TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN XU HƯỚNG THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ, LƯỢNG MƯA VÀ MỰC NƯỚC SÔNG SÀI GÒN KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Thị Mai[(1)], Võ Lê Phú[(2)]
(1) Công ty TNHH Koastal Eco Industries
(2) Khoa Môi Trường, Đại Học Bách Khoa Thành Phố Hồ Chí Minh
(Bài nhận ngày 05 tháng 11 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 04 năm 2011)

TÓM TẮT: *Trong một báo cáo gần đây của Ngân hàng Thế giới cho thấy Việt Nam là một trong năm (5) quốc gia chịu ảnh hưởng nhiều nhất của việc gia tăng mực nước biển, một hậu quả của biến đổi khí hậu. Thành phố Hồ Chí Minh, đô thị lớn nhất của Việt Nam, cũng là một trong những khu vực được dự báo sẽ bị ảnh hưởng nặng nề do biến đổi khí hậu trong khu vực sông Mê Kông. Đối với các quốc gia bị ảnh hưởng do biến đổi khí hậu, việc thực hiện các nghiên cứu về mức độ và qui mô tác động cũng như việc xây dựng chiến lược và giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu là vấn đề quan trọng và cấp bách.*

Báo cáo này sẽ trình bày các kết quả tính toán và khảo sát sự thay đổi của yếu tố nhiệt độ tại khu vực thành phố Hồ Chí Minh trong vòng 30 năm; phân tích và đánh giá sự thay đổi về lượng mưa và chế độ dòng chảy của sông Sài Gòn từ năm 1978 đến năm 2008; và đề xuất các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong điều kiện của Thành Phố. Báo cáo cũng sẽ đề xuất một số giải pháp cụ thể nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu và các tác động đối với tài nguyên nước khu vực thành phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa*: Tp. Hồ Chí Minh, sông Sài Gòn, biến đổi khí hậu, mực nước sông, nhiệt độ, lượng mưa.*

1. TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI VIỆT NAM VÀ TP. HỒ CHÍ MINH

Trong một báo cáo gần đây của Ngân Hàng Thế Giới cho thấy Việt Nam là một trong năm (5) quốc gia đứng đầu về nguy cơ bị ảnh hưởng và tổn thương nặng do tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH). Nếu mực nước biển dâng thêm 1m, Việt Nam sẽ bị tác động mạnh về kinh tế và xã hội, bao gồm: 10% dân số, 10% GDP, 7% diện tích đất nông nghiệp và 10% diện tích khu vực đô thị sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng [1]. Các hiện tượng thời tiết cực đoan (lũ lụt và bão) ngày càng gia tăng với mức độ và cường độ mạnh hơn cũng có thể làm chậm những tiến bộ trong quá trình phát triển con người ở những vùng dân cư chính yếu, kể cả Đồng bằng sông Cửu Long [2 & 3].

Thành phố Hồ Chí Minh (Tp.HCM) cũng được dự báo là một trong 10 tỉnh thành của Việt Nam sẽ bị ảnh hưởng nặng do tác động của BĐKH, với 43% diện tích sẽ bị ngập lụt và 12% dân số sẽ không có nơi cư trú nếu nước biển dâng 1m [4 & 5]. Các báo cáo mới nhất của các tổ chức nghiên cứu về đánh giá mức độ tổn thương do tác động của BĐKH cũng đều đưa ra nhận định rằng Tp.HCM nằm trong danh sách mười (10) thành phố cảng và vùng đới bờ của Châu Á sẽ bị tác động và tổn thương nhiều nhất bởi BĐKH, như ngập lụt do gia tăng mực nước biển, hạn hán và bão tố, bao gồm: Tp.HCM (Việt nam), Calcutta và Bombay (Ấn Độ), Dhakar (Bangladesh), Thượng Hải, Quảng Châu (Trung Quốc), Manila (Philippines), Bangkok (Thái Lan), Jakarta (Indonesia) và Yangon (Myanmar) [6, 7 & 8]. Các đối tượng tài nguyên và môi trường bị ảnh hưởng bởi BĐKH đã được xem xét bao gồm: dân số, khu vực đô thị, nông nghiệp, tổng thu nhập quốc nội (GDP) và diện tích đất. Tài nguyên nước là một trong những tài nguyên bị ảnh hưởng mạnh nhất dưới tác động của BĐKH và có mối liên hệ với các đối tượng và ngành kinh tế: nông nghiệp, an ninh lương thực, năng lượng và GDP. Đặc biệt, Ủy ban Liên Chính phủ về BĐKH (IPCC) đã nhận định rằng tài nguyên nước sẽ bị tác động đáng kể về mức độ và phạm vi tại các khu vực và vùng khác nhau. Do đó, công tác quản lý và bảo vệ tài nguyên nước tại các quốc gia sẽ gặp những thách thức rất lớn trong tương lai tùy thuộc năng lực và các giải pháp thích ứng sẽ được triển khai [9]. Vì vậy, việc nghiên cứu những tác động của BĐKH

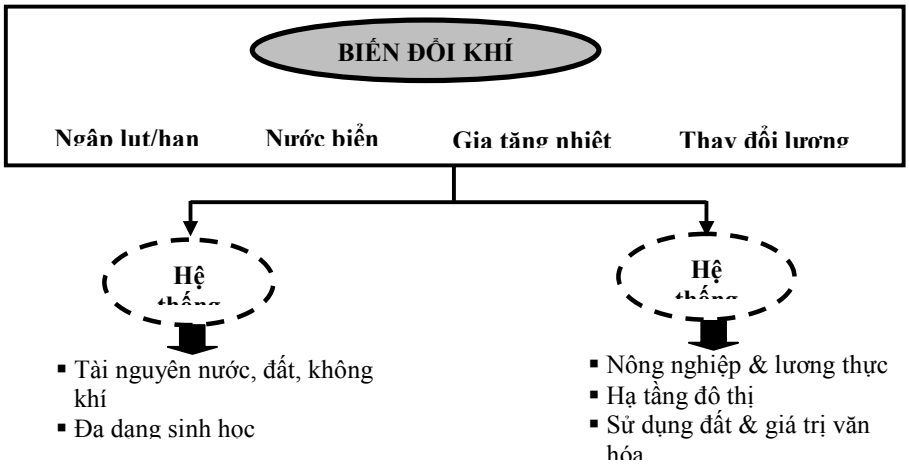
đến tài nguyên nước khu vực Tp.HCM, đề xuất các biện pháp thích ứng với các tác động đã nhận dạng là cần thiết nhằm tìm kiếm các giải pháp thích ứng lâu dài để đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững của Thành phố. Mục đích của bài báo này nhằm trình bày một số kết quả nghiên cứu ban đầu về tác động của BĐKH thông qua việc đánh giá những thay đổi về nhiệt độ, lượng mưa và mực nước sông khu vực Tp.HCM. Một số giải pháp chính sách về thích ứng BĐKH cũng sẽ được đề xuất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ NGUỒN SỐ LIỆU

Cách tiếp cận trong nghiên cứu và đánh giá tác động của BĐKH được thể hiện trên hình 1 dưới đây. Các hậu quả của BĐKH bao gồm: nước biển dâng, gia tăng nhiệt độ, thay đổi lượng mưa và phân bố mưa tại các khu vực, ngập lụt và hạn hán. Để đánh giá tác động của BĐKH đến chế độ thủy văn, các yếu tố nhiệt độ và lượng mưa sẽ được phân tích nhằm xác định xu hướng thay đổi. Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: (i) tổng quan tài liệu về các tác động của BĐKH đến Việt Nam và Tp.HCM, (ii) thu thập các dữ liệu về nhiệt độ, lượng mưa và cao độ mực nước sông tại Tp.HCM, (iii) thống kê các số liệu thu thập bằng excel, (iv) sử dụng hàm linest trong excel để xây dựng phương trình biểu diễn và phân tích mối tương quan giữa nhiệt độ, cường độ mưa và các mối tương quan về diện tích đô thị hóa, dị thường nhiệt độ (ENSO). Lượng mưa qua các chu kỳ lặp lại được tính toán bằng hàm cực trị Weibull. Nguồn số liệu được thu thập bao gồm:

- Nhiệt độ khu vực Tp.HCM (1979-2007) tại Trạm Tân Sơn Hòa và cao độ mực nước sông Sài Gòn (1981-2008) do Đài Khí tượng Thủy văn Nam Bộ cung cấp;
- Diện tích đô thị hóa (1988-2006) do Phân viện Khí tượng Thủy văn & Môi trường Phía Nam cung cấp;

Dị thường nhiệt độ các khu vực giám sát ENSO lấy từ trang web của Trung tâm dự báo khí hậu CPC (Climate Prediction Center) thuộc cơ quan khí quyển và đại dương Hoa Kỳ (NOAA).



Hình 1. Tác động của BĐKH đến hệ thống tài nguyên và môi trường

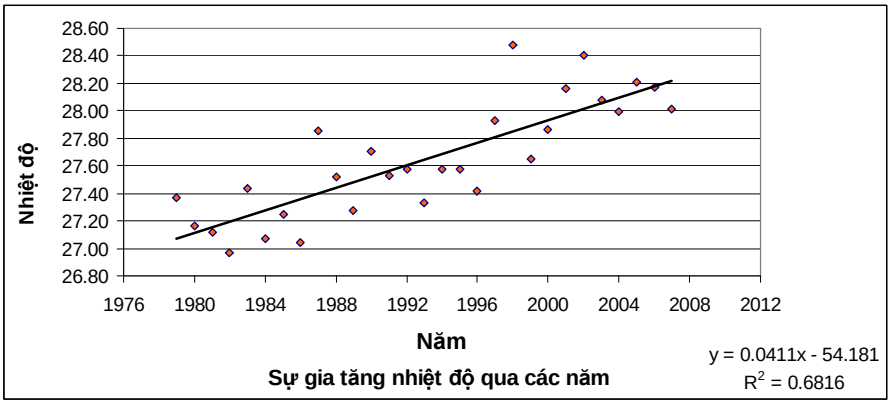
3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

3.1. Sự thay đổi nhiệt độ tại Tp.HCM trong vòng 30 năm

Với hệ số tương quan R = 0,825 và phương trình biểu diễn nhiệt độ qua các năm cho thấy nhiệt độ của Thành phố đang tăng lên, với các đặc điểm sau:

- Nhiệt độ trung bình tại Tp.HCM trong giai đoạn 1979 – 1991 (thời kỳ chưa công nghiệp hóa) vào khoảng 27,33 ^{0}C.

- Nhiệt độ trung bình tại Thành phố trong khoảng thời gian từ 1991 – 2007: 27,9^{0}C.
- Sự khác biệt về nhiệt độ giữa 2 giai đoạn cho thấy nhiệt độ khu vực Tp.HCM đang tăng dần. Nếu xét theo độ chênh lệch nhiệt độ trung bình năm giữa hai thời kỳ thì nhiệt độ trung tâm đô thị tăng khá cao, khoảng 0,5^{0}C.



Hình 2. Biểu đồ so sánh nhiệt độ đo đạc và nhiệt độ tính toán trung bình năm

3.2. Mối quan hệ giữa gia tăng nhiệt độ và các yếu tố có liên quan

Các yếu tố xem xét bao gồm:

- Nhiệt độ khu vực Tp.HCM giai đoạn (1979-2007) trạm Tân Sơn Hòa ở độ cao 2m.
- Biến đổi diện tích đô thị theo các năm
- Dị thường nhiệt độ toàn cầu theo ảnh hưởng của ENSO trong thời gian trên.

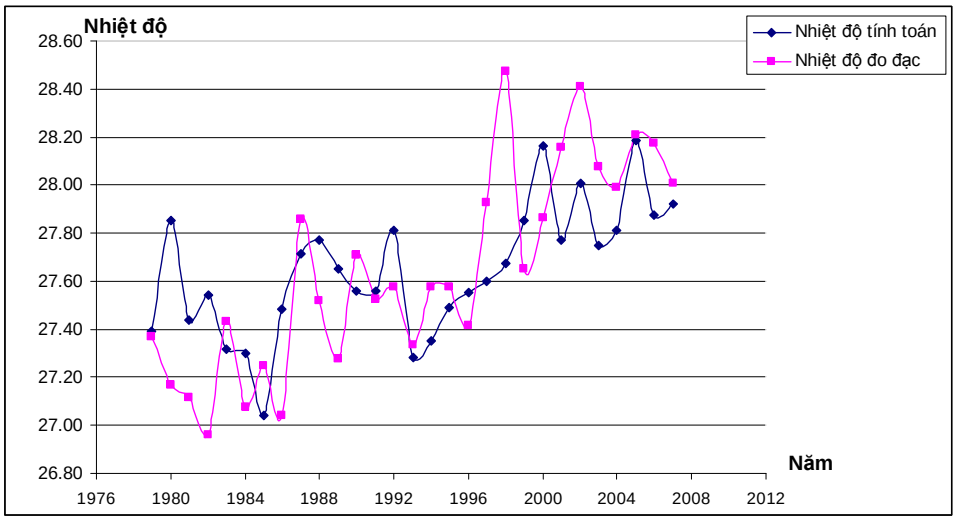
Tính toán biến động nhiệt độ khu vực Tp.HCM qua các yếu tố liên quan bằng phương pháp hồi qui tuyến tính xấp xỉ chuỗi nhiệt độ. Sử dụng hàm linest trong exel, phương trình biểu diễn mối liên hệ giữa nhiệt độ và các yếu tố liên quan được trình bày trong công thức sau:

$$Y = - 0.85 – 3.74\ X_1 + 1.88X_2 + 2.5X_3 + 0.74X_4$$

Trong đó:

- Y: nhiệt độ tính toán
- X1: Nino 3.4; X2: Nino 3;
- X3: Nino 4; X4: Nino 1.2
- Với Hệ số tương quan: R = 0.63

Kết quả tính toán được trình bày trong bảng 2 và hình 2. Có thể thấy rằng sự biến động nhiệt độ của Thành phố có thể có liên quan đến dị thường nhiệt độ toàn cầu và quá trình đô thị hóa.



Hình 3. Biểu đồ so sánh nhiệt độ đo đạc và nhiệt độ tính toán trung bình năm

3.3. Cường độ mưa của Tp.HCM giữa hai giai đoạn: chưa đô thị hóa (1988 – 1991) và đô thị hóa (1992 – 2006)

Qua kết quả tính toán bằng hàm Weibull cho thấy cường độ mưa ở tất cả các thời đoạn từ 30 phút đến 90 phút đều có sự gia tăng rõ rệt.

- Cường độ mưa của thời gian mưa 30 phút trong giai đoạn từ 1992 – 2006 đã gia tăng 5,53 mm ứng với chu kỳ 1 năm, 7,39 mm ứng với chu kỳ 100 năm.
- Cường độ mưa của thời gian mưa 45 phút trong giai đoạn từ 1992-2006 đã gia tăng 4,94 mm ứng với chu kỳ 1 năm, 5,74 mm ứng với chu kỳ 100 năm.
- Cường độ mưa của thời gian mưa 60 phút trong giai đoạn từ 1992 – 2006 đã gia tăng 4,23 mm ứng với chu kỳ 1 năm, 4,68 mm ứng với chu kỳ 100 năm.
- Cường độ mưa của thời gian mưa 90 phút trong giai đoạn từ 1992-2006 đã gia tăng 4,72 mm ứng với chu kỳ 1 năm, 2,9 mm ứng với chu kỳ 100 năm.

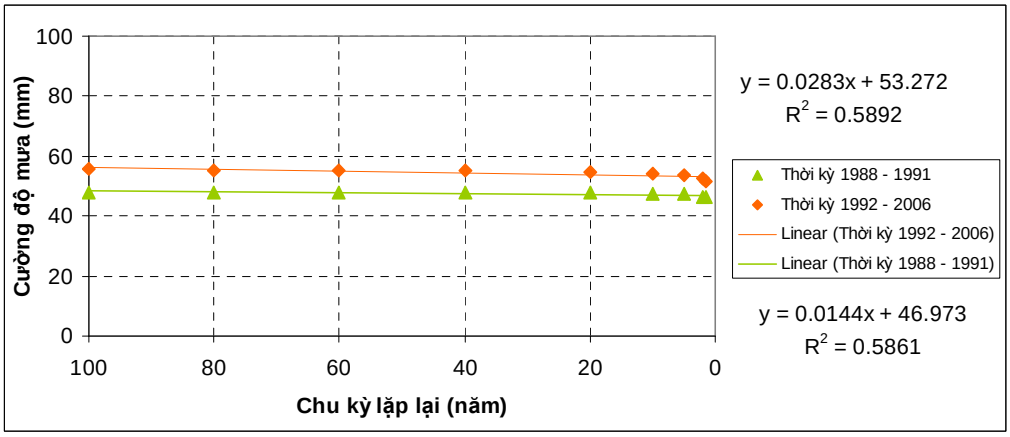
Như vậy, từ các kết quả phân tích và khảo sát ở trên cho thấy lượng mưa của Tp.HCM đang có xu hướng tăng lên theo từng thời đoạn mưa tương ứng và tăng lên với cường độ mưa lớn hơn trong thời kỳ (1992-2006).

Hàm phân bố các giá trị cực trị Weibull được sử dụng để tính cường độ mưa theo các chu kỳ lặp lại. Hàm phân bố Weibull có dạng:

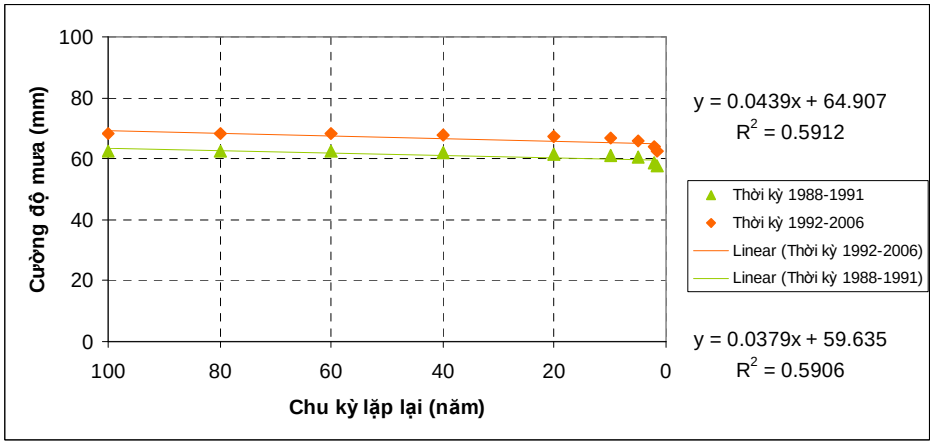
$$\ln(x-a) = \frac{1}{c}\ln(-\ln P) + \ln b \quad [10]$$

Trong đó:

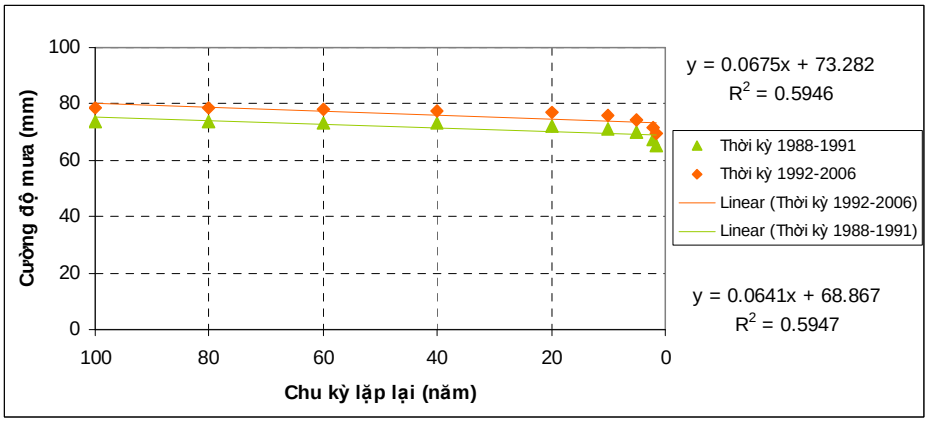
- c: thông số hình dạng và 1/c: hệ số góc tương quan
- b: thông số tỷ lệ và Lnb: giao điểm của đường thẳng tương quan cắt trục tung.
- X: cường độ mưa tính toán
- P: tần suất xuất hiện
- a: thông số vị trí



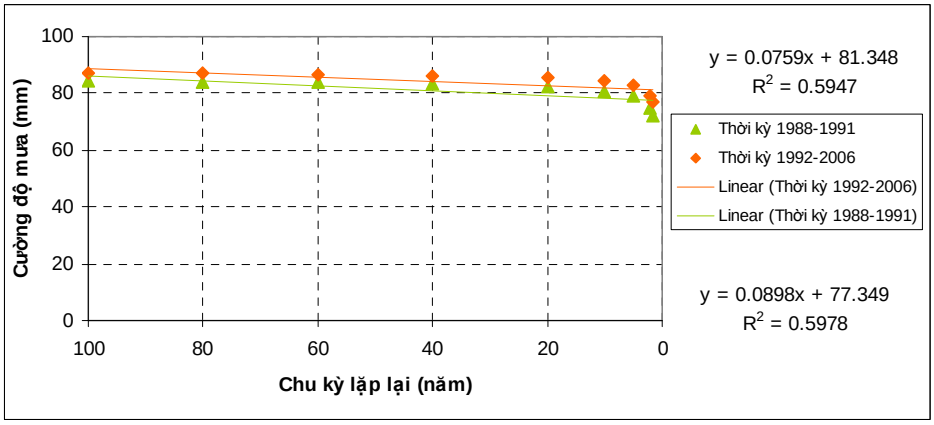
Hình 4. Lượng mưa lớn nhất giữa 2 giai đoạn trong khoảng thời gian 30 phút



Hình 5. Lượng mưa lớn nhất giữa 2 giai đoạn trong khoảng thời gian 45 phút



Hình 6. Lượng mưa lớn nhất giữa 2 giai đoạn trong khoảng thời gian 60 phút



Hình 7. Lượng mưa giữa 2 giai đoạn trong khoảng thời gian 90 phút

3.4. Mối quan hệ của sự thay đổi cường độ mưa với các yếu tố có liên quan

Sử dụng phương pháp hồi quy tuyến tính để xác định phương trình tính lượng mưa theo 5 ẩn: diện tích xây dựng (X_1), Nino 3.4 (X_2), Nino 3 (X_3), Nino 4 (X_4), Nino 1.2 (X_4). Hệ số tương quan R, phương trình tính toán có ý nghĩa khi $R \geq 0.5$.

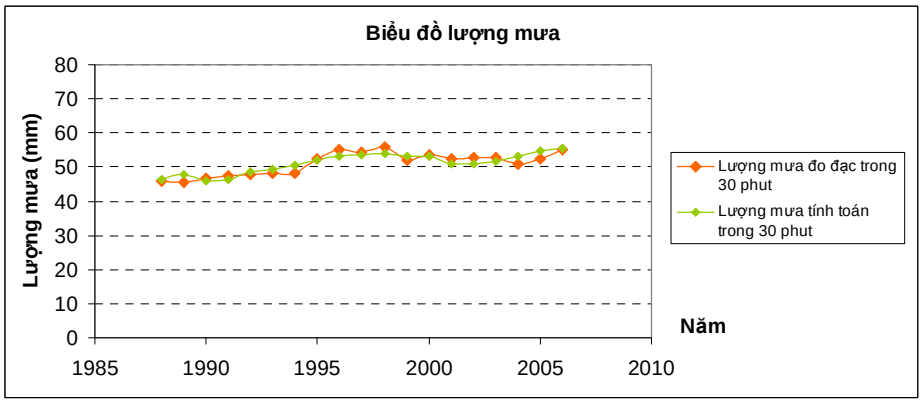
- Kết quả về cường độ mưa trong các thời đoạn được trình bày trong các bảng biểu và hình từ 3.5 – 3.8 Qua các phương trình nhận được cho thấy sự thay đổi cường độ mưa của Tp.HCM có khả năng liên quan đến các yếu tố biến đổi khí hậu toàn cầu

- **Lượng mưa trong thời gian 30 phút:**

Phương trình tuyến tính tính toán được như sau

$Y = - 256.14 + 0.001*X_1 – 7.41*X_2 – 3.28*X_3 + 19.95*X_4 + 0.338*X_5$.

Hệ số tương quan: R = 0.892



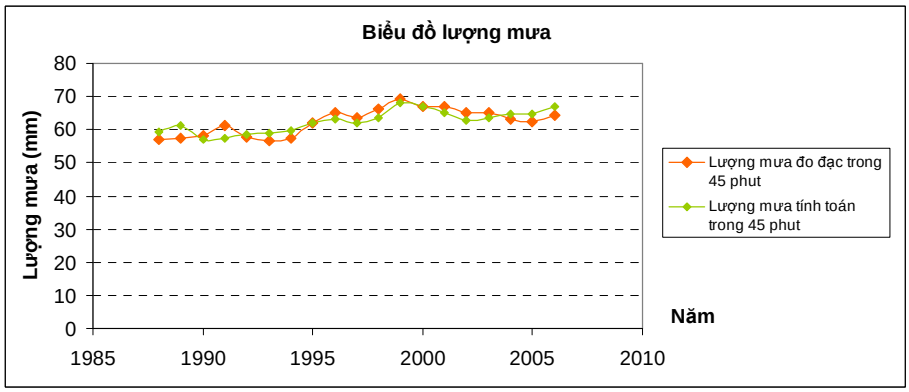
Hình 8. Lượng mưa đo được và lượng mưa tính toán trong thời gian 30 phút

- **Lượng mưa trong thời gian 45 phút:**

Phương trình tuyến tính tính toán được như sau:

$Y = -407.48 + 0.00134\ X_1 + 10.73\ X_2 – 11.5X_3 + 6.82\ X_4 + 11.3\ X_5$.

Hệ số tương quan: R = 0.83



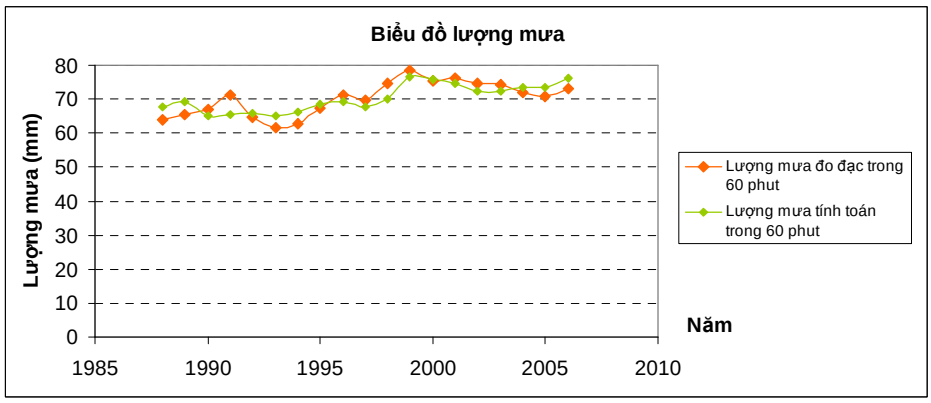
Hình 9. Lượng mưa đo được và lượng mưa tính toán trong thời gian 45 phút

- **Lượng mưa trong thời gian 60 phút:**

Phương trình tuyến tính tính toán được như sau:

$Y = -407.47 + 0.0016\ X_1 + 11.156\ X_2 – 8.37\ X3 + 0.927\ X_4 + 14.72\ X_5$.

Hệ số tương quan: R = 0.8



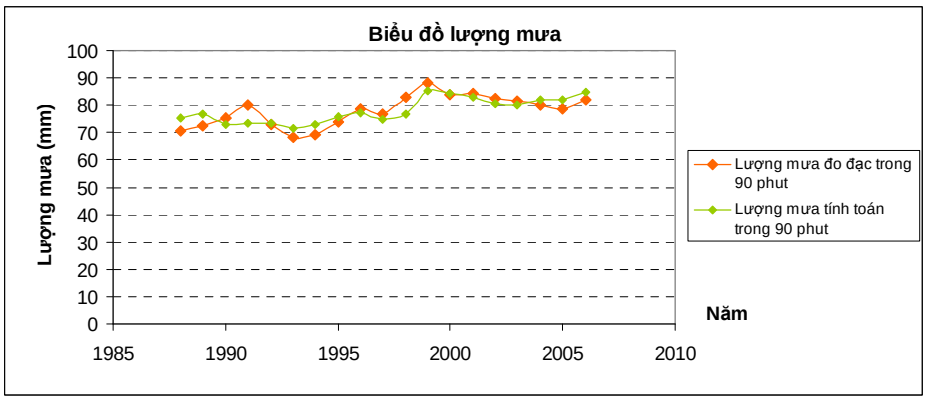
Hình 10. Lượng mưa đo được và lượng mưa tính toán trong thời gian 60 phút

- **Lượng mưa trong thời gian 90 phút:**

  Phương trình tuyến tính tính toán được như sau:

  $Y = -482.82 + 0.0017\ X_1 + 9\ X_2 + 0.295X_3 - 0.324\ X_4 + 12.9\ X_5$.

  Hệ số tương quan: R = 0.795



Hình 11. Lượng mưa đo được và lượng mưa tính toán trong thời gian 90phút

3.5. Thay đổi cao độ mực nước sông Sài Gòn trong vòng 30 năm

(a) Cao độ mực nước sông Sài Gòn giai đoạn 1981 – 2008

Mực nước trung bình năm tại trạm Phú An tăng lên dần trong những năm gần đây. Thời kỳ triều thấp giai đoạn 2000-2010 xảy ra vào những năm từ 2003 đến 2005 với trị số thấp nhất chỉ nhỏ hơn trung bình nhiều năm (TBNN) là 3cm.

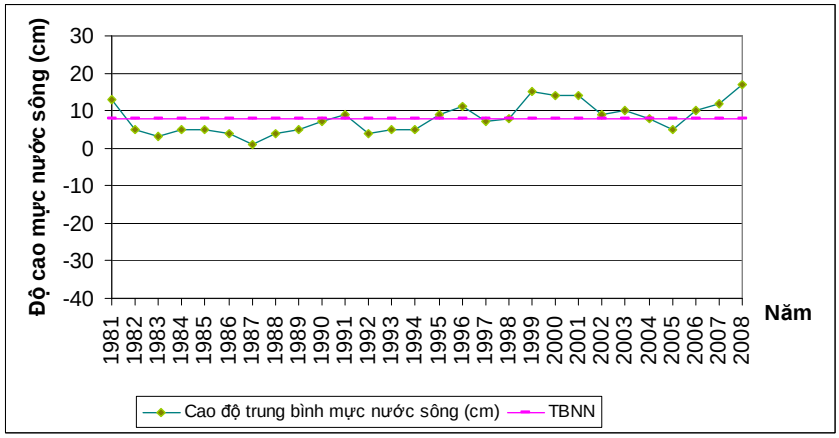
Trạm Phú An có chuỗi số liệu mực nước lớn nhất năm khá dài (1961-2008), gần 50 năm, và chuỗi số liệu đủ dài này là cơ sở để đánh giá một cách khách quan những biến đổi về mực nước cao nhất hàng năm tại trạm Phú An. Từ kết quả khảo sát trên, các đặc điểm về mực nước sông Sài Gòn (tại trạm Phú An) có thể tóm tắt như sau:

- Đường biến trình Hmax năm (Hình 3-12) cho thấy từ năm 1998 trở về trước mực nước Hmax năm tại Phú An biến đổi tuần

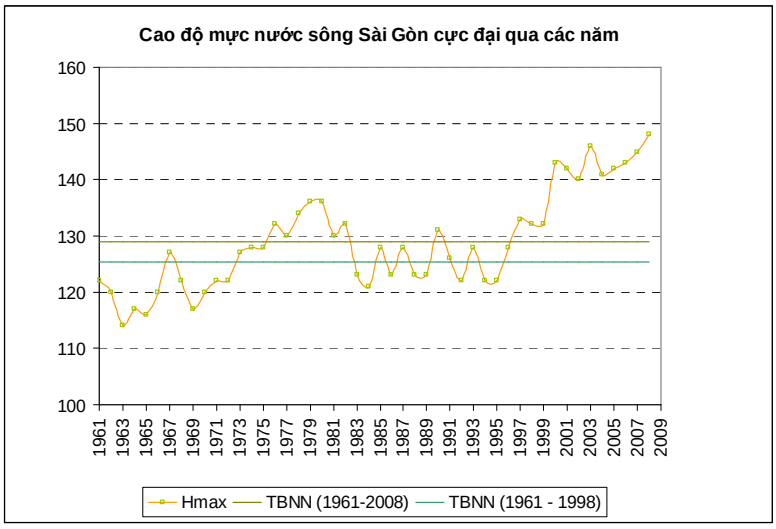
tự theo các chu kỳ có độ dài khoảng 19 năm.

- Giá trị trung bình trong thời kỳ này (1961-1998) là 126 cm.
- Từ năm 1999 có sự gia tăng đột biến mực nước Hmax năm tại Phú An, giá trị TBNN tính cho cả chuỗi số liệu (1961- 2008) tăng thêm 4 cm, là 130 cm.

Cao độ mực nước sông Sài Gòn tại trạm Phú An qua các năm như sau:



Hình 12.Mực nước trung bình tại Sông Sài Gòn qua các năm



Hình 13. Mực nước cao nhất tại Sông Sài Gòn qua các năm

(b) Mối quan hệ giữa gia tăng mực thủy triều với các yếu tố có liên quan

Mô phỏng sự biến động cao độ mực nước sông Sài Gòn qua các yếu tố liên quan bằng

phương pháp hồi qui tuyến tính, sử dụng hàm linest trong exel, phương trình biểu diễn mối liên hệ giữa nhiệt độ và các yếu tố liên quan như sau:

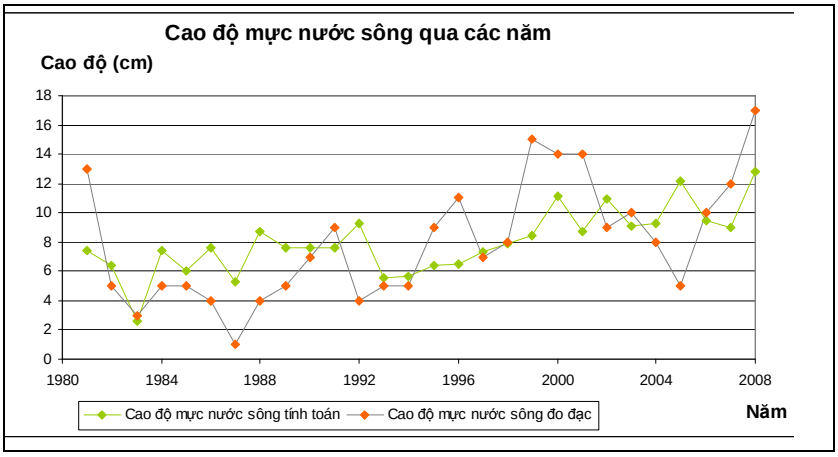
$Y = - 163.7 – 28.6 X_1 + 13.55X_2 + 16.7X_3 + 5.08X_4$

Trong đó:

- Y: cao độ mực nước sông
- X_1: Nino 3.4
- X_2: Nino 3
- X_3: Nino 4
- X_4: Nino 1.2

Với Hệ số tương quan: R = 0.54

Kết quả được trình bày trong bảng 9



Hình 14. Biểu đồ giữa cao độ mực nước sông Sài Gòn đo được và tính toán

4. CÁC BIỆN PHÁP THÍCH ỨNG VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

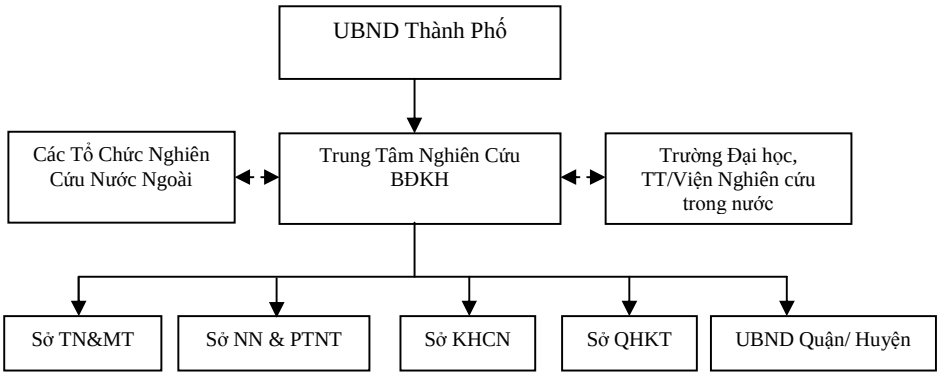
4.1. Xây dựng trung tâm nghiên cứu về BĐKH

Để có thể nhận dạng chính xác về mức độ tác động của BĐKH đối với Tp.HCM nói chung và tài nguyên nước nói riêng, cần phải tiến hành những nghiên cứu bổ sung bao gồm: đô thị hóa, cơ cấu sử dụng đất, biện pháp kiểm soát nước ở các hệ thống thủy nông, diễn biến chế độ mưa – dòng chảy trên các sông chính, trong đó đặc biệt quan trọng là việc kiểm soát nước tại các khu vực có địa hình thấp. Do đó, việc thành lập một cơ quan một trung tâm nghiên cứu về BĐKH cần được xem là một trong những giải pháp cần thiết về chính sách nhằm tạo nhân tố trung tâm để đảm nhận các nhiệm vụ nghiên cứu chi tiết, chuyên sâu và có thể triển khai các chương trình thích ứng BĐKH cho Tp.HCM. Các chương trình nghiên cứu chuyên sâu và cụ thể về tác động của BĐKH khu vực Tp.HCM cần định hướng theo các nội dung sau: (i) mức độ và phạm vi tác động của BĐKH đến tài nguyên nước và an toàn nguồn nước cấp cho các hoạt động phát triển kinh tế-xã hội; (ii) Đánh giá mức độ xâm nhập mặn đối với các nguồn cấp nước chính (sông Sài Gòn-Đồng Nai); (iii) Đánh giá mức độ thiệt hại và tổn thương về kinh tế-xã hội do tác động của BĐKH. Cấu trúc quản lý của trung tâm được đề xuất như hình 15. Trung tâm Nghiên cứu BĐKH sẽ được chỉ đạo trực tiếp từ UBND Thành phố và chịu trách nhiệm chính cho Thành phố về định hướng và xây dựng các chương trình, chính sách thích ứng, giảm nhẹ và các hoạt động nghiên cứu về tác động của BĐKH môi trường và tài nguyên khu vực TP.HCM. Các chương trình và chính sách về thích ứng và giảm nhẹ tác động của BĐKH phải được gắn kết và lồng ghép cụ thể trong các quy hoạch về phát triển kinh tế xã hội của Thành phố thông qua các cơ quan chính phủ, cụ thể là các Sở và phòng ban (hình 15). Ngoài ra, Trung tâm này sẽ đóng vai trò là hạt nhân liên kết

và phối hợp với các trường đại học, viện nghiên cứu để triển khai, phổ biến và chuyển giao các thông tin và kiến thức về BĐKH và các tác động của BĐKH đến môi trường và tài nguyên, với tên gọi là ***Climate Change Knowledge Hub*** (CCKH). Bên cạnh đó, Trung tâm Nghiên cứu BĐKH được đề xuất sẽ là đầu mối huy động các nguồn lực từ các tổ chức, cơ quan nghiên cứu của nước ngoài thông qua các dự án, chương trình nghiên cứu hợp tác hoặc phối hợp về xây dựng các kịch bản, khảo sát, đánh giá và phân tích chuyên sâu những nguy cơ và tác động có thể có của BĐKH đến khu vực Tp.HCM.

Ghi chú:

- TN&MT : Sở Tài Nguyên & Môi Trường
- KHCN : Sở Khoa Học & Công Nghệ
- NN&PTNT: Sở Nông Nghiệp & Phát Triển Nông Thôn
- QHKT : Sở Quy Hoạch & Kiến Trúc



Hình 15. Sơ đồ tổ chức Trung tâm nghiên cứu BĐKH

4.2. Xây dựng các chương trình, chính sách thích ứng với BĐKH

- Cần xây dựng kế hoạch Thích ứng với BĐKH ở TP.HCM do UBND Thành phố tiến hành theo định hướng của Chương trình Mục tiêu Quốc gia. Kế hoạch thích ứng với BĐKH ở TP.HCM tổng thể cần đưa ra khung nguyên tắc, định hướng và trách nhiệm của từng ban ngành theo đúng chương trình Mục tiêu quốc gia.
- UBND TP.HCM sẽ đóng vai trò chỉ đạo công tác thích ứng với BĐKH ở Thành phố. Cần có khung chính sách, khuyến khích kinh tế và tài chính phù hợp cũng như hỗ trợ về kỹ thuật cho mọi ban ngành trong chính quyền Thành phố tiến hành lập kế hoạch và thực hiện công tác thích ứng.
- Ngoài UBND Thành phố, các cơ quan chính yếu phụ trách quy hoạch sử dụng đất tổng thể, phân vùng không gian, chất lượng môi trường và quản lý, ứng phó với thiên tai trong Thành phố, còn gồm Sở Tài Nguyên và Môi trường, Sở Kiến trúc và Quy hoạch, Sở Xây dựng, Chi cục Bảo vệ Môi trường Tp.HCM, Trung tâm phòng chống ngập lụt Tp.HCM (hoặc Trung tâm nghiên cứu BĐKH nếu được thành lập). Tất cả các cơ quan này đều có nhiệm vụ và vai trò phối hợp trong thực hiện các chương trình, kế hoạch và biện pháp thích ứng với BĐKH đối từng ngành và chương trình tổng thể của Thành phố.
- Điều tiết tự nhiên, thoát nước mưa bằng bơm, và điều tiết tại chỗ nhằm ngăn chặn sự lan rộng của các khu vực úng ngập, tiến tới giải quyết úng ngập triệt để cải thiện thoát nước và môi trường trên địa bàn Thành phố.
- Kết hợp các giải pháp khác nhau để cải thiện thoát nước phù hợp với điều kiện ở các khu

vực khác nhau, nhằm nâng cao hiệu quả của các công trình, tiết kiệm chi phí đầu tư và giải quyết tốt mối quan hệ giữa phát triển đô thị và giữ lại không gian xanh của đô thị.

4.3. Nâng cao nhận thức cộng đồng về BĐKH và cung cấp cho công dân môi trường sống an toàn, chất lượng sống cao hơn

- Nâng cao nhận thức cộng đồng về BĐKH và những tác động của nó đối với môi trường, tài nguyên & phát triển bền vững là một trong những nhiệm vụ quan trọng lâu dài đối với thành phố.
- Cung cấp hệ thống đảm bảo tài chính và bảo hiểm. Hệ thống đảm bảo tài chính có thể cần thiết cho những người nghèo nhất trong xã hội, họ là những người dễ bị tổn thương trước những ảnh hưởng của BĐKH và ít có khả năng để bảo vệ chính mình. Hình thức bảo hiểm thiên tai, đã được thực hiện tại một số nước đang phát triển cần được nhân rộng để bảo vệ những người nghèo nhất trong xã hội tránh những thiệt hại nhất định.
- Các chương trình thí điểm về bảo hiểm thiên tai đối với nông nghiệp đang được phát triển ở nhiều nước với sự hỗ trợ của Ngân hàng Thế giới. Các chương trình này bao gồm chương trình bảo hiểm thiên tai ở Thái Lan, với việc các số liệu lũ lụt được xử lý qua một hệ thống cảm biến từ xa và một cơ chế được xây dựng để đền bù cho việc mất mùa do lũ lụt hay hạn hán; chương trình bảo hiểm thiên tai tại Mông Cổ nhằm giảm ảnh hưởng thiệt hại gia súc do khí hậu khắc nghiệt vào mùa đông gây nên [11].
- Chuẩn bị các phương thức bảo vệ các nhóm dân cư hoặc cộng đồng dễ bị tổn thương nhất từ các hiện tượng thời tiết cực đoan (đợt nóng bức bất thường đột biến) và nâng cao hệ thống quan trắc và kiểm soát đối với thiên tai.
- Tăng cường phòng chống thảm hoạ thiên tai bao gồm các hành động và các giải pháp được lên kế hoạch trước để đảm bảo khả năng ứng phó một cách có hiệu quả trước sự ảnh hưởng của thiên tai, kể cả giải pháp cảnh báo sớm, di dân và tài sản tạm thời ra khỏi vùng nguy hiểm. Các hoạt động phòng chống thiên tai bao gồm cả diễn tập, mô phỏng cũng như đào tạo các kỹ năng cụ thể.
- Biện pháp thích ứng với một số ngành kinh tế cụ thể
- *Ngành du lịch*
- Ngành du lịch của Việt Nam nói chung và Tp.HCM nói riêng đang rất phát triển là một trong những ngành kinh tế quan trọng đang bị đe doạ bởi ảnh hưởng của BĐKH và thời tiết khắc nghiệt (bão, hạn hán và El Nino). Ngành du lịch cần triển khai hàng loạt biện pháp, các hình thức thu hút khách khác theo hướng "chống lại thời tiết" để giảm thiệt hại tối đa do rủi ro thời tiết mang lại, chẳng hạn thành lập các khu nghỉ dưỡng, công viên giải trí, trung tâm hội nghị, và trung tâm mua bán…
- *Nông nghiệp*

Nông nghiệp là một trong những ngành bị ảnh hưởng nhiều nhất khi nhiệt độ, và lượng mưa tăng lên. Các biện pháp thích ứng có thể áp dụng đó là:

- Tăng cường xây dựng cơ sở hạ tầng nông nghiệp, áp dụng các kỹ thuật tưới tiêu tiết kiệm nước. Cải thiện các hệ thống tưới tiêu và thoát nước hiện tại.
- Thay đổi, điều chỉnh cơ cấu nông nghiệp và các hệ thống canh tác, chọn lọc, nuôi trồng, nhân giống các loại cây trồng có khả năng chịu hạn, chịu nhiệt độ cao.
- Khuyến khích sự tham gia của cộng đồng trong giải quyết hậu quả BĐKH. Cung cấp thông tin về lượng phát thải khí CO_2 từ các hoạt động phát triển kinh tế xã hội cho người dân.
- Phát triển và khuyến khích hình thành lối sống tiêu thụ và thải carbon thấp trong cộng đồng dân cư.

5. KẾT LUẬN

Qua phân tích và đánh giá sự thay đổi chế độ nhiệt, lượng mưa, cường độ mưa và cao độ mực nước sông Sài Gòn khu vực Tp.HCM, có thể rút ra một số kết luận sau:

- Nhiệt độ trung bình khu vực Tp.HCM có xu hướng gia tăng trong giai đoạn 1991-2007 ($27,9^0$C) so với giai đoạn 1979-1991 ($27,33^0$C) và sự gia tăng này có liên quan đến các yếu tố dị thường nhiệt độ toàn cầu và quá trình đô thị hóa tại Tp.HCM trong cùng thời kỳ tương ứng;
- Lượng mưa có xu hướng tăng theo từng thời đoạn mưa tương ứng (30, 45, 60 và 90 phút) và tăng lên với cường độ mưa lớn hơn trong giai đoạn (1992-2006);
- Sự thay đổi cường độ mưa khu vực Tp.HCM và gia tăng cao độ mực nước sông Sài Gòn có mối liên quan đến các yếu tố BĐKH toàn cầu.

Tuy nhiên, các kết quả tính toán và phân tích chỉ giới hạn đối với số liệu về nguồn nước mặt, cao độ mực nước sông Sài Gòn chỉ tính toán tại trạm Phú An. Do vậy, các tính toán và phân tích trong bài báo này chỉ là những kết quả bước đầu nghiên cứu về tác động của BĐKH thông qua các yếu tố nhiệt độ, lượng mưa và cao độ mực nước sông. Mặc dù vậy, việc xây dựng các giải pháp thích ứng với BĐKH tại Tp.HCM là rất cấp bách nhằm định hướng cho các chính sách ngắn hạn và dài hạn. Xác định các nội dung nghiên cứu sâu hơn về tác động của BĐKH đến tài nguyên nước (xâm nhập mặn, ngập lụt, hạn hán) cũng như việc xem xét các yếu tố thay đổi thời tiết và BĐKH trong các giải pháp qui hoạch đô thị là rất cần thiết.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE TREND OF CHANGES IN TEMPERATURE, RAINFALL AND WATER LEVEL OF THE SAI GON RIVER IN HO CHI MINH CITY

Nguyen Thi Mai[(1)], Vo Le Phu[(2)]
(1) Koastal Eco Industries Company Limited
(2) University of Technology, VNU-HCM

ABSTRACT: *In a recent World Bank report showed that Viet Nam was one of the five (5) countries that are most affected by sea level rise, a consequence of climate change. Ho Chi Minh City (HCMC), a Vietnam's biggest city, is accordingly identified as a most area significantly impacted by climate change in the Mekong Delta region. For those countries affected by climate change, future studies on extent and degree of impacts as well as setting out the national strategy and measures adapting to climate change is urgently and a vital of concern.*

This paper will present surveyed and analyzed results of possible impacts of climate change in Ho Chi Minh City, including: changes of mean temperature over the past 30 years (1979-2008); changes of rainfall (and density) and water level at the Sai Gon River in the period of 1978-2008. In addition, some specific measures for climate change adaptation are also addressed and proposed in the context of Ho Chi Minh City.

Keywords: *Ho Chi Minh City, Sai Gon River, climate change, water level, temperature, rainfall.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Dasgupta, S., Benoit, L., Meisner, C., Wheeler, D. and Yan, J. The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A

Comparative Analysis. World Bank Policy Research Working Paper No. 4136 (2007).

[2]. MRC. Climate Change Adaptation in the Lower Mekong Basin Countries: A Regional Synthesis Report. Climate Change and Adaptation Initiative -CCAI (2009).

[3]. Chaudhry, P. and Ruysschaet, G. Climate Change and Human Development in Vietnam. UNDP Human Development Report (2007).

[4]. ADB. Ho Chi Minh City Adaptation to Climate Change: Summary Report. Manila, Asian Development Bank (2010).

[5]. Carew-Reid, J. (2007). Rapid Assessment of the Extent and Impact of Sea Level Rise in Vietnam. Queensland, Australia, International Centre for Environmental Management – ICEM.

[6]. Fuchs, R. Cities at Risk: Asia's Coastal Cities in an Age of Climate Change. Asia Pacific Newsletter, Issue No.96 (July). East West Center, Hawaii (2010).

[7]. WWF. Mega-Stress for Mega-Cities: A Climate Vulnerability Ranking of Major Coastal Cities in Asia. WWF International, Gland, Switzerland (2009).

[8]. Nicholls, R.J., S. Hanson, C. Herweijer, N. Patmore, S. Hallegatte, J. Corfee-Morlot, J. Chateau and R. Muir-Wood. Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes - Exposure Estimates. Paris, OECD Environment Working Papers, No.1 (2008).

[9]. IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Cambridge University Press (2007).

[10]. Nghiêm Tiến Lam. Tính toán tần suất theo phân bố Weibull. Khoa Kỹ Thuật Biển, Đại Học Thủy Lợi (2008).

[11]. World Bank. *Climate Resilience Cities: Reducing Vulnerabilities to Climate Change Impacts and Strengthening Disaster Risk Management in East Asian Cities*. Washington, D.C, (2008).