	0,136	0,133
S1	0,096	0,144	0,139	0,139	0,146
S2	0,095				
S3	0,095	0,130	0,130	0,128	0,129
S4	0,097				
S5	0,096				
S6	0,097	0,150	0,148	0,150	0,147
S7	0,099	0,129	0,128	0,126	0,130
S8	0,076	0,104	0,111	0,114	0,113
S9	0,082	0,114	0,115	0,117	0,110
S10	0,094	0,129	0,129	0,126	0,126
S11	0,073	0,099	0,100	0,099	0,099
A1	0,142				
A2	0,137				
A3	0,137	0,000	0,000	0,000	0,000
A4	0,138	0,000	0,000	0,000	0,000
A5	0,150	0,356	0,358	0,359	0,368
A6	0,153	0,334	0,338	0,339	0,346
A7	0,144				