

SỰ PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ VÀ XU THẾ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

ThS. Lương Văn Việt

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

Thành phố Hồ Chí Minh (Tp. HCM) với dân số trên 6 triệu người, là thành phố có mật độ dân số cao và tốc độ phát triển đô thị nhanh. Sự phát triển của thành phố đã làm thay đổi sâu sắc đặc tính mặt đệm, gây ra những biến đổi về khí hậu và cấu trúc các trường khí tượng trong lớp biên với điển hình là hiệu ứng đảo nhiệt đô thị do quá trình này gây ra. Trong kiến trúc hiện tại của thành phố còn có nhiều bất cập như thiếu diện tích cây xanh, tỷ lệ sử dụng đất lớn, góc mở đường phố nhỏ, v.v.. Hiện trạng kiến trúc này đã làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng môi trường không khí. Bài báo này phân tích những thay đổi về sử dụng đất của Tp. HCM qua ảnh vệ tinh Landsat và số liệu điều tra; xác định xu thế biến đổi khí hậu của thành phố bằng phương pháp EMD. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy sự thay đổi nhanh chóng về sử dụng đất do quá trình đô thị hóa và xu thế biến đổi khí hậu rõ rệt của thành phố trong thập niên gần đây.

1. Tốc độ đô thị hóa và biến đổi mặt đệm Thành phố Hồ Chí Minh

a. Biến đổi về dân số và tốc độ đô thị hóa

Dân số Thành phố Hồ Chí Minh (Tp. HCM) có xu hướng tăng nhanh chóng trong thời gian gần đây. Theo kết quả thống kê [7], năm 1979

dân số của Tp. HCM là 3.34 triệu người. Đến năm 1989 dân số là 3,99 triệu, tăng 650 ngàn người. Nhưng trong 10 năm, từ 1989 đến 1999, dân số đã tăng thêm trên 1 triệu người. Tốc độ tăng dân số trong những năm gần đây là cao nhất, chỉ trong 5 năm (từ năm 1999 đến 2004) dân số đã tăng thêm trên 1 triệu người.

Bảng 1. Dân số Tp. HCM qua các năm

Năm	1979	1989	1999	2004
Dân số (triệu người)	3,34	3,99	5,04	6,12

Có 2 nguyên nhân chính của tăng dân số là tăng cơ học (do sự dịch chuyển từ các tỉnh khác tới) và tăng tự nhiên. Theo [7] tỷ lệ dân số tăng tự nhiên ngày càng có xu hướng giảm, tỷ lệ tăng dân số bình quân năm giảm từ 1,61% thời kỳ 1979 - 1989 xuống 1,52% thời kỳ 1989 - 1999 và còn 1,27% thời kỳ 1999 - 2004. Ngược lại, tỷ lệ tăng dân số cơ học lại có

xu hướng tăng nhanh, từ 0,02% thời kỳ 1979 - 1989 lên 0,84% thời kỳ 1989 - 1999 và 2,33% thời kỳ 1999 - 2004.

Nếu tính tốc độ đô thị hóa theo tốc độ tăng dân số [3], thì từ năm 1979 đến năm 1989 tốc độ này bằng 1,95%/năm, từ năm 1989 đến năm 1999 là 2,63%/năm, từ năm 1999 đến năm 2005 là 4,29%/năm.

$$\text{Tốc độ đô thị hóa} = \frac{\text{Số dân đô thị cuối kỳ} - \text{Số dân đô thị đầu kỳ}}{\text{Số dân đô thị đầu kỳ} \times \text{Số năm giữa hai kỳ}} \quad (\% \text{ năm})$$

b. Thay đổi về sử dụng qua ảnh Landsat

Cùng với tốc độ tăng dân số là những thay đổi về tỷ lệ sử dụng đất, các thay đổi này chỉ diễn ra mạnh mẽ và nhanh chóng từ năm 1986, đây là thời điểm bắt đầu của công cuộc đổi mới chính sách nhằm phát triển kinh tế xã hội. Sự thay đổi tỷ lệ sử dụng đất đô thị Tp. HCM trong thời gian này được thể hiện rất rõ qua phân tích ảnh vệ tinh. Dưới đây là kết quả phân tích sự thay đổi diện tích đất xây dựng năm 2002 so với năm 1989 bằng ảnh Landsat 5 TM (Thematic Mapper) và Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper). Hai ảnh được lựa chọn vào ngày 16/1/1989 và 13/2/2002, các ảnh này có chất lượng khá cao và bao phủ toàn bộ khu vực nội thành Tp. HCM. Phương pháp phân tích kết hợp giữa nhiệt độ và chỉ số thực vật có được từ ảnh vệ tinh Landsat. Với các bước tiến hành phân tích như sau:

1) Tính nhiệt độ bề mặt

- Tính phát xạ bề mặt C_{VR} (the cell value as radiance):

$$C_{VR} = G(CV_{DN}) + B \quad (1)$$

Với CV_{DN} (the cell value digital number) là giá trị của kênh nhiệt (thermal infrared), G và B là các hệ số.

- Tính nhiệt độ bề mặt T_s từ số liệu phát xạ:

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{C_{VR}} + 1\right)} \quad (2)$$

Ở đây K_1, K_2 là các hệ số. Với các hệ số của Landsat 5 TM và Landsat 7 ETM+ nhiệt độ bề mặt được tính như sau:

$$T_s(\text{Landsat TM}) = \frac{1260.56}{\ln\left(\frac{607.76}{0.05518 * CV_{DN} + 1.2378} + 1\right)} - 273.15 \quad (3)$$

$$T_s(\text{Landsat ETM+}) = \frac{1282.71}{\ln\left(\frac{666.09}{0.05518 * CV_{DN} + 1.2378} + 1\right)} - 273.15 \quad (4)$$

Với T_s có đơn vị là độ Celsius. Kênh nhiệt của Landsat 5 TM có độ phân giải 120m x 120 m, của Landsat 7 ETM+ là 60m x 60m.

2) Tính chỉ số thực vật, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) được tính theo công thức sau:

$$NDVI = \frac{(NIR - IR)}{(NIR + IR)} \quad (5)$$

Trong đó NIR (Near Infrared) là giá trị của kênh cận hồng ngoại, IR (Infrared) là giá trị của kênh hồng ngoại. Cho cả Landsat 5 TM và Landsat 7 ETM+, NDVI được tính như sau:

$$NDVI = \frac{(b4 - b3)}{(b4 + b3)} \quad (6)$$

Ở đây $b3$ (band 3) và $b4$ là giá trị của kênh 3 và 4. Cho cả Landsat 5 TM và Landsat 7 ETM+, hai kênh này có độ phân giải là 30m x 30m. NDVI có giá trị trong khoảng từ -1 đến 1.

3) Đưa kết quả tính NDVI và nhiệt độ về cùng độ phân giải.

Do khác biệt độ phân giải giữa kết quả tính NDVI và nhiệt độ, nên để có thể kết hợp chúng trong việc xác định sự thay đổi sử dụng đất cần đưa chúng về cùng độ phân giải. Sử dụng phương pháp tạo lưới Kriging, các số liệu này được đưa về cùng độ phân giải 0,000518 x 0,000518 độ kinh vĩ, tương ứng với khoảng

120m x 120m, trong khu vực từ 106,55°E - 106,89°E và 10,68°N - 10,91°N.

4) Xác định sự thay đổi về sử dụng đất đô thị

Tính toán sự khác biệt về nhiệt độ (ΔT) và NDVI ($\Delta NDVI$) giữa năm 2002 và năm 1989. Trên cơ sở đó xác định các giá trị ΔT_0 và $\Delta NDVI_0$, là các giá trị của ΔT và $\Delta NDVI$ ứng với các khu vực trên quận 1 và quận 5 không có sự thay đổi về tỷ lệ sử dụng đất. Với một số khu vực được nhận định là không có sự thay đổi về tỷ lệ sử dụng đất trên địa bàn 2 quận này, ΔT_0 tìm được bằng 1°C và $\Delta NDVI_0$ bằng -0,35.

5) Tính sự thay đổi sử dụng đất

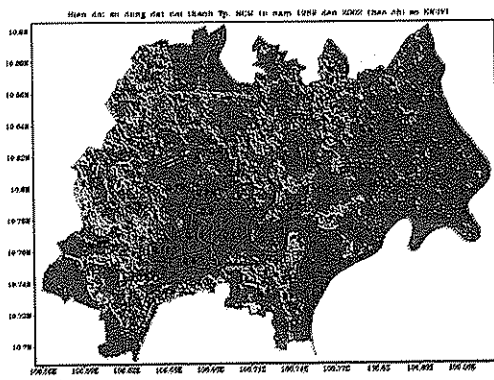
Phương pháp xác định mức độ thay đổi sử

dụng đất do xây dựng dựa trên cơ sở $\Delta T > \Delta T_0$ và $\Delta NDVI < \Delta NDVI_0$. Kết quả tính toán được thể hiện trong hình 1 và bảng 2.

Kết quả thống kê đã cho thấy chỉ sau 13 năm, từ năm 1989 đến năm 2002, diện tích đất cho xây dựng các quận nội thành Tp. HCM (theo biên nội thành mới) đã tăng lên 6477ha. Mức tăng diện tích đất cho xây dựng ở một số quận là khá cao, Quận 12 là 840ha; Quận Tân Phú là 760ha; Quận Bình Tân là 1125ha. So với diện tích của các quận thì quận Tân Phú và quận Gò Vấp có mức tăng cao nhất. Từ hình 1 cũng cho thấy sự mở rộng nhanh chóng của thành phố do quá trình đô thị hóa, nhất là về phía Tây và Tây Bắc.

Bảng 2. Mức tăng diện tích đất cho xây dựng các quận nội thành Tp. HCM năm 2002 so với năm 1989

Tên khu vực	Mức tăng diện tích đất xây dựng (ha)	Tên khu vực	Mức tăng diện tích đất xây dựng (ha)
Quận 1	2	Quận 11	16
Quận 2	416	Quận 12	840
Quận 3	3	Quận Bình Tân	551
Quận 4	35	Quận Bình Thạnh	256
Quận 5	0	Quận Gò Vấp	760
Quận 6	108	Quận Phú Nhuận	277
Quận 7	524	Quận Tân Bình	24
Quận 8	308	Quận Tân Phú	679
Quận 9	539	Quận Thủ Đức	1125
Quận 10	14	Nội thành	6477



Hình 1. Sự gia tăng diện tích đất xây dựng nội thành Tp. HCM năm 2002 so với năm 1989

c. Thay đổi về sử dụng đất qua số liệu điều tra

Số liệu về sử dụng đất trong nghiên cứu này được lấy từ báo cáo "Nghiên cứu hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị Tp. HCM" [4]. Do số liệu điều tra về sử dụng đất không nhiều, nên để thấy được những thay đổi về sử dụng đất theo từng năm một hàm thống kê được xây dựng trên cơ sở quan hệ giữa diện tích đất xây dựng và dân số.

Gọi S là diện tích đất xây dựng của các quận và P là dân số tương ứng thì hệ số tương quan trực tiếp giữa S và P là không cao. Để có quan hệ tốt hơn giữa S và P, biến S được chuyển thành S' theo hàm sau.

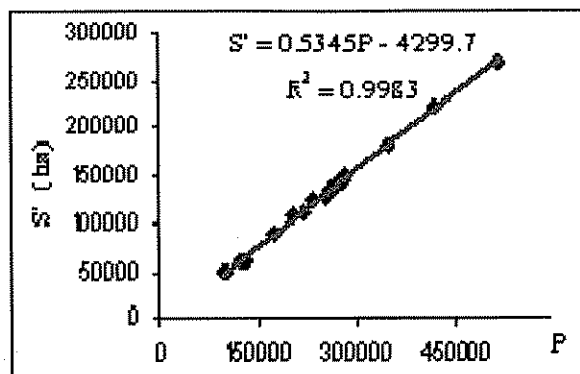
$$S' = S \left(\log \left(\frac{P}{S} \right) \right)^{5,61} \quad (7)$$

Với phép biến đổi này quan hệ giữa S' và P được thể hiện trong hình 2, hệ số tương quan trong phương trình này là khá cao. Phương trình (8) là phương trình quan hệ giữa S và P theo biến đổi này.

$$S \left(\log \left(\frac{P}{S} \right) \right)^{5,61} = 0,5345P - 4299,7 \quad (8)$$

Hay

$$S = (0,5345P - 4299,7) \left(\log \left(\frac{P}{S} \right) \right)^{-5,61} \quad (9)$$



Hình 2. Quan hệ giữa S' và dân số.

Do có hệ số quan hệ cao, nên hàm (9) có thể sử dụng để xác định diện tích đất xây dựng khi biết dân số. Trên cơ sở dân số các quận từ năm 1979 - 2005, diện tích đất xây dựng tương ứng cho từng năm của các quận được xác định theo hàm trên. Tổng diện tích đất xây dựng khu vực nội thành Tp. HCM được tính toán trên cơ sở diện tích các quận và được trình bày trong bảng 3.

Từ kết quả tính toán cho thấy, so với năm 1979, diện tích đất dành cho xây dựng khu vực nội thành năm 2005 đã tăng 93,7%, mức tăng này gần bằng mức tăng dân số. Diện tích đất xây dựng năm 2002 so với năm 1989 tính theo bảng 3 tăng 5840 ha, so với kết quả tính toán theo ảnh Landsat nêu trên là 6477ha, như vậy hai kết quả này gần tương tự.

Bảng 3. Bảng tính diện tích đất xây dựng cho nội thành Tp. HCM

Năm	Diện tích đất xây dựng (ha)	Năm	Diện tích đất xây dựng (ha)	Năm	Diện tích đất xây dựng (ha)
1979	11393	1988	13334	1997	16693
1980	11530	1989	13647	1998	17292
1981	11688	1990	13979	1999	17758
1982	11864	1991	14330	2000	18276
1983	12061	1992	14700	2001	18881
1984	12277	1993	15089	2002	19487
1985	12512	1994	15496	2003	20357
1986	12767	1995	15896	2004	21490
1987	13041	1996	16285	2005	22072

2. Xu thế biến đổi khí hậu tại tp. HCM

a. Phương pháp xác định xu thế

Sử dụng phương pháp EMD (Empirical Mode Decomposition) để xác định xu thế biến động khí hậu Tp. HCM. Phương pháp này được Huang xây dựng năm 1998-1999. Cơ sở của phương pháp này là phân tích các giao động bằng hàm IMF_s (Intrinsic Mode Functions). Quá trình tính IMF_s từ chuỗi số liệu gốc x₀(t) ở bước thứ nhất được xác định như sau:

- 1) Xác định tất cả các giá trị cực trị của x₀(t).
- 2) Xác định đường bao trên e_{max}(t) và bao dưới e_{min}(t) của x₀(t) trên cơ sở các giá trị cực trị.
- 3) Tính giá trị trung bình của đường bao trên và bao dưới, m₁(t)=(e_{max}(t)+e_{min}(t))/2.
- 4) Xác định sự khác biệt giữa x₀(t) và m₁(t), ký hiệu là h₁(t) và được gọi là xấp xỉ IMF_s lần 1 hay IMF₁.

Các bước từ 1 đến 4 được lặp lại, tại bước lặp thứ k ta xác định được các chuỗi h₁(t), h₂(t),... h_k(t), tương ứng với IMF₁, IMF₂, ..., IMF_k. Sau mỗi bước lặp, chuỗi x(t) được thay thế bằng chuỗi mới, tại bước lặp lần thứ k, x_k(t) được xác định như sau:

$$x_k(t) = x_{k-1}(t) - IMF_k \quad (10)$$

Quá trình lặp sẽ kết thúc khi SD nhỏ hơn một giá trị cho trước, với SD được xác định theo (8)

$$SD = \sum_{t=1}^n \frac{(h_{k-1}(t) - h_k(t))^2}{h_{k-1}^2(t)} \quad (11)$$

Khi SD đạt ngưỡng, x_k(t) chính là xu thế biến đổi của x₀(t).

b. Xu thế biến đổi khí hậu Tp. HCM

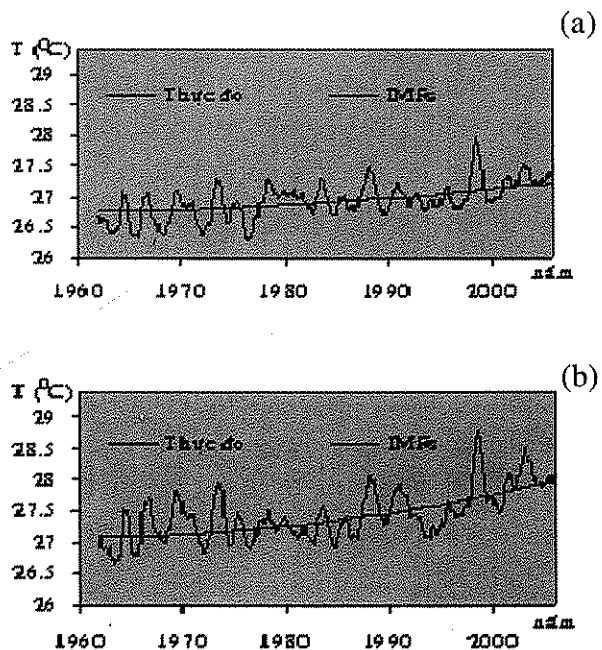
Sử dụng cho tính toán xu thế biến đổi khí hậu là số liệu trượt 12 tháng của lượng mưa, nhiệt độ và độ ẩm trung bình tháng. Thời gian phân tích là từ năm 1961 đến năm 2005. Để thấy rõ những ảnh hưởng của phát triển đô thị

tới biến đổi khí hậu, ngoài số liệu khí hậu của Tp. HCM, số liệu của các trạm trên khu vực Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) cũng được sử dụng, nhằm so sánh và đối chiếu.

Dựa trên phương pháp EMD, kết quả tính toán xu thế biến đổi khí hậu được thực hiện. Kết quả nhận được cho thấy xu thế biến đổi khí hậu các trạm ĐBSCL là tương tự với kết quả tính toán trung bình cho ĐBSCL, riêng trạm Tân Sơn Hòa do có tác động của quá trình đô thị hóa nên có xu thế khác biệt.

So với giá trị trung bình cho ĐBSCL, nhiệt độ Tp. HCM có những thay đổi mạnh mẽ hơn. Nhiệt độ đã gia tăng khoảng 0,02°C/năm. Rõ nét nhất là vào các năm gần đây, từ năm 1991 đến năm 2005 nhiệt độ đã tăng 0,5°C hay 0,033°C/năm, gấp đôi số gia tăng của ĐBSCL.

Riêng độ ẩm có xu thế biến đổi ngược lại, trong khi ĐBSCL có xu hướng tăng khoảng 0,037%/năm thì Tp. HCM có xu hướng giảm khoảng 0,081%/năm. Tính từ năm 1991 đến năm 2005 độ ẩm có khuynh hướng giảm nhanh hơn, khoảng 0,121%/năm.



Hình 3. Xu thế biến đổi nhiệt độ ĐBSCL (a) và trạm Tân Sơn Hòa (b)

Lượng mưa có xu thế giảm tại trạm Tân Sơn Hòa. Lý do của việc giảm lượng mưa trạm Tân Sơn Hòa là trung tâm mưa lớn dịch

chuyển về phía tây thành phố do sự phát triển và mở rộng đô thị theo hướng này [3].

Bảng 4. Mức độ biến đổi mưa, nhiệt, ẩm

Thời kỳ	Nhiệt độ ($^{\circ}$ C/năm)		Lượng mưa (mm/năm)		Độ ẩm (%/năm)	
	Trung bình cho ĐBSCL	Trạm Tân Sơn Hòa	Trung bình cho ĐBSCL	Trạm Tân Sơn Hòa	Trung bình cho ĐBSCL	Trạm Tân Sơn Hòa
1991-2005	0.016	0.033	2.329	-2.508	0.037	-0.121
1961-2005	0.011	0.020	1.927	-2.040	0.037	-0.081

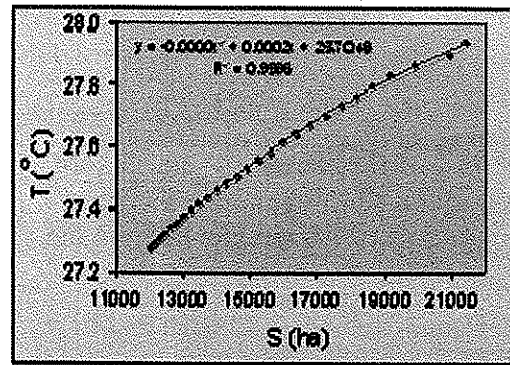
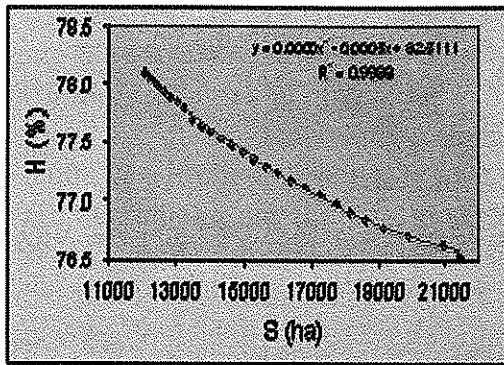
c. Ảnh hưởng của sự phát triển đô thị đến xu thế biến đổi khí hậu Tp. HCM

Theo kết quả tính toán trên, tốc độ tăng diện tích đất cho xây dựng của Tp. HCM gần bằng tốc độ gia tăng dân số. Việc tăng tỷ lệ sử dụng đất đã làm giảm diện tích cây xanh một lượng tương ứng, bề mặt cũ được thay thế bằng bê tông, gạch, kính, mái tôn, đường nhựa, v.v. đây là các vật liệu có albedo nhỏ nên khả năng hấp thụ nhiệt cao. Bị bao phủ bởi các công trình xây dựng, độ ẩm bề mặt cũng giảm nhanh chóng do tính không dẫn nước. Điều này làm cho độ ẩm không khí lớp bề mặt giảm theo. Đây không những là nguyên nhân trực tiếp làm giảm độ ẩm không khí lớp bề mặt mà còn gián tiếp làm tăng nhiệt độ vì ản nhiệt do bốc thoát hơi giảm. Một nguyên nhân quan trọng hơn nữa của quá trình đô thị hóa gây ảnh hưởng mạnh đến xu thế biến đổi khí hậu là do độ cao của các công trình xây dựng. Độ cao các công trình đô thị đã làm tăng bề dày của lớp đô thị (lớp canopy). Trong lớp canopy vận chuyển nhiệt rối bị hạn chế, làm giảm khả năng mất nhiệt của các công trình xây dựng. Hơn nữa, việc tăng độ dày lớp canopy tương ứng với việc tăng diện tích bị chiếu sáng, nên hấp thụ nhiệt cũng gia tăng. Các công trình xây dựng trong

quá trình đô thị hóa Tp. HCM còn làm tăng độ gồ ghề của lớp biên. Kết quả chung là vận chuyển nhiệt ẩm ngang và rối đều giảm.

Ảnh hưởng của sự phát triển đô thị với biến đổi khí hậu Tp. HCM được xem xét qua mối quan hệ giữa diện tích đất xây dựng đô thị với nhiệt độ và độ ẩm trung bình năm trạm Tân Sơn Hòa, hình 4 thể hiện mối quan hệ này. Ở đây, diện tích đất xây dựng được lấy từ kết quả tính toán trong bảng 3, nhiệt độ và độ ẩm được lấy từ đường biểu diễn xu thế theo phương pháp EMD.

Qua hình 4 cho thấy quan hệ giữa diện tích đất xây dựng với nhiệt độ và độ ẩm khá tốt. Điều này thể hiện những ảnh hưởng của việc thay đổi tỷ lệ sử dụng đất cho xây dựng đến sự gia tăng nhiệt độ và giảm độ ẩm. Dạng đường cong thể hiện gần đúng quan hệ giữa diện tích đất xây dựng với nhiệt độ và độ ẩm là các đa thức bậc 2. Như vậy cùng với một đơn vị diện tích đất xây dựng gia tăng, ở giai đoạn đầu nhiệt độ (độ ẩm) sẽ tăng (giảm) một lượng nhiều hơn so với các giai đoạn tiếp theo. Trong những năm gần đây do diện tích đất xây dựng tăng nhanh nên đã làm cho nhiệt độ tăng nhiều hơn và độ ẩm giảm mạnh hơn.



Hình 4. Quan hệ giữa diện tích đất xây dựng với độ ẩm và nhiệt độ

3. Kết luận

Các kết quả tính toán và phân tích trên đã cho thấy những ảnh hưởng khá sâu sắc của phát triển đô thị tới biến đổi khí hậu Tp. HCM. Để phát triển bền vững cần có qui hoạch chi tiết cho thành phố, nhất là việc đảm bảo cân

đối giữa tỷ lệ cây xanh và đất xây dựng. Xu thế biến đổi khí hậu Tp. HCM có nguyên nhân từ biến đổi sử dụng đất và biến đổi của khí hậu toàn cầu, tuy nhiên với mức thay đổi như hiện nay thì sự phát triển và mở rộng của thành phố vẫn là nguyên nhân quan trọng.

Tài liệu tham khảo

1. Phan Văn Hoạch, Lương Văn Việt và nnk. Phân bố các đặc trưng mưa liên quan đến vấn đề thoát nước, ô nhiễm môi trường và các giải pháp chống ngập úng trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh, Sở Khoa học và Công nghệ Tp. HCM. 2000.
2. Viện Kinh tế thành phố Hồ Chí Minh. Thành phố Hồ Chí Minh 30 năm xây dựng và phát triển, Ủy Ban nhân dân Tp.HCM. 2000.
3. Võ Kim Cương. Quản lý đô thị thời kỳ chuyển đổi, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội. 2004.
4. JACA (1988), Nghiên cứu hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị Tp.HCM, ủy ban nhân dân Tp.HCM.
5. Glantz M.H., R.W. Katz and N. Nicholls (1991), Teleconnections Linking Worldwide Climate Anomalies, Cambridge University Press.
6. Stanley Q.Kidder and Thomass H.Vonder Har (1995), Satellite Meteorology, Academic Press.
7. <http://www.hochiminhcity.gov.vn>