

# NGHIÊN CỨU THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐÔ THỊ DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA QUÁ TRÌNH ĐÔ THỊ HÓA Ở THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH BẰNG PHƯƠNG PHÁP VIỄN THÁM

TRẦN THỊ VÂN<sup>1</sup>, HOÀNG THÁI LAN<sup>2</sup>, LÊ VĂN TRUNG<sup>3</sup>

E-mail: tranthivan@hcmier.edu.vn

<sup>1</sup>Viện Môi trường và Tài nguyên - ĐHQG Tp. HCM

<sup>2</sup>Viện Vật lý Tp. HCM - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG Tp. HCM

Ngày nhận bài: 13 - 12 - 2010

## 1. Mở đầu

Đô thị phát triển dẫn theo sự xuất hiện ngày càng nhiều các bề mặt không thấm (MKT), đồng thời làm thay đổi các đặc tính nhiệt của đất, quỹ năng lượng ở bề mặt Trái Đất, thay đổi các tính chất tuần hoàn của khí quyển xung quanh, tạo ra một lượng lớn nhiệt thải từ các hoạt động nhân sinh và dẫn đến một loạt các thay đổi trong hệ thống môi trường đô thị. Các tác động của đô thị hóa (ĐTH) lên môi trường nhiệt là tạo ra hiệu ứng “Đảo nhiệt đô thị” (Urban Heat Island). Hiện tượng xảy ra, khi vào cùng thời gian, nhiệt độ trong thành phố lớn hơn nhiệt độ của các khu vực ngoại thành. Có nhiều yếu tố đóng góp vào việc hình thành đảo nhiệt đô thị, nhưng yếu tố đầu tiên là sự suy giảm lớp phủ thực vật và thay thế bề mặt đất bằng các vật liệu không thấm khiến cho lượng nước đi vào khí quyển ít hơn là từ bề mặt tự nhiên. Các MKT tập trung thu nhận bức xạ Mặt Trời ở bề mặt và có thể cực tiểu hóa chuyển tải năng lượng đó đi hướng lên (qua sự phản xạ và đối lưu), đi xuống (qua sự truyền dẫn) hoặc đi ngang (qua sự bình lưu và truyền dẫn). Hiệu ứng này hầu hết bắt nguồn gần bề mặt Trái Đất và sẽ lan truyền lên trên vào trong khí quyển. Vì vậy, nhiệt độ bề mặt (NDBM) là tham số quan trọng trong việc đặc trưng hóa sự trao đổi năng lượng giữa bề mặt đất và khí quyển. Đồng thời, NDBM đất là một biến quan trọng được

sử dụng cho nhiều ứng dụng như khí hậu, thủy văn, nông nghiệp, sinh địa hóa và các nghiên cứu biến động.

Viễn thám nhiệt có khả năng thực hiện phân tích chi tiết sự thay đổi NDBM cho một vùng mà không bị hạn chế bởi số điểm đo như trạm khí tượng. Dải quang phổ điện từ 3 đến 35 $\mu$ m cho phép thu nhận bức xạ và ước tính NDBM, đặc biệt trong cửa sổ khí quyển từ 8 đến 14 $\mu$ m. Các bộ cảm biến thu nhận ảnh có chứa kênh hồng ngoại nhiệt như AVHRR (trên vệ tinh NOAA), MVIRI (Meteosat), AATSR (ENVISAT), MODIS (TERRA) có độ phân giải thấp từ 1km trở lên, thích hợp cho các nghiên cứu toàn cầu. Trong nghiên cứu đô thị thường yêu cầu độ phân giải không gian cao hơn, trong đó có các ảnh vệ tinh thu nhận từ các bộ cảm biến như LANDSAT: TM có độ phân giải kênh nhiệt 120m, EMT+ 60m, ASTER có độ phân giải kênh nhiệt 90m.

Nhiệt độ bề mặt đất bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi độ phát xạ bề mặt và hiệu ứng của khí quyển. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu tính tách biệt độ phát xạ và NDBM như giả thiết độ phát xạ là hằng số (phương pháp chuẩn hóa độ phát xạ NEM và NOR) hoặc nhiệt độ là hằng số (phương pháp tỷ số phổ), biến không biết được tính và biến hằng số đã được giả thiết sẽ được tính lại tiếp sau đó. Hoặc yêu cầu biết trước thông tin bề mặt như phương

pháp NDVI để tính độc lập độ phát xạ. Hoặc tính đồng thời cả hai trong cùng một mô hình (phương pháp tách nhiệt độ và độ phát xạ TES) [6]. Hầu hết các phương pháp này đều ứng dụng cho các bộ cảm biến nhiệt có từ hai kênh trở lên. Các phương pháp ước tính nhiệt độ bề mặt có mục đích là bù cho các hiệu ứng khí quyển và hiệu ứng góc như phương pháp kênh đơn, kỹ thuật tách cửa sổ hoặc phương pháp đa kênh và phương pháp đa góc [6]. Các phương pháp này đều yêu cầu biết trước thông tin phát xạ bề mặt và tính toán đồng thời với hiệu ứng khí quyển. Điều này sẽ gặp khó khăn khi không có đầy đủ số đo về khí quyển song hành vào thời kỳ quan trắc của vệ tinh, nhất là đối với các ảnh lịch sử.

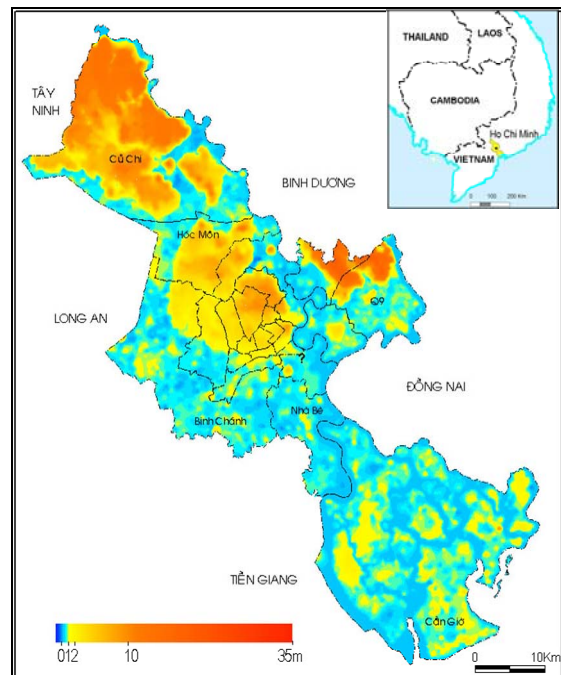
Ở Việt Nam, trong những năm gần đây đã có một số nghiên cứu ứng dụng viễn thám hồng ngoại nhiệt trong việc ước tính giá trị nhiệt độ cho khu vực đô thị, nhưng hầu hết đều chỉ dừng ở mức tính toán nhiệt độ sáng trên vệ tinh mà chưa xem xét đến yếu tố độ phát xạ để chuyển về NDBM thực [5, 18]; hoặc tính đến NDBM nhưng sử dụng giá trị độ phát xạ là hằng số cho toàn bộ ảnh [14, 15]; hoặc sử dụng số liệu độ phát xạ kết quả và các hệ số hiệu chỉnh có sẵn từ các tác giả nước ngoài [7, 12, 13]. Điều này dễ dẫn đến kết quả tính chưa chính xác so với thực tế.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu biến đổi nhiệt độ đô thị trên cơ sở ứng dụng viễn thám, qua đó phân tích và thiết lập mối tương quan giữa sự thay đổi nhiệt độ và quá trình ĐTH cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh, góp phần phục vụ quy hoạch phát triển đô thị bền vững.

## 2. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu

Khu vực nghiên cứu được chọn là thành phố Hồ Chí Minh với địa hình thấp dần từ bắc xuống nam với các công trình xây dựng tập trung ở các khu giữa và tiến dần lên phía Bắc (hình 1). Đây là thành phố - đô thị lớn nhất nước. Theo số liệu thống kê năm 2006, thành phố Hồ Chí Minh có 24 quận huyện gồm 19 quận và 5 huyện. Diện tích tự nhiên thành phố là 2.095,10km<sup>2</sup>, nội thành 494,01km<sup>2</sup> chiếm 23,58%, ngoại thành 1601km<sup>2</sup> chiếm 76,42%.

Dữ liệu vệ tinh được dùng trong nghiên cứu này là ảnh Landsat và Aster. Thời gian thu ảnh đều vào mùa khô của 4 năm: Landsat TM-16-01-1989, Landsat TM - 25-01-1998, Landsat ETM+-13-02-2002 và Aster 25-12-2006.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu - thành phố Hồ Chí Minh

## 3. Phương pháp

3.1. Các bước nghiên cứu và phương pháp thực hiện: minh họa trên hình 2.

3.2. Phương pháp tính nhiệt độ bề mặt và độ phát xạ

Các bộ cảm biến hồng ngoại nhiệt đo lường bức xạ ở giới hạn trên của khí quyển, vì vậy nhiệt độ chiếu sáng  $T_B$  (còn gọi là nhiệt độ vật đen) có thể được trích xuất bằng định luật Planck [10]:

$$T_B = \left( \frac{hc}{k\lambda} \right) \left( \frac{1}{\ln\left(\frac{1}{(2hc^2\lambda^{-5})/B_\lambda + 1}\right)} \right) \quad (1)$$

trong đó,  $h$  - hằng số Planck ( $6.62 \times 10^{-34}$  J-sec),  $c$  - vận tốc ánh sáng ( $2.998 \times 10^8$  m sec<sup>-1</sup>),  $\lambda$  - bước sóng bức xạ phát ra (m),  $B_\lambda$  - bức xạ vật đen ( $Wm^{-2}\mu m^{-1}$ ).

Để xác định NDBM thực, cần thiết phải hiệu chỉnh khí quyển và biết độ phát xạ (ĐPX) của lớp phủ đất. Do thiếu các số đo khí quyển vào thời gian thu chụp ảnh, nên bước hiệu chỉnh khí quyển bỏ qua. Tuy nhiên, các ảnh này được chụp vào mùa khô, hình ảnh rất rõ, vì vậy các hiệu ứng khí quyển trên các ảnh này không có nghĩa. ĐPX của các bề mặt tự nhiên có thể thay đổi đáng kể do có sự khác

biệt trong đặc tính lớp phủ đất và thực vật [16]. Vì vậy, hiệu chỉnh ĐPX cần phải thực hiện. ĐPX ( $\epsilon$ ) được tính qua công thức của Valos và Caselles [17]:

$$\epsilon = \epsilon_v P_v + \epsilon_s (1 - P_v) \quad (2)$$

với  $\epsilon_v$ ,  $\epsilon_s$  là ĐPX của đất phủ đầy thực vật và đất trống hoàn toàn,  $P_v$  là hợp phần thực vật, được tính theo NDVI tương quan với các ngưỡng giá trị NDVI<sub>s</sub> của đất trống hoặc NDVI<sub>v</sub> của đất phủ đầy thực vật.  $P_v$  được xác định theo công thức tỷ số [3] như sau:

$$P_v = \left( \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \right)^2 \quad (3)$$

Khi đã biết ĐPX bề mặt đất từ công thức (2), NĐBM đã hiệu chỉnh ĐPX có thể được tính theo định luật Stefan Boltzmann [10]:

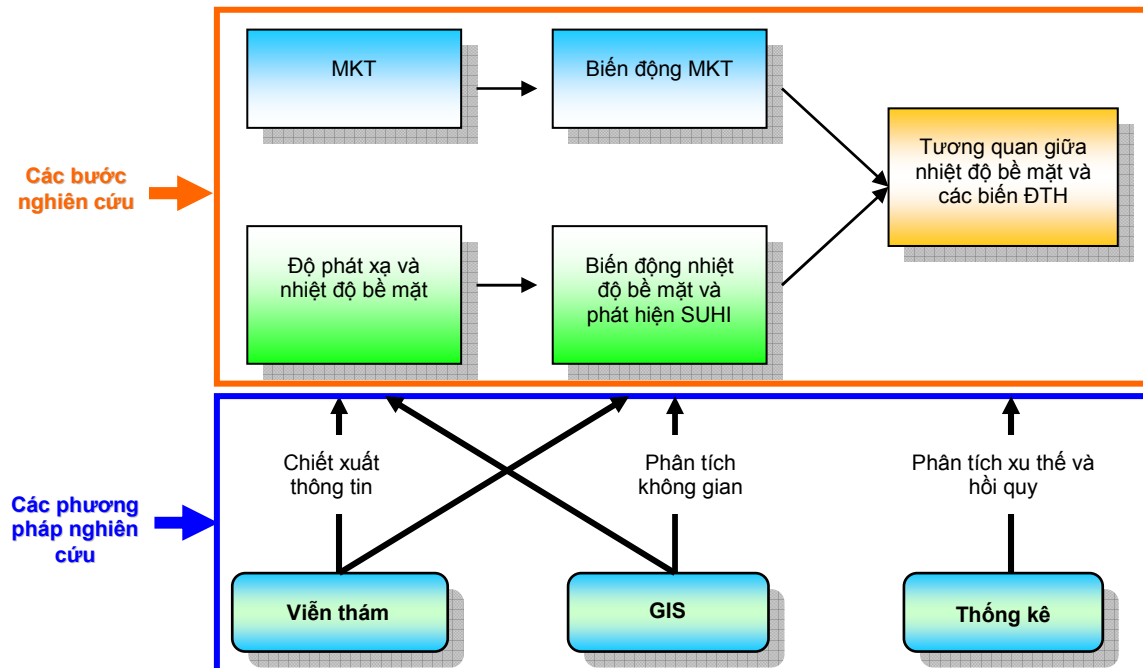
$$B = \epsilon \sigma T_s^4 = \sigma T_B^4 \quad (4)$$

Suy ra,

$$T_s = \frac{1}{\epsilon^{1/4}} T_B \quad (5)$$

với  $\sigma$  là hằng số Stefan Boltzmann ( $5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ),  $B$  - bức xạ tổng được phát ( $\text{Wm}^{-2}$ ),  $T_s$  - NĐBM (K),  $T_B$  - nhiệt độ chiếu sáng (K),  $\epsilon$  - ĐPX thay đổi từ 0 đến 1.

Nhiệt độ được ước tính từ các kênh nhiệt của mỗi bộ cảm biến. Đối với Landsat chỉ có một kênh nhiệt là kênh 6. Đối với ảnh ASTER nhiệt độ được tính từ hai kênh 13 và 14. Do các kênh này đều thu nhận bức xạ trong dải bước sóng tương ứng của số khí quyển 10,4-12,5 $\mu\text{m}$ , là nơi các bộ cảm biến nhiệt thu nhận khoảng 80% năng lượng bức xạ phát ra từ mặt đất [4],  $T_s$  cực đại hầu hết được thu nhận trong vùng này [8]. Phương pháp này không phụ thuộc vào số lượng kênh nhiệt của mỗi bộ cảm biến. Kết quả tính toán cho biết phân bố không gian của  $T_s$  đối với toàn khu vực. Bên cạnh đó các phương pháp thống kê và phân tích xu hướng cũng sẽ được sử dụng trong nghiên cứu này.



Hình 2. Các bước nghiên cứu và phương pháp thực hiện

### 3.3. Đánh giá độ chính xác

Đánh giá độ chính xác xác định nhiệt độ được thực hiện trên ảnh Aster ngày 25-6-2006 do có số

đo quan trắc thực nghiệm. Riêng ảnh Landsat chụp vào các năm cũ hơn, không có số đo song hành, tuy nhiên dải bước sóng của kênh nhiệt Landsat (10-12 $\mu\text{m}$ ) bao gồm luôn cả hai dải bước sóng kênh

nhệt 13 và 14 của Aster. Đồng thời, việc tính toán nhiệt độ bề mặt được thực hiện theo cùng một quy trình, nên có thể xem xét kết quả đánh giá của ảnh Aster tương tự cho Landsat.

Tác giả đã tiến hành đặt 10 điểm quan trắc đo nhiệt độ hàng ngày trên các kiểu bề mặt đất khác nhau và lấy số đo vào lúc 10g30 cùng lúc vệ tinh TERRA mang bộ cảm biến Aster đi qua khu vực thành phố Hồ Chí Minh từ tháng 11-2006 cho đến khi đặt mua được ảnh Aster ngày 25-12-2006. Nghiên cứu đã kết hợp so sánh kết quả tính nhiệt độ trên ảnh Aster với các phương pháp Chuẩn hoá phát xạ NOR của Gillespie, A.R., (1985) (tham khảo từ [11]), và phương pháp của Artis và Carnahan (1982) (AC) [2]. Ngoài ra, tác giả cũng so sánh với sản phẩm nhiệt độ bề mặt AST08 đã được tính trước theo phương pháp tách nhiệt độ và độ phát xạ TES [9] đặc biệt chuyên dùng cho ảnh Aster.

Sai số đánh giá độ chính xác của các phương pháp sẽ được tính từ độ lệch trung bình (bias) giữa các giá trị ước tính từ mỗi phương pháp với giá trị đo đạc thực tế tại 10 điểm quan trắc và sai số E(%) giữa số đo và số tính (bảng 1).

**Bảng 1. Kết quả sai số tính nhiệt độ (T<sub>s</sub>) của các phương pháp khác nhau**

Phương pháp tính $\epsilon$	Bias (°C)	E(%)
Không tính $\epsilon$	7,24	20,14
NDVI	1,95	5,42
AC	2,01	5,59
NOR	6,83	19,0
TES - AST08	0,81	2,24

Kết quả cho thấy số liệu của sản phẩm AST08 tính từ phương pháp TES cho kết quả tốt nhất, độ lệch khoảng 1°C và sai số chỉ khoảng 2,24%. Kế tiếp là kết quả từ phương pháp của nghiên cứu có tính đến hiệu chỉnh độ phát xạ theo NDVI, độ lệch khoảng 2°C và sai số khoảng 5,42%. Trường hợp chỉ dùng tính toán đến nhiệt độ sáng (không hiệu chỉnh theo độ phát xạ bề mặt) cho kết quả sai lệch lớn đáng kể.

Có một điều cần quan tâm là, mặc dù phương pháp TES cho sai số nhỏ nhất trong các phương pháp mô tả, nhưng kết quả này là kết quả được định lượng trên trường nhìn FOV tương đương một vùng với kích thước 90×90m đối với ảnh Aster. Trong khi đó, phương pháp NDVI sử dụng các đặc tính của các kênh phân xạ có độ phân giải (15-30m) cao hơn so với kênh nhiệt (60-90m). Ảnh độ phát xạ lúc này sẽ có độ phân giải là 15m đối với

Aster và 30m đối với Landsat. Vì vậy, ảnh nhiệt độ bề mặt cuối cùng cũng mang cùng độ phân giải như ảnh độ phát xạ, giải quyết được một phần của vấn đề hỗn hợp đối tượng trong một pixel. Đồng thời, phương pháp TES có quy trình tính toán phức tạp, yêu cầu số liệu phải được hiệu chỉnh khí quyển tốt. Điều này sẽ khó thực hiện đối với các trường hợp ảnh quá khứ không có sẵn số đo đồng thời về các yếu tố khí quyển. Cuối cùng, giải thuật TES được thiết kế chỉ chuyên dùng cho loại ảnh Aster phải có 5 kênh nhiệt. Vì vậy, qua kết quả này, phương pháp tính nhiệt độ có hiệu chỉnh độ phát xạ từ NDVI sẽ là giải pháp tối ưu trong điều kiện thực tế của Việt Nam

#### 4. Kết quả và thảo luận

##### 4.1. Biến động đô thị Tp. Hồ Chí Minh trong quá trình đô thị hóa giai đoạn 1989-2006

###### 4.1.1. Cơ sở đánh giá quá trình đô thị hóa

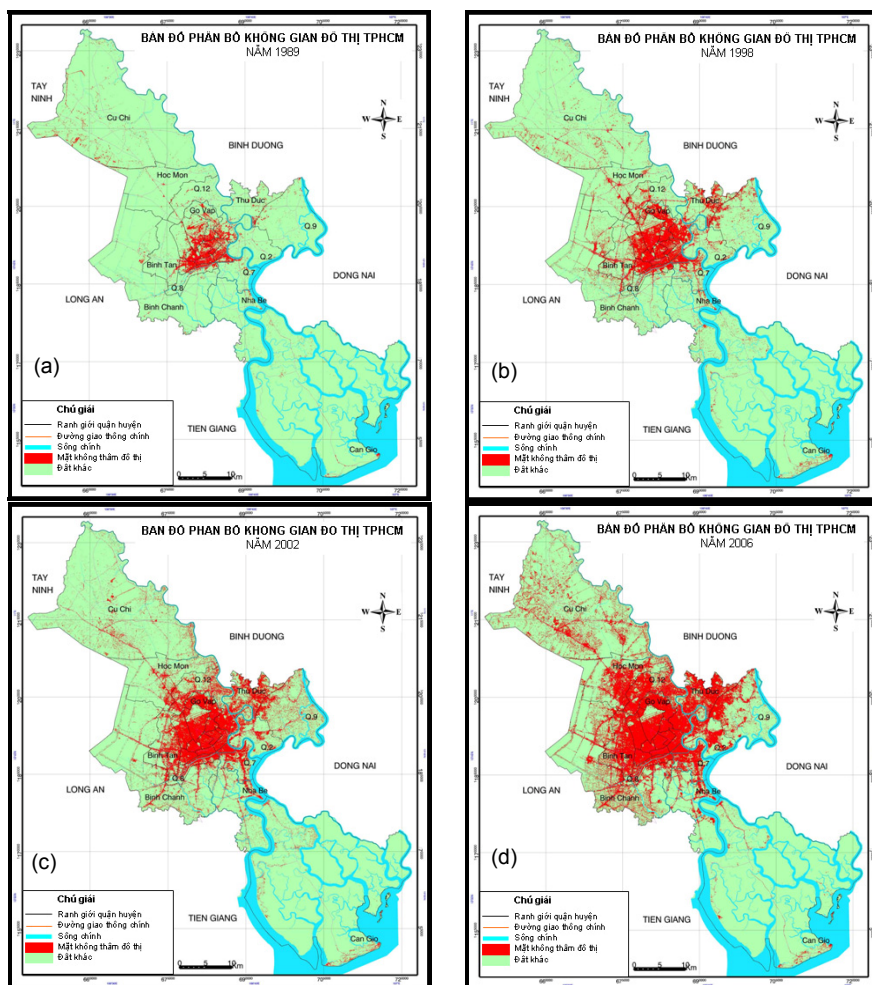
Quá trình ĐTH ở các thành phố thường liên quan đến việc chuyển đổi đất từ rừng, cỏ và đất trồng trọt sang các MKT. Đó là các bề mặt nhân tạo như mái nhà, lối đi bộ, đường giao thông, bãi đỗ được phủ bởi các vật liệu không thấm như nhựa đường, bê tông, đá và các vật liệu xây dựng. Trên thế giới, MKT được biết đến nhiều như là chất chỉ thị môi trường khóa để nhận dạng quá trình đô thị hóa và cường độ phát triển đô thị, cũng như ứng dụng cho phát triển đô thị bền vững và quy hoạch nguồn tài nguyên thiên nhiên [1]. Môi trường đô thị được đặc trưng bởi hỗn hợp của các vật liệu và các kiểu lớp phủ khác nhau, cho nên cảnh quan đô thị thường là các tổ hợp của các kiểu lớp phủ khác biệt về phổ. Do tính chất không đồng nhất, việc phân loại các kiểu lớp phủ đô thị từ dữ liệu viễn thám thường gặp nhiều khó khăn. Các MKT có tính chất vật lý riêng và được ghi nhận trên dải quang phổ điện từ như là một đối tượng. Vì vậy, trong nghiên cứu này MKT được xem là đặc trưng đô thị và được dùng để phát hiện không gian đô thị và đánh giá mức độ đô thị hoá. Thông tin về MKT sẽ được dùng để theo dõi biến động trong quá trình ĐTH.

Khi thực hiện phép phân loại có kiểm định, đặc tính vật lý của các MKT thể hiện rất giống với đất trồng, hoặc trên ảnh độ phân giải trung bình (Landsat và Aster), phổ của các MKT trong khu đô thị có mật độ cây xanh cao lại rất gần với các vùng đất ngập nước. Vì vậy, vấn đề tách biệt phổ phản xạ của các MKT trong khu đô thị ra khỏi đất trồng và đất ngập nước là cần phải xem xét. Điều đó liên quan đến việc chọn mẫu huấn luyện phải tốt.

Phép tỷ số kênh có thể làm giảm các thay đổi do môi trường gây ra đối với mỗi kênh đơn lẻ, ngoài ra, tỷ số kênh cũng cung cấp thông tin duy nhất mà không sẵn có ở bất kỳ kênh nào cho việc phân biệt rõ đất, nước và thực vật. Khi khảo sát các biểu đồ phân tán điểm cấu tạo bởi các kênh đỏ (red) và kênh cận hồng ngoại (NIR) trên ảnh tổ hợp màu giả nguyên thủy, các điểm mẫu đất trồng phân bố rất gần với mẫu MKT, khó tách biệt để khoanh chọn. Nhưng khi khảo sát trên biểu đồ phân bố từ các ảnh tỷ số NIR/green và MIR/green (tương đương với kênh 4/kênh 2 và kênh 5/kênh 2 của ảnh Landsat hoặc kênh 3/kênh 1 và kênh 4/kênh 1 của ảnh Aster) thì 4 đối tượng MKT, đất trồng, nước và thực vật tách biệt hoàn toàn, đặc biệt là giữa đất trồng và MKT. Vì vậy, tác giả đã dùng mẫu huấn luyện được tách chọn trên biểu đồ phân tán điểm cấu tạo bởi hai ảnh tỷ số này sử dụng cho phân loại về sau.

Bản đồ phân bố không gian đô thị được thành lập dựa trên việc tích hợp kết quả phân loại có kiểm định và phân ngưỡng bản đồ NDVI. Nghiên cứu chi quan tâm đến đối tượng đô thị, vì vậy kết quả xử lý ảnh số sẽ là bản đồ nhị phân MKT đô thị và đất khác (không có MKT). Qua khảo sát cho thấy, phân loại có kiểm định cho kết quả MKT tách khỏi nước và đất ẩm khá tốt tuy có nhầm lẫn chút ít với đất trồng, trong khi đó kết quả phân loại từ phân ngưỡng bản đồ NDVI với  $NDVI < 0$  lại cho thấy MKT tách biệt khỏi đất trồng nhưng đất ẩm ướt và đất ngập nước thường lẫn trong kiểu MKT. Phép toán logic AND sẽ được thực hiện nhằm để loại trừ các pixel nhầm lẫn này và tách biệt kiểu MKT cuối cùng. Kết quả cho biết phương pháp chiết xuất MKT khá tốt, độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa của 4 năm đều đạt trên 96%.

#### 4.1.2. Biến động đô thị về diện tích không gian (hình 3)



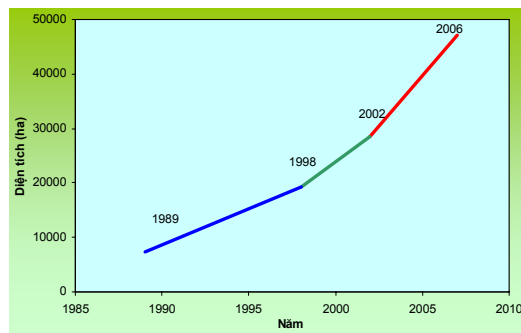
← Hình 3. Bản đồ phân bố không gian đô thị Tp. Hồ Chí Minh qua các năm tại thời điểm chụp ảnh từ xử lý ảnh vệ tinh Landsat và Aster, (a) 16-01-1989 (b) 25-01-1996 (c) 13-02-2002 (d) 25-12-2006

Kết quả xử lý ảnh vệ tinh bằng phương pháp viễn thám cho thấy trong vòng gần 18 năm, từ tháng 1-1989 đến tháng 12-2006 theo thời gian ảnh vệ tinh, diện tích đất đô thị tăng lên 6,5 lần. Hình 3 cho biết, thành phố Hồ Chí Minh phát triển mạnh theo hướng lan tỏa từ khu vực trung tâm và tập trung mở rộng ở khu vực phía Bắc thành phố, đặc biệt là dọc theo các trục lộ chính ở khu vực ngoại thành. Diện tích đất đô thị tính đến năm 2006 chiếm tỷ lệ 22,47% gần bằng 1/4 diện tích toàn thành phố (bảng 1).

**Bảng 1. Diện tích đất đô thị Tp. Hồ Chí Minh qua các năm theo kết quả phân tích ảnh viễn thám**

Năm	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%) so toàn TP
25-12-2006	47.083,84	22,47
13-02-2002	28.576,49	13,64
25-01-1998	19.282,01	9,20
16-01-1989	7.354,22	3,51

Tăng trưởng diện tích không gian đô thị theo thời gian có độ dốc dương như trên Hình 4 với các đoạn tăng trưởng khác nhau theo chu kỳ của ảnh vệ tinh quan sát. Trong đó, giai đoạn 2002-2006 có độ dốc cao nhất, chứng tỏ giai đoạn này có sự bùng nổ đô thị hóa đáng kể về mặt tăng trưởng diện tích đất xây dựng chỉ trong vòng chưa đầy 5 năm. Ở giai đoạn này, diện tích MKT tăng ước lượng trung bình mỗi năm gấp 1,6 lần so với 4 năm của giai đoạn 1998-2002 và gần gấp 2,8 lần so với 9 năm của giai đoạn 1989-1998.



Hình 4. Biểu đồ tăng trưởng diện tích không gian đô thị giai đoạn 1989-2006

Xét về biến động không gian, nếu tính theo các khu vực đô thị và ĐTH của phân chia hành chính các quận/huyện thì kết quả xử lý ảnh viễn thám cho thấy, trong quá trình ĐTH từ năm 1989 đến năm 2006, đồng thời phát triển khu đô thị cũ: khu vực

số 1 trường hợp trước năm 1997 và khu vực số 1+2 trường hợp sau năm 1997, ở các khu vực ngoại thành xung quanh đã và đang mọc lên các khu đô thị mới và xu hướng đang lấp kín dần theo thời gian. Theo tính toán thống kê cho từng quận/huyện từ phân tích ảnh cho thấy, đến năm 2006 hầu hết các quận/huyện đều có diện tích xây dựng MKT tăng. Ở 8 quận nội thành trung tâm ở khu vực 1, hầu hết diện tích xây dựng phủ kín hết quỹ đất trừ phần đất sông suối và đất cây xanh.

## 4.2. Biến đổi nhiệt độ đô thị thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1989-2006

### 4.2.1. Bản đồ phân bố nhiệt độ bề mặt

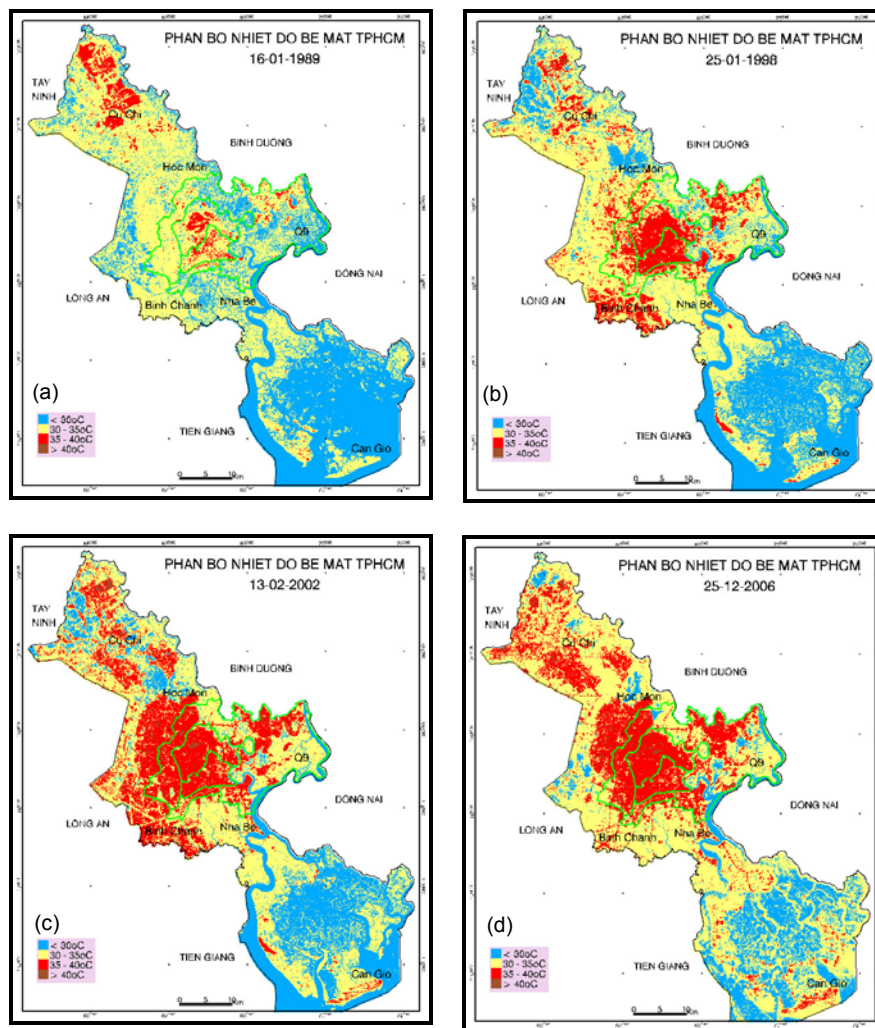
ĐPX có liên quan đến tình trạng lớp phủ mặt đất và tỷ lệ thuận với sinh khối thực vật. Kết quả xử lý cho biết, khu vực có thực vật  $\varepsilon > 0,92$ , vùng phủ đầy thực vật  $\varepsilon > 0,95$ , là những vùng đất nông nghiệp có mật độ cây xanh cao hoặc những khu công viên cây xanh. Những khu vực đất trống, đô thị, khu xây dựng  $\varepsilon \approx 0,90-0,91$ . Mặt nước sông hồ có  $\varepsilon \approx 0,91$  đối với nước ít hàm lượng thực vật lơ lửng, ngược lại mặt nước có hàm lượng thực vật lơ lửng cao  $\varepsilon$  đạt đến 0,92.

Phân bố NDBM trên 4 ảnh (hình 5) tập trung nền nhiệt độ cao ở các quận nội thành và quận huyện phía Bắc. Phần rừng ngập mặn phía Nam ở huyện Cần Giờ và các khu vực cây xanh đất nông nghiệp còn lại có nền nhiệt độ thấp hơn. Nhiệt độ cao hơn 40°C là các khu công nghiệp tập trung hoặc các khu vực có hoạt động sản xuất. Nhiệt độ từ 35°C đến 40°C tập trung chủ yếu ở các khu đô thị, khu vực dân cư thiếu cây xanh hoặc với mật độ cây xanh thưa thớt hay các khu vực đất trống khô. Khoảng giá trị 30°C-35°C tập trung ở các khu vực cây xanh, đất nông nghiệp. Thấp hơn 30°C là khu vực rừng ngập mặn và mặt nước. Riêng mặt nước thể hiện giá trị nhiệt độ gần như là hằng số ở những khu vực chất lượng nước tốt, các khu vực với chất lượng nước thay đổi thì NDBM cũng thay đổi tùy thuộc vào lượng thực vật hoặc chất thải rắn lơ lửng trên mặt nước. Trong 4 năm, ảnh cũng cho giá trị nhiệt độ mặt nước thấp nhất khác nhau: năm 1989 khoảng 20°C, 1998  $\approx 22^\circ\text{C}$ , 2002  $\approx 23^\circ\text{C}$  và 2006  $\approx 27^\circ\text{C}$ .

Mặc dù ảnh vệ tinh của 4 năm đều được chọn vào mùa khô của khu vực thành phố Hồ Chí Minh (từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau), tuy nhiên do tháng khác nhau, sự phân bố NDBM cũng

có sự khác nhau ở các khu vực đất nông nghiệp đồng bằng tùy theo thời vụ và ẩm độ của đất. Cụ thể trên ảnh cuối tháng 1 năm 1998 và giữa tháng 2 năm 2002 so với ảnh cuối tháng 12 năm 2006. Cuối tháng 12 là thời gian vào vụ Đông Xuân sau mùa mưa lũ, các vùng thấp gần sông như huyện Bình Chánh trở thành vùng đất ẩm phủ đầy thực vật và có nền nhiệt độ thấp hơn. Cuối tháng 1 sang tháng 2 là các tháng bắt đầu nắng nóng nhiều và

vào cuối vụ Đông Xuân, các khu vực đất nông nghiệp của huyện này lại trở thành vùng đất trống, do đó có nền nhiệt độ cao thể hiện trên các ảnh năm 1998 và 2002. Trong khi đó, ở bất kỳ tháng nào của năm thì khu vực nội thành vẫn luôn luôn thể hiện nền nhiệt độ cao hơn xung quanh. Đồng thời, khi so sánh các ảnh phân bố MKT và NĐBM, nền nhiệt độ cao này đều tập trung ở các khu vực có phủ các MKT dày đặc.

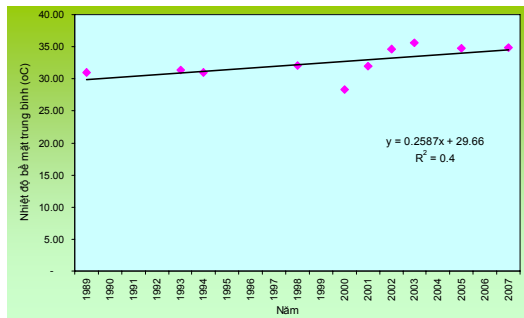


← Hình 5. Bản đồ phân bố NĐBM đô thị thành phố Hồ Chí Minh trên ảnh vệ tinh tại 4 thời điểm  
 (a) 16-01-1989  
 (b) 25-01-1998  
 (c) 13-02-2002  
 (d) 25-12-2006

#### 4.2.2. Xu hướng nhiệt độ bề mặt

Xét trên các ảnh vệ tinh tại 4 thời điểm của thành phố Hồ Chí Minh, cho thấy NĐBM trung bình toàn thành phố có giá trị tăng dần theo thời gian từ 29,8°C vào năm 1989 tăng lên 33,3°C vào

cuối năm 2006. Xét trong giai đoạn 1989-2006 cho khu vực nội thành 19 quận theo chuỗi số liệu 10 năm ảnh, đường xu hướng  $y = 0,2587x + 29,66$  cho thấy nhiệt độ bề mặt trung bình chỉ riêng 19 quận đang có chiều hướng tăng với độ dốc tăng khoảng 0,26°C/năm (hình 6).

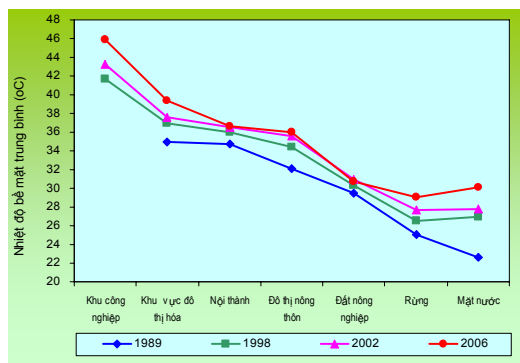


Hình 6. Xu hướng nhiệt độ bề mặt trung bình khu vực 19 quận đô thị theo ảnh vệ tinh tại 10 thời điểm từ 1989 đến 2006

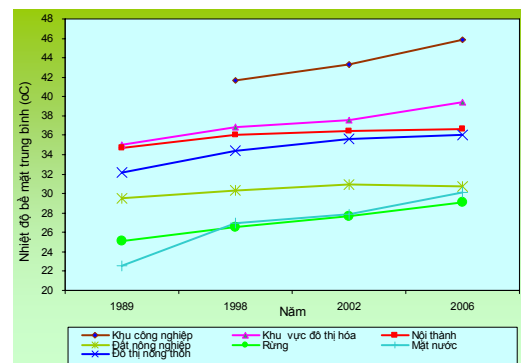
#### 4.2.3. Biến động nhiệt độ bề mặt trên các kiểu lớp phủ đất khác nhau

Các kiểu lớp phủ đất khác nhau có khả năng phát xạ khác nhau được thể hiện qua sự khác biệt về giá trị độ phát xạ. Các tác giả đã khảo sát và phân tích 100 mẫu trích từ ảnh vệ tinh và ảnh

NĐBM của 4 năm chính, sau đó tính thống kê NĐBM theo từng kiểu lớp phủ đất (bảng 2 và hình 7). Nhiệt độ cao nhất tập trung ở các khu công nghiệp với giá trị trung bình >40°C, cực đại có thể đạt đến 45°C, là nơi thường xuyên có các hoạt động sản xuất thải ra nhiệt cùng với nhiệt hấp thụ từ bức xạ Mặt Trời khiến cho chúng thường có nhiệt độ cao hơn ở những nơi khác. Các khu dân cư có NĐBM trung bình >35°C, đặc biệt là các khu vực đô thị hóa thuộc các quận Gò Vấp, Tân Bình, quận 12. Các khu vực này cùng với sự tăng trưởng đô thị, NĐBM cũng tăng theo do có sự thay thế của lớp phủ thực vật tự nhiên bằng các bề mặt không thấm, không có khả năng thấm thấu vào trong đất như bê tông, nhựa đường, kim loại. Các bề mặt này làm tăng khả năng chảy tràn của nước cũng như chuyển hóa năng lượng Mặt Trời hấp thụ thành nhiệt ẩn mà không có quá trình chuyển sang nhiệt ẩn. Biến động theo thời gian giai đoạn 1989-2006, với cùng một kiểu thực vật, NĐBM của chúng đều có độ dốc dương, nghĩa là cùng với xu hướng tăng nhiệt độ chung (hình 8).



Hình 7. NĐBM trung bình các kiểu bề mặt đất trên ảnh vệ tinh tại 4 thời điểm



Hình 8. Xu hướng NĐBM trung bình của các kiểu bề mặt đất khác nhau trên ảnh vệ tinh tại 4 thời điểm

**Bảng 2. Nhiệt độ bề mặt của các kiểu bề mặt đất khác nhau trên ảnh vệ tinh tại 4 thời điểm**

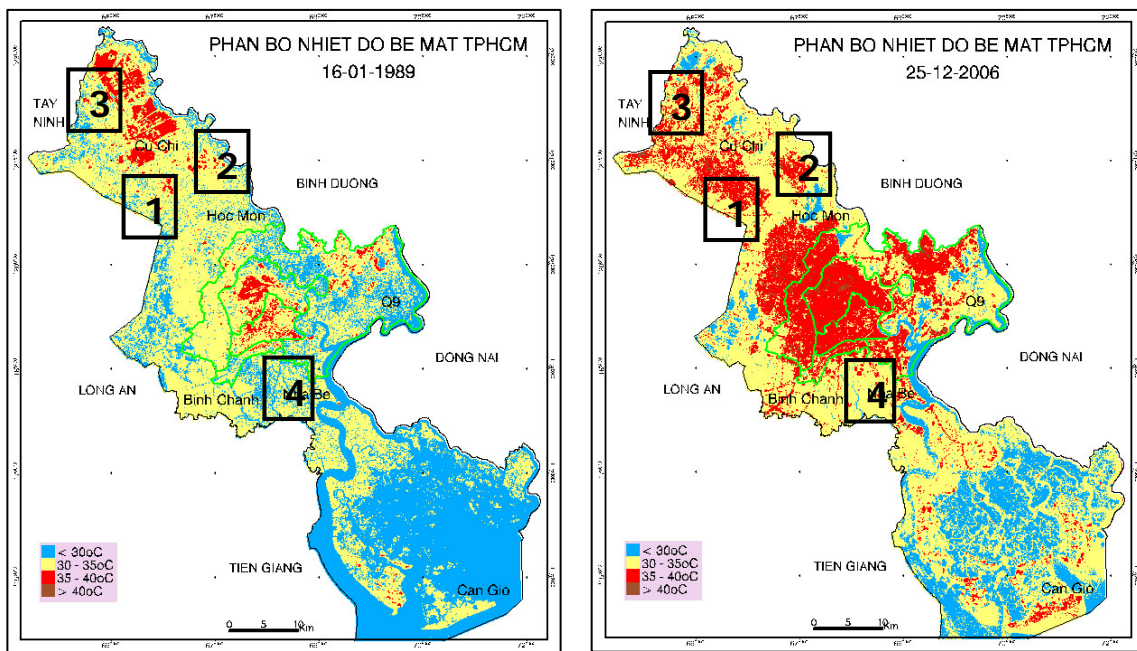
Kiểu bề mặt đất	NĐBM (°C)											
	1989			1998			2002			2006		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
Khu công nghiệp		Chưa có KCN		40,0	43,5	41,7	40,4	45,3	43,3	40,4	47,2	45,9
Khu vực ĐTH	33,7	36,3	35,0	34,5	39,3	36,9	35,3	43,2	37,6	35,0	43,9	39,4
Nội thành	23,1	36,9	34,7	25,5	39,3	36,0	26,9	40,2	36,5	28,3	40,9	36,7
Đô thị nông thôn	28,5	35,8	32,1	32,0	37,1	34,4	32,5	39,9	35,6	32,4	40,0	36,0
Đất nông nghiệp	25,7	34,4	29,5	26,5	33,2	30,4	26,5	34,4	30,9	28,1	35,5	30,7
Rừng	23,1	27,1	25,1	24,7	28,4	26,5	25,9	29,8	27,7	28,4	29,7	29,1
Mặt nước	20,3	24,9	22,6	23,9	29,8	26,9	25,0	30,9	27,8	26,8	33,5	30,1



#### 4.2.4. Biến động đảo nhiệt đô thị bề mặt

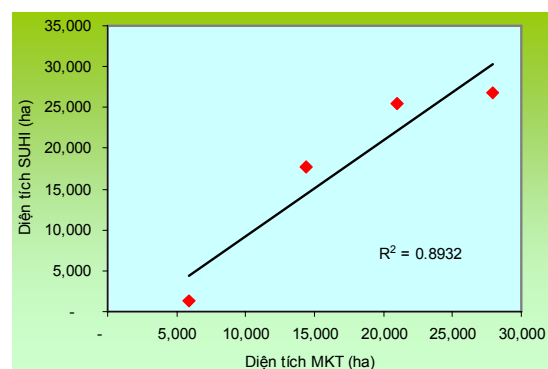
Theo cấu trúc không gian, đảo nhiệt đô thị bề mặt (SUHI - Surface Urban Heat Island) có sự thay đổi và mở rộng rõ rệt từ kiểu chấm hoặc vùng nhỏ phân tán năm 1989 đến kiểu chuỗi hoặc vùng tập trung lớn dần từ năm 1998, 2002 đến năm 2006, đặc biệt là khu vực nội thành nếu loại bỏ các vùng nhiệt độ cao ở các khu đất trống thuộc huyện Bình Chánh - phía tây nam và thuộc huyện Củ Chi - phía bắc trên các ảnh năm 1998 và 2002. Để xác định độ lớn của SUHI trên thành phố Hồ Chí Minh,

ngưỡng nhiệt độ  $>35^{\circ}\text{C}$  được phân ra như trên hình 5, từ đó cho thấy, SUHI toàn thành phố mở rộng từ 2.052ha năm 1989 đến 38.438ha năm 2006, tăng lên gần 19 lần, trong đó, một SUHI cực lớn hình thành ở nội thành từ một diện tích rất nhỏ khoảng 1.199ha vào năm 1989 thì đến năm 2006 đã mở rộng đến 28.724ha, tăng 24 lần. SUHI thứ hai thuộc khu vực quận Thủ Đức, vào năm 1989 chỉ có vài đốm nhỏ không đáng kể thì đến năm 2006 đã mở rộng đến 4.733ha. Còn lại hai SUHI nhỏ khác thuộc tâm huyện Củ Chi và huyện Cần Giờ (hình 9).



Hình 9. Vị trí các SUHI điển hình trên khu vực thành phố Hồ Chí Minh

Xét trong phạm vi 19 quận, quan hệ giữa diện tích các khu vực với ngưỡng NĐBM  $>35^{\circ}\text{C}$  so sánh với diện tích của các MKT cho thấy, giữa hai yếu tố này có mối quan hệ dương tuyến tính khá chặt chẽ ( $R^2=0,89$ ) (hình 10). Rõ ràng, hiệu ứng đảo nhiệt đô thị là sản phẩm của ĐTH: diện tích MKT của đô thị mở rộng đến đâu thì gần như diện tích của SUHI mở rộng đến đó. Kết quả này chỉ cho biết sự phân bố của SUHI tại thời điểm vệ tinh chụp ảnh. Ở mỗi thời điểm khác nhau, hình ảnh của SUHI sẽ khác nhau. Do đó, SUHI còn có thể được xem như là một hiện tượng khí tượng động, không phải là một đặc trưng hằng số hay duy nhất. Đồng thời, độ lớn này cũng có thể thay đổi khi chọn ngưỡng phân cấp nhiệt độ khác nhau.

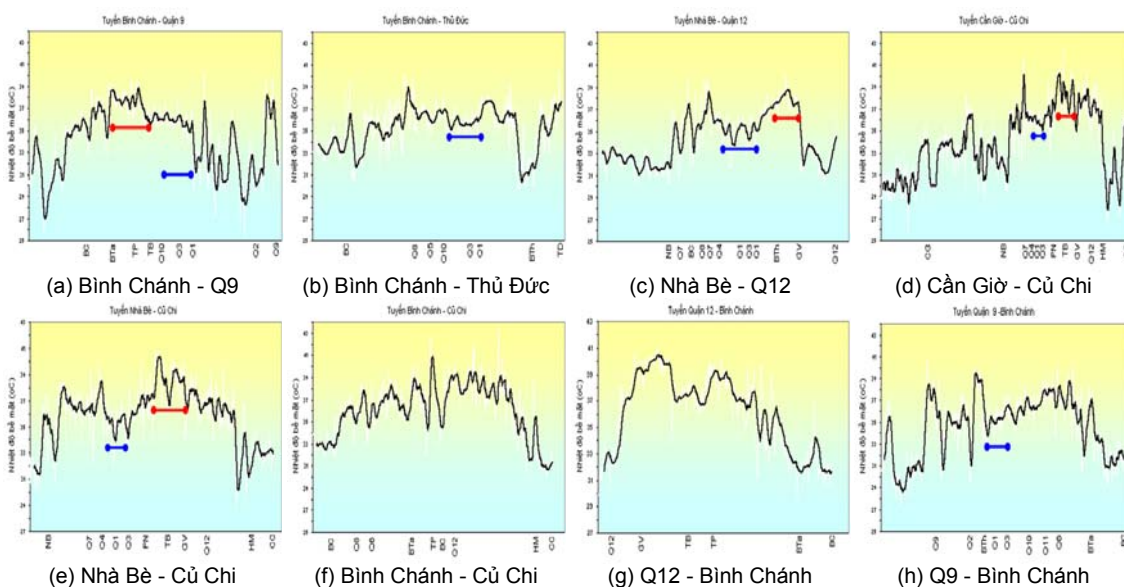


Hình 10. Quan hệ giữa diện tích SUHI và MKT khu vực 19 quận qua ảnh vệ tinh tại 4 thời điểm

**4.2.5. Hình thái các dạng đảo nhiệt đô thị bề mặt ở Tp. Hồ Chí Minh**

Hình thái đảo nhiệt ở mỗi thành phố sẽ khác nhau tùy vào địa hình, địa vật và hoạt động của gió theo mỗi mùa. Thí nghiệm khảo sát hình thái của các dạng SUHI ở thành phố Hồ Chí Minh trên ảnh NĐBM trích xuất từ ảnh vệ tinh năm 2006, thực hiện qua 8 mặt cắt ngang trên các kiểu bề mặt đất khác nhau đi qua khu vực nông thôn và đô thị của các quận/huyện (hình 11). Tất cả đều cho thấy một hình ảnh chung là có sự khác biệt rõ rệt nhiệt độ giữa khu vực nội thành và khu vực nông thôn.

Chênh lệch này có giá trị trung bình khoảng 10°C - 15°C, ở đó các đường đều cho thấy NĐBM cao thường đi qua khu đô thị dân cư tập trung vắng bóng cây xanh, các khu đô thị có giá trị nhiệt độ thấp hơn nhờ có mật độ cây xanh tương đối cao xen lẫn trong khu dân cư. Đặc biệt ở các quận 1 và quận 3, dù là các quận nội thành cũ tập trung các khu dân cư và khu thương mại dày đặc, nhưng nhờ có mật độ cây xanh cao xen lẫn nên NĐBM thấp hơn nhiều so với các quận khác. Các đường biểu diễn này cho thấy nền nhiệt độ thấp nhất khi đi qua các vùng có mặt nước, sau đó là vùng cây xanh có diện tích rộng.



Hình 11. Mặt cắt NĐBM trên các bề mặt đất khác nhau đi qua các quận/huyện trên ảnh vệ tinh năm 2006

**4.3. Tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và đô thị hóa ở Tp. Hồ Chí Minh**

Phép hồi quy tuyến tính đa biến được ứng dụng để tìm mối liên hệ giữa sự thay đổi nhiệt độ và quá trình ĐTH với các biến gồm: NĐBM đô thị  $T_s$  - biến phụ thuộc, ba yếu tố dựa trên cơ sở ảnh vệ tinh - được xem là ba biến độc lập của quá trình ĐTH liên quan đến các quá trình chuyển đổi bề mặt - có thể lượng hóa đưa vào xem xét tương quan là: (i) IS - phần trăm diện tích MKT, (ii) ND - phần trăm diện tích lớp phủ thực vật, (iii) WA - phần trăm diện tích mặt nước. Biến thứ tư cũng được đưa vào không liên quan đến các quá trình bề mặt đất, tuy nhiên trên thực tiễn cũng có tác động

không nhỏ đến quá trình ĐTH là PD - mật độ dân số (đơn vị: người/ha).

Số liệu thống kê được trích xuất trực tiếp từ ảnh vệ tinh năm 2006 cho các biến số IS, ND và WA, riêng số liệu mật độ dân số PD lấy theo số liệu của Cục Thống kê thành phố Hồ Chí Minh năm 2006. Số liệu diện tích về MKT, lớp phủ thực vật và mặt nước được tính trung bình cho 24 quận/huyện, sau đó được chuyển đổi sang tỷ lệ phần trăm.

Trong nghiên cứu này, phương pháp bình phương tối thiểu thường ước lượng các hệ số hồi quy không đúng như kỳ vọng. Do vậy, mô hình hồi quy tuyến tính theo phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số được thay thế, với trọng số được

chọn là một trong các biến độc lập. Kết quả tính tương quan giữa biến NĐBM và các biến độc lập chỉ thị sự ĐTH cho biết, trị tuyệt đối của hệ số tương quan giữa Ts-IS là lớn nhất (0,873), nghĩa là biến IS- MKT có tầm quan trọng (trọng số) lớn nhất trong 4 biến tác động đến biến Ts- NĐBM. Từ đó, các tác giả đã chọn biến IS làm biến trọng số. Kết quả hồi quy 4 biến cho thấy các giá trị kiểm định của biến PD đều không thỏa mãn. Do đó hệ số hồi quy của biến PD không có ý nghĩa thống kê, hoặc biến PD không cần thiết trong trường hợp này và sẽ bị loại trừ, mặc dù mật độ dân số có hệ số tương quan khá tốt ( $R=0,708$ ). Thực hiện hồi quy trên 3 biến còn lại cho thấy các hệ số hồi quy đều có ý nghĩa thống kê. Phương trình hồi quy cuối cùng như sau:

$$Ts_w = 34,17 + 0,03*IS - 0,02*ND - 0,06*WA \quad (5)$$

Bảng 3 cho biết, kết quả của phương trình hồi quy tuyến tính trên phù hợp với tập dữ liệu đến mức 97% ( $R^2 = 0,97$ ), hoặc có thể nói, 97% khác biệt của các giá trị NĐBM trung bình quan sát trên 24 quận/huyện có thể được giải thích bởi sự khác biệt về các thay đổi của các quá trình bề mặt gồm:

phần trăm diện tích MKT, lớp phủ thực vật và mặt nước bên trong mỗi quận/huyện. Phương trình này hoàn toàn chấp nhận được, các hệ số hồi quy của các biến chỉ thị ĐTH có ý nghĩa trong việc phân tích đánh giá tác động đến sự biến đổi NĐBM đô thị hiện nay. Biến phần trăm diện tích mặt không thấm IS tác động thuận chiều với sự biến động của NĐBM, trong khi đó biến phần trăm diện tích lớp phủ thực vật ND và mặt nước WA lại ảnh hưởng nghịch chiều với chúng.

Hệ số chuẩn hóa Beta có ý nghĩa mô tả tầm quan trọng tương đối của các biến độc lập trong một mô hình hồi quy bội. Hệ số Beta = 0,42 của biến MKT mang ý nghĩa tác động thuận lớn nhất trong các biến tác động lên sự thay đổi NĐBM. Nghĩa là, khi tăng phần trăm diện tích MKT sẽ kéo theo tăng NĐBM. Tác động nghịch lớn nhất trong các biến là phần trăm diện tích mặt nước với hệ số Beta = -0,48, tiếp theo là tác động nghịch của diện tích lớp phủ thực vật (Beta = -0,18). Điều này cho thấy, nhu cầu giảm diện tích MKT, tăng diện tích mặt nước và lớp phủ thực vật là cần thiết để giảm bớt tình trạng tăng nhiệt độ hiện nay trong các khu đô thị.

**Bảng 3. Kết quả xử lý hồi quy tương quan 3 biến theo phương pháp WLS**

The Value of POWER Maximizing Log-likelihood Function = 1.600					
Source variable..	IS			POWER value =	1.600
Dependent variable..	TS				
Multiple R	.98422				
R Square	.96870				
Adjusted R Square	.96348				
Standard Error	.02956				
Analysis of Variance:					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	3	.48672625		.16224208	
Residuals	18	.01572853		.00087381	
F =	185.67261		Signif F =	.0000	
----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
IS	.030302	.006711	.417460	4.515	.0003
ND	-.019577	.009103	-.177155	-2.151	.0453
WA	-.057047	.007434	-.477803	-7.674	.0000
(Constant)	34.166266	.557930		61.238	.0000

## 5. Kết luận

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, các tác giả rút ra một số kết luận sau:

(i) Quá trình ĐTH ở thành phố Hồ Chí Minh đã diễn ra khá mạnh mẽ, trong khoảng gần 18 năm (từ

tháng 1-1989 đến tháng 12-2006 theo kết quả phân tích ảnh vệ tinh) diện tích đất đô thị thành phố Hồ Chí Minh tăng lên 6,5 lần, với tốc độ tăng mạnh ở giai đoạn 2002-2006.

(ii) Phương pháp xác định NĐBM từ các vệ tinh giám sát tài nguyên có tính đến hiệu chỉnh giá

trị từ độ phát xạ theo phương pháp NDVI có thể áp dụng cho các loại ảnh vệ tinh có kênh nhiệt và không phụ thuộc vào số lượng kênh nhiệt, đồng thời làm tăng độ phân giải của ảnh nhiệt độ. Độ chính xác khôi phục NDBM có độ lệch so với số đo thực tế khoảng  $\pm 1,95^{\circ}\text{C}$ .

(iii) Trong giai đoạn 1989-2006 xu hướng môi trường nhiệt độ tại thành phố Hồ Chí Minh tăng lên rõ rệt. NDBM trung bình toàn thành phố đạt  $29,8^{\circ}\text{C}$  trên ảnh đầu năm 1989 và đạt  $33,3^{\circ}\text{C}$  trên ảnh cuối năm 2006. Nhiệt độ cao nhất tập trung ở các khu công nghiệp với giá trị trung bình  $>40^{\circ}\text{C}$ , cực đại đạt đến  $45^{\circ}\text{C}$ , các khu dân cư đô thị có NDBM trung bình  $>35^{\circ}\text{C}$ , cao hơn rất nhiều so với khu vực nông thôn.

(iv) Các tác động của ĐTH lên môi trường nhiệt độ được thể hiện rõ rệt qua các hiệu ứng “đảo nhiệt đô thị” trên thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả nghiên cứu cho biết chênh lệch của các SUHI có giá trị trung bình khoảng  $10-15^{\circ}\text{C}$  trên ảnh năm 2006 với độ lớn không gian lớn nhất được xác định ở khu vực nội thành diện tích khoảng 28.000ha và tăng 24 lần so với năm 1989. Hình thái thẳng đứng của các SUHI cũng được phát hiện từ kết quả thông tin viễn thám và cho thấy, đỉnh cao nhất thường tập trung ở các khu đô thị tập trung thiếu cây xanh, ngược lại khu vực trung tâm thương mại (quận 1, quận 3) có đường dốc thấp hơn nhờ có mật độ cây xanh cao hơn.

(v) Nghiên cứu đã thành công trong việc xây dựng được mối tương quan giữa biến đổi NDBM đô thị và các quá trình chuyển đổi bề mặt tự nhiên gồm ba yếu tố chỉ thị đô thị hóa: MKT, lớp phủ thực vật và mặt nước từ phân tích hồi quy tuyến tính bội theo phương pháp bình phương tối thiểu có trọng số. Trong đó, MKT có hệ số tương quan cao nhất, có tầm quan trọng nhất và là biến trọng số có ý nghĩa trong phương trình hồi quy đa biến, nghĩa là NDBM tăng cùng chiều với việc tăng diện tích MKT, và ngược chiều với diện tích lớp phủ thực vật và mặt nước.

Kết quả nghiên cứu đã minh chứng khả năng ứng dụng viễn thám trong nghiên cứu NDBM và ĐTH, cũng như đánh giá biến động theo không gian và thời gian. Về thực tiễn, phương pháp này có thể ứng dụng rộng rãi cho các khu vực đô thị tương tự và đặc biệt là trong nghiên cứu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu. Kết quả này như là những gợi ý có tính định hướng giúp cho các nhà

quy hoạch và quản lý quan tâm hơn trong các chiến lược lâu dài về xây dựng và quản lý đô thị bền vững cho thành phố Hồ Chí Minh.

#### TÀI LIỆU DẪN

[1] *Arnold C.A., Jr., and C.J. Gibbons*, 1966: Impervious surface coverage: The emergence of a key urban environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*. 62, 2, 243-258.

[2] *Artis D.A. and Carnahan W.H.*, 1982: Survey of emissivity variability in thermography of urban areas, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 12, pp.313-329.

[3] *Carlson T.N. and Ripley D.A.*, 1997: On the relation between NDVI, fractional vegetation cover and leaf area index, *Remote Sensing of Environment*, vol. 62, pp.241-252.

[4] *Czajkowski K.P., Goward S.N., Mulhern T., Goetz S.J., Walz A., Shirey D., Stadler S., Prince S.D. and Dubayah R.O.*, 2004: Estimating environmental variables using thermal remote sensing. In *Thermal Remote Sensing in Land Surface Processes*, CRC Press, USA, 11-32.

[5] *Pham Van Cu, Hiroshi W.*, 2004: Use of Thermal Infrared Channels of Aster to Evaluate The Land Surface Temperature Changes of an Urban Area in Hanoi, Vietnam, *Proceedings of the International Symposium GIS-IDEAS 2004*, 85-90, Hanoi, Vietnam, 16-18 September.

[6] *Dash P., Göttsche F.-M., Olesen F.-S., Fischer H.*, 2002: Land surface temperature and emissivity estimation from passive sensor data: theory and practice-current trends, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 23, 2563-2594.

[7] *Ho Tong Minh Dinh, Le Van Trung, Tran Thi Van*, 2007: Surface Emissivity in Determining Land Surface Temperature, *International Journal of Geoinformatics*, vol. 3 (4).

[8] *French A.N., Schmugge T.J., Ritchie J.C., Hsu A., Jacob F. and Ogawa K.*, 2008: Detecting land cover change at the Jornada Experimental Range, New Mexico with ASTER emissivities. *Remote Sensing of Environment* 112, 1730-1748.

[9] *Gillespie A. R., Rokugawa S., Hook S., Matsunaga T., & Kahle A. B.*, 1998: A temperature and emissivity separation algorithm for Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) images. *IEEE Transactions*

on *Geoscience and Remote Sensing*, 36, 1113-1126.

[10] *Gupta R.P.*, 1991: *Remote Sensing Geology*, Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, Germany.

[11] *Li Z.L., Becker F., Stall M.P. and Want Z.*, 1999: Evaluation of Six Methods for Extracting Relative Emissivity Spectra from Thermal Infrared Images, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 69, pp.197-214.

[12] *Tran H., Yasuoka Y.*, 2002a: Monitoring Urban Surface from Space: Case Study of Hochiminh City and Surrounding Region, Proceedings of the International Symposium on Geoinformatics (GIS-IDEAS 2002), pp. 1-7, Hanoi, Vietnam, 25-28 September 2002.

[13] *Tran Hung, Yoshifumi Yasuoka*, 2002b: Remote Sensing to Analyze The Changes of Surface Biophysical Parameters in Vietnam's Urbanized Area, Proceedings of the 23<sup>th</sup> Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2002) on CD-ROM, Kathmandu, Nepal, Nov. 25-29 2002.

[14] *Le Van Trung, Nguyen Thanh Minh*, 2006: Mapping Land Surface Temperature (LST) from Satellite Imageries. Case Study in Hochiminh City, Proceedings of the International Symposium GIS-

IDEAS 2006, pp.93-99, Ho Chi Minh City, Vietnam, 9-11 November 2006.

[15] *Lê Văn Trung, Nguyễn Thanh Minh*, 1996: Trích lọc giá trị nhiệt bề mặt (LST) từ ảnh vệ tinh Landsat 7 ETM+, Đặc san "Viễn thám và Địa tin học" số 3 (10/2007) của Trung tâm Viễn thám - Bộ Tài nguyên Môi trường, (2007) Valor, E. and Caselles, V., Mapping land surface emissivity from NDVI: application to European, African, and South American areas. *Remote Sensing of Environment*, 57, 167-184.

[16] *Van De Griend, A.A. and Owe, M.*, 1993: On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. *International Journal of Remote Sensing*, 14, 1119-1131.

[17] *Valor, E. and Caselles, V.*, 1996: Mapping Land Surface Emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American Areas, *Remote Sensing of Environment*, vol. 57, 167-184.

[18] *Trần Thị Vân*, 2006: Ứng dụng viễn thám nhiệt khảo sát đặc trưng nhiệt độ bề mặt đô thị với sự phân bố các kiểu thảm phủ ở Tp. HCM. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, đặc san Môi trường và Tài nguyên, Nxb. Đại học Quốc gia Tp. HCM, ISSN 1859-0128, tập 9, tr. 70-74.

## SUMMARY

### **Research on the change of urban surface temperature under impact of urbanization in Hochiminh City by applying remote sensing method**

Urbanization changes the urban landscape by replacing the green vegetated areas with the impervious surfaces (IS). Much of the solar energy coming to the land surfaces that could have been utilized to evaporate water is instead transformed into sensible heat in the IS. This effectively raises the temperatures of these surfaces and of the overlying atmosphere in urban areas. This paper presents the research on application of remote sensing to detect the IS in reflective spectra and to retrieve the surface temperature of the urban objects in consideration of the surface emissivity factor in the thermal infrared spectra of 10-12.5 $\mu$ m from LANDSAT and ASTER satellite images. The case study is Hochiminh City, one of the biggest cities of Vietnam. The results show that the urban area increased 6.5 times and the mean surface temperature of the urban 19 inner city raised 0.26°C per year in stage 1989-2006. The correlation of the urban temperature change and urbanization factors (IS, vegetation density and open water area) had been examined. It is found that the relationship of the temperature and impervious surface had the strongest correlation.