



DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.161

## THEO DÕI ĐẢO NHIỆT BỀ MẶT ĐÔ THỊ TẠI THÀNH PHỐ CẦN THƠ GIAI ĐOẠN 2014-2020

Nguyễn Kiều Diễm\* và Phan Kiều Diễm

Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Nguyễn Kiều Diễm (email: nkdiem@ctu.edu.vn)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 22/02/2022

Ngày nhận bài sửa: 14/03/2022

Ngày duyệt đăng: 15/03/2022

### Title:

Spatiotemporal variation of surface urban heat island effect in Can Tho city in the period of 2014-2020

### Từ khóa:

Độ lớn đảo nhiệt, Landsat, nhiệt độ bề mặt

### Keywords:

Heat island intensity, Landsat, land surface temperature

### ABSTRACT

This research aimed to monitor the variation of land surface temperature (LST) and surface urban heat island (SUHI) in Can Tho city in the period 2014-2020. LST was analyzed using Landsat thermal infrared band, an object-based approach was also used for land cover classification. SUHI intensity was determined as a difference between the LST of the urban areas and the temperature in rural areas. The result of accuracy assessment ( $T=90\%$ ) revealed that the urban areas increased about 1.33% (1,915 ha) and the average of LST rose about 1.25°C in 5 years. SUHI was analyzed in both spatial and temporal extent, the SUHI tended to increase in the period 2014-2020. In 2020, the maximum of SUHI was found at 8.96°C, covering about 87.39 ha while its value was about 6.98°C, about 42.8 ha in 2014. The highest SUHI was distributed mostly in the industrial zone, thermal power station, and high density construction sites. The SUHI mitigation solutions to protect the urban environment should be integrated into sustainable urban planning and strategies in long term.

### TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm theo dõi sự thay đổi nhiệt độ bề mặt (land surface temperature-LST) và đảo nhiệt bề mặt đô thị (surface urban heat island - SUHI) tại thành phố Cần Thơ (TPCT) giai đoạn 2014-2020. LST được phân tích từ ảnh hồng ngoại nhiệt của Landsat, hiện trạng phủ bề mặt được giải đoán từ phương pháp phân loại hướng đối tượng (object-based approach). Độ lớn SUHI xác định bởi chênh lệch LST trung bình vùng đô thị so với ngoại ô. Với độ chính xác toàn cục ( $T=90\%$ ), kết quả cho thấy tỉ lệ diện tích đô thị tăng 1,33% (1.915 ha) và LST trung bình tăng 1,25°C trong 5 năm. SUHI phát triển với xu hướng tăng nhanh về không gian và thời gian. Năm 2020, đảo nhiệt tối đa là 8,96°C xảy ra ở 87,4 ha trong khi năm 2014 chỉ ở 6,98°C với 42,8 ha. Đảo nhiệt phân bố tại khu công nghiệp, nhà máy nhiệt điện, khu dân cư mật độ xây dựng cao. Các giải pháp giảm thiểu đảo nhiệt, bảo vệ môi trường đô thị nên được tích hợp trong chiến lược xây dựng đô thị bền vững thời gian tới.

## 1. GIỚI THIỆU

Đảo nhiệt đô thị (Urban heat island - UHI) được mô tả lần đầu tiên vào năm 1818, là một hiện tượng mà tại cùng thời điểm nhiệt độ trung bình ở khu vực

phát triển đô thị với nhiều công trình nhân tạo cao hơn ở khu vực công viên và nông thôn có môi trường tự nhiên xung quanh (Estoque et al., 2017). Hiện tượng tăng nhiệt độ cục bộ này tạo nên một khu vực trung tâm như một “ốc đảo” có nhiệt độ cao hơn các

nơi khác. Có nhiều yếu tố góp phần gây ra đảo nhiệt đô thị, trong đó việc tăng cường sử dụng các vật liệu nhân tạo và gia tăng sản sinh nhiệt do con người gây ra (hoạt động tại các nhà máy, xí nghiệp, ùn tắc giao thông,...) là nguyên nhân chính (Oke., 1973; Văn và ctv., 2010; Kotharkar et al., 2018). Về cơ bản, nhiệt độ khu vực đô thị ngày càng tăng cao do nhiệt được lưu trữ và bức xạ trở lại bởi các công trình đô thị có quy mô lớn và phức tạp. UHI gây ra các tác động tiêu cực như làm nóng bề mặt của cảnh quan đô thị, gia tăng nhu cầu năng lượng và phát thải CO<sub>2</sub>, làm suy yếu môi trường sống, sức khỏe cộng đồng, gia tăng tỷ lệ tử vong và gây ảnh hưởng đối với đời sống của những người sống trong đô thị (Rizwan, 2008; Wu et al., 2012; Mohajerani et al., 2017; Tong et al., 2017; Chen et al., 2020; Yang et al., 2020). Đảo nhiệt bề mặt đô thị (surface urban heat island-SUHI) và UHI khí quyển là hai loại UHI (Asgarian et al., 2015). UHI khí quyển được quan sát dựa trên nhiệt độ không khí, trong khi SUHI được quan sát dựa trên nhiệt độ bề mặt sử dụng ảnh viễn thám và xu hướng mạnh nhất vào ban ngày do bức xạ mặt trời (EPA, 2008).

Hiện nay, với sự phát triển của công nghệ viễn thám nhiệt, nhiều thế hệ ảnh vệ tinh được ứng dụng trong các nghiên cứu ước tính SUHI trên thế giới (Stathopoulou & Cartalis, 2007; Li et al., 2012; Effat et al., 2014; Kikon et al., 2016; Zhang et al., 2017). Trong đó, dữ liệu LST từ ảnh Landsat (các thế hệ Landsat TM/ ETM+/ OLI), MODIS và ASTER được ứng dụng phổ biến với độ phân giải không gian từ 30 m đến 1 km. Dữ liệu ảnh nhiệt MODIS độ phân giải không gian 1 km chu kỳ lặp hàng ngày với ưu điểm là cung cấp các sản phẩm LST bao gồm cả ban ngày và ban đêm trên một khu vực rộng lớn (Wan et al., 2001), nhưng đồng thời MODIS gặp phải hạn chế có độ phân giải không gian thấp, thường xuyên ảnh hưởng mây. ASTER với kênh hồng ngoại nhiệt (90 m) cũng được cung cấp các ảnh ở thời điểm khác nhau tương tự như MODIS. Tuy nhiên, việc áp dụng rộng rãi ASTER vào nghiên cứu SUHI phần lớn bị cản trở bởi kho lưu trữ dữ liệu hạn chế. Landsat với dữ liệu ảnh nhiệt được cung cấp miễn phí và chuẩn hóa về độ phân giải không gian 30 m (USGS, 2022), có kho lưu trữ dữ liệu nhất quán, đáng tin cậy và phong phú phù hợp để các nhà nghiên cứu khám phá các khía cạnh khác nhau (Wulder et al., 2016). Landsat thế hệ thứ 5, 7 và 8 chụp bề mặt trái đất theo chu kỳ lặp 16 ngày với phạm vi bao phủ rộng 185 km × 185 km đủ lớn để cho phép các nhà khoa học xử lý một hình ảnh duy nhất để điều tra toàn bộ môi trường đô thị. Do đó, việc áp dụng dữ liệu ảnh Landsat trong

trường hợp nghiên cứu SUHI ở phạm vi cấp tỉnh là khả quan.

Thành phố Cần Thơ (TPCT) là thành phố trực thuộc Trung ương của cả nước, là khu vực trung tâm, đầu mối giao thương trọng điểm vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Trong hai thập niên gần đây, quá trình phát triển và đô thị hóa Cần Thơ đang bước vào giai đoạn tăng tốc (Trung, 2014; Son & Thanh, 2018). Theo đó, sức ép dân số gia tăng đột ngột và các hệ quả từ đô thị hóa gây ra tác động không nhỏ đến sự gia tăng nhiệt độ bề mặt và trực tiếp gây nên đảo nhiệt đô thị. Trước những hệ lụy khó lường từ hiện tượng đảo nhiệt, việc theo dõi diễn biến SUHI là yếu tố quan trọng làm cơ sở đưa ra các biện pháp giảm thiểu tác động tiêu cực của hiện tượng này như quy hoạch thảm xanh, mặt nước. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm theo dõi diễn biến của đảo nhiệt bề mặt đô thị tại TPCT sử dụng dữ liệu ảnh Landsat.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Dữ liệu và khu vực nghiên cứu

#### 2.1.1. Dữ liệu

– Dữ liệu ảnh viễn thám: Ảnh vệ tinh Landsat 8 trong giai đoạn 2014-2020 được tải miễn phí từ trang web của Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (USGS: <https://earthexplorer.usgs.gov/>), thông tin các ảnh được trình bày trong Bảng 1.

– Dữ liệu khác: Số liệu báo cáo, thống kê có liên quan đến sự phát triển đô thị, sự thay đổi nhiệt độ của TPCT trong giai đoạn 2014-2020 được thu thập từ các cơ quan chuyên ngành, niên giám thống kê TPCT.

**Bảng 1. Thông tin dữ liệu ảnh Landsat 8 thu thập giai đoạn 2014-2020**

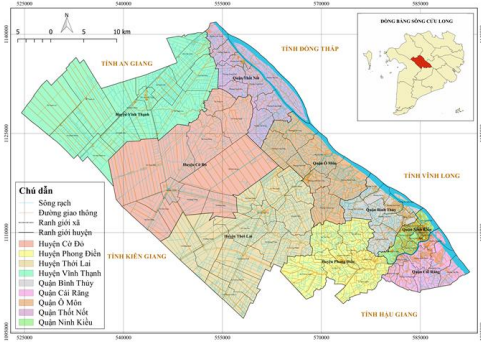
Thông số	2014	2020
Bộ cảm biến	OLI-TIRS	OLI-TIRS
Tỉ lệ mây	23,21%	2,17%
Ngày chụp	21/01/2014	06/01/2020
Thời gian chụp (giờ VN)	10:15:38,97 sáng	10:14:42,70 sáng
Hệ quy chiếu	UTM-WGS 84 Zone 48 N	
Kênh phân xạ	Kênh 2-8	
Kênh nhiệt sử dụng	Kênh 10 <sup>(*)</sup>	

(\*) Ảnh sau khi chụp được xử lý hiệu chỉnh về độ phân giải 30 m

#### 2.1.2. Tổng quan về khu vực nghiên cứu

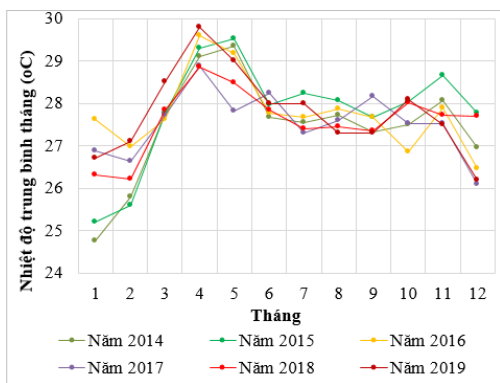
TPCT nằm ở vị trí trung tâm vùng ĐBSCL từ 105°13'38" – 105°50'35" kinh độ Đông và từ

9°55'08" – 10°19'38" vĩ độ Bắc, trải dài trên 65 km dọc bờ Tây sông Hậu với diện tích tự nhiên 1.401 km<sup>2</sup> và dân số ước tính 1,6 triệu người (Cục thống kê TPCT, 2020).



**Hình 1. Bản đồ ranh giới hành chính TPCT**

TPCT có 09 đơn vị hành chính bao gồm 05 quận (Ninh Kiều, Bình Thủy, Cái Răng, Ô Môn, Thốt Nốt) và 04 huyện (Vĩnh Thạnh, Cờ Đỏ, Thới Lai, Phong Điền) với 85 xã, phường, thị trấn (Hình 1). Trong suốt hai thập kỉ qua, TPCT đã có sự phát triển kinh tế xã hội vượt bậc thông qua các chính sách phát triển của các cơ quan đầu ngành (Quyết định số 76/2005/QĐ-UBND, nghị quyết số 17/NQ-HĐND,...). Theo đó, hàng loạt các khu công nghiệp (KCN), nhà máy, trường học, bệnh viện được xây dựng để đáp ứng nhu cầu phát triển của thành phố. Việc này kéo theo sự gia tăng dân số rất nhanh và vấn đề nóng lên rõ rệt của đô thị. Theo số liệu thu thập tại Trung tâm Khí tượng Thủy văn Cần Thơ (2019), nhiệt độ trung bình qua các năm đang ngày một tăng lên (Hình 2).



**Hình 2. Sự thay đổi nhiệt độ trung bình tháng tại TPCT giai đoạn 2014-2019**

(Nguồn: Trung tâm Khí tượng Thủy văn Cần Thơ, 2019)

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.2.1. Phương pháp tiền xử lý ảnh**

Dữ liệu ảnh được tiến hành các bước tiền xử lý ảnh như cắt ảnh, hiệu chỉnh bức xạ, hiệu chỉnh khí quyển, giới hạn khu vực nghiên cứu.

– Hiệu chỉnh bức xạ: Để đảm bảo thu nhận các giá trị chính xác của năng lượng bức xạ và phản xạ của vật thể trên ảnh vệ tinh, nghiên cứu thực hiện hiệu chỉnh bức xạ nhằm loại trừ các nhiễu trước khi sử dụng ảnh. Việc hiệu chỉnh được tiến hành sử dụng công cụ *Radiometric Calibration* (Schowengerdt, 2007).

– Hiệu chỉnh khí quyển: Khí quyển hấp thụ và tán xạ làm suy yếu dòng bức xạ truyền qua nó dẫn tới ảnh hưởng đến chất lượng ảnh vệ tinh quang học, vì vậy cần tiến hành hiệu chỉnh khí quyển trước khi phân tích ảnh. Phương pháp hiệu chỉnh khí quyển FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes) được sử dụng trong nghiên cứu này dựa trên tỉ số phản xạ sóng điện từ của các điểm ảnh sử dụng công cụ *FLAASH Atmospheric Correction* (Kaufman et al., 1988). Dữ liệu đầu vào của mô hình hiệu chỉnh khí quyển này là ảnh đã được tính chuyển sang giá trị bức xạ (Radiance). Các thông số đưa vào mô hình được lựa chọn dựa trên loại ảnh, tọa độ địa lý, vị trí khu vực nghiên cứu và thời gian thu nhận tư liệu ảnh. Các thông số về đặc điểm điển hình của khu vực TPCT như khí hậu nhiệt đới, vị trí là khu vực đô thị (Urban) lần lượt được đặt vào mô hình khí quyển (Atmospheric model) và mô hình sol khí (Aerosol model) nhằm dựa trên các đặc điểm khí quyển này kết hợp với thời gian quan trắc, mô hình FLAASH sẽ tính toán ra các thông số khí quyển liên quan phục vụ cho quá trình hiệu chỉnh.

– Giới hạn khu vực nghiên cứu: Các cảnh ảnh Landsat thu được có dung lượng lớn, cắt ảnh theo ranh giới hành chính TPCT nhằm giảm dung lượng ảnh hỗ trợ cho các công đoạn xử lý tiếp theo.

**2.2.2. Phương pháp phân loại hướng đối tượng (Object-based approach)**

*Phân đoạn ảnh:* Thuật toán phân đoạn ảnh đa độ phân giải (Multiresolution segmentation) được sử dụng với việc thiết lập 03 thông số chính bao gồm tham số tỉ lệ (scale parameter), hình dạng (shape) và độ chặt (compactness). Quá trình này chia hình ảnh thành các phần nhỏ (contour) thông qua việc gộp các điểm ảnh lân cận có mức độ đồng nhất về đặc điểm phổ và phân bố không gian mà mắt người có thể nhận biết được (Kok et al., 1999). Thuật toán này không chỉ dựa vào sự phân xạ phổ của các đối tượng, mà còn dựa vào các đặc tính về màu sắc, kích thước,

vị trí, hình dạng và đặc điểm ngữ cảnh giữa mỗi đối tượng. Qua đó, tính toán sự bất đồng nhất của từng đối tượng trên ảnh (Chen et al., 2019). Phương pháp thử sai được thực hiện qua nhiều lần nhằm chọn được giá trị phù hợp của ba thông số trên ở các ảnh tương ứng.

**Phân loại ảnh:** Sử dụng phương pháp phân loại hướng đối tượng (Object-based approach) dựa vào sự khác biệt các chỉ số khác biệt thực vật

(Normalised Difference Vegetation Index-NDVI), chỉ số chuẩn hóa khác biệt đất xây dựng (Normalized Difference Built-up Index-NDBI), chỉ số chuẩn hóa khác biệt về nước (Modified Normalized Difference Water Index-MNDWI), chỉ số chuẩn hóa khác biệt bề mặt không thấm (Normalized Difference Impervious Surface Index-NDISI) theo công thức tại Bảng 2 nhằm phân tách các đối tượng.

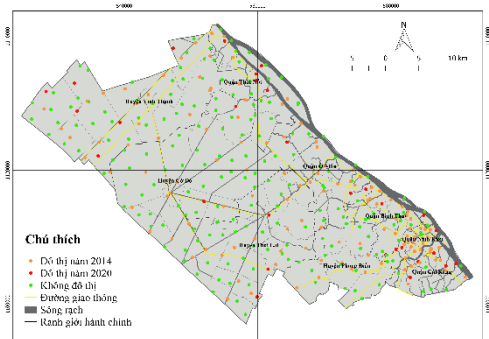
**Bảng 2. Tổng hợp các chỉ số sử dụng trong phân loại hiện trạng bề mặt TPCT**

Chỉ số	Năm	Ngưỡng giá trị trong phân loại			Nguồn tham khảo	Công thức
		Công trình xây dựng	Thực vật	Sông rạch		
$NDVI = \frac{pNIR - pRED}{pNIR + pRED}$	2014	$0,04 < NDVI \leq 0,25$	$> 0,25$	$\leq 0,04$	Tucker, (1979)	(1)
	2020	$0 \leq NDVI \leq 0,3$	$> 0,3$	$< -0,05$		
$NDBI = \frac{pSWIR1 - pNIR}{pSWIR1 + pNIR}$	2014	$> -0,1$	▪	$-0,15 \leq NDBI \leq 0,11$	Zha et al., (2003)	(2)
	2020	$> 0,23$	▪	$< -0,2$		
$NDISI = \frac{Tb - (MNDWI + pNIR + pSWIR1)/3}{Tb + (MNDWI + pNIR + pSWIR1)/3}$	2014	$0,05 \leq NDISI \leq 0,86$	▪	▪	Wang et al., 2015	(3)
	2020	$0 < NDISI < 0,51$	▪	▪		
$MNDWI = \frac{pGREEN - pSWIR1}{pGREEN + pSWIR1}$		Giá trị MNDWI chỉ phục vụ tính toán chỉ số NDISI			Xu, (2010)	(4)

Trong đó:  $T_b$  là nhiệt độ sáng từ giá trị bức xạ hồng ngoại nhiệt Landsat;  $pNIR$ ,  $pSWIR1$ ,  $pRED$ ,  $pGREEN$  lần lượt là giá trị phản xạ của kênh cận hồng ngoại, hồng ngoại sóng ngắn thứ nhất, kênh đỏ, kênh xanh lá. Lần lượt đối tượng thực vật được chiết tách với đặc trưng NDVI cao hơn các đối tượng khác ( $NDVI > 0,25$ ), tiếp đến sông rạch được phân tách sử dụng kết hợp NDVI và NDBI, cuối cùng bề mặt công trình xây dựng được trích xuất với sự hỗ trợ của chỉ số NDISI với đặc trưng chuẩn hóa bề mặt không thấm.

**2.2.3. Phương pháp đánh giá độ chính xác sau phân loại**

Độ chính xác của kết quả phân loại được đánh giá thông qua hai yếu tố chính là độ chính xác toàn cục (T) và hệ số Kappa (K) được tính theo công thức Thạch (2009) sử dụng dữ liệu điểm kiểm tra từ thực tế. Nghiên cứu thực hiện vào giai đoạn 2014-2020, do đó các điểm kiểm tra được chọn dựa trên dữ liệu ảnh Google Earth tương ứng với hiện trạng năm giải đoán theo phương pháp ngẫu nhiên sao cho vị trí phân bố đều trên khu vực nghiên cứu, tổng cộng 386 điểm kiểm tra được thu thập trên 2 nhóm chính bao gồm đô thị và không đô thị (Hình 3). Theo đó, tọa độ các điểm không thay đổi, thay vào đó là sự thay đổi hiện trạng theo thời gian. Năm 2014 có 128 điểm đô thị và 258 điểm không đô thị, năm 2020 có 159 điểm đô thị và 227 điểm không đô thị.



**Hình 3. Bản đồ vị trí các điểm kiểm tra**

**2.2.4. Phương pháp trích xuất nhiệt độ bề mặt (LST)**

**Chuyển đổi giá trị số (DN) sang giá trị bức xạ (Radiance):** Đối với bộ dữ liệu Landsat cấp độ 1 (level-1) các giá trị được chuẩn hóa dưới dạng số nguyên (DN). Các giá trị DN này được chuyển đổi sang giá trị bức xạ phổ bởi công thức (5):

$$L_\lambda = M_L \times QCAL + A_L \text{ (USGS, 2016)} \quad (5)$$

Trong đó:  $L_\lambda$  là giá trị bức xạ phổ ( $W \times m^{-2} \times sr^{-1} \times \mu m^{-1}$ );  $M_L$  và  $A_L$  là hệ số chuyển đổi tương ứng của kênh ảnh, cụ thể được xác định lần lượt bằng các giá trị RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, RADIANCE\_ADD\_BAND\_x (x: là số thứ tự kênh

ảnh) của kênh ảnh được cung cấp trong tệp metadata; là hệ số chuyển đổi tương ứng của kênh ảnh, QCAL là giá trị số của ảnh (DN).

*Chuyển đổi giá trị bức xạ phổ sang giá trị nhiệt độ sáng (Brightness Temperature – $T_B$ ):* Các bộ cảm biến hồng ngoại nhiệt đo lường bức xạ ở giới hạn trên của khí quyển, do đó cần chuyển sang giá trị nhiệt độ sáng  $T_B$  sử dụng công thức sau:

$$T_B = K_2 / \ln(K_1 / L_\lambda + 1) \quad (6)$$

Trong đó:  $T_B$  là nhiệt độ chiếu sáng ( $^{\circ}\text{K}$ );  $K_1$  và  $K_2$  là các hằng số nhiệt hiệu chuẩn cụ thể được xác định trong tệp metadata;  $L_\lambda$  là giá trị bức xạ phổ ( $\text{W}\times\text{m}^{-2}\times\text{sr}^{-1}\times\mu\text{m}^{-1}$ ) được tính tại công thức (5).

*Xác định nhiệt độ bề mặt (Land Surface Temperature):* bằng cách hiệu chỉnh nhiệt độ sáng sử dụng độ phát xạ bề mặt (Land Surface Emissivity-LSE) bằng công thức (7):

$$LST = [T_B / (1 + \lambda \times T_B / C_2) \times \ln(LSE)] - 273,15 \quad (7)$$

Trong đó: LST là nhiệt độ bề mặt ( $^{\circ}\text{C}$ );  $\lambda$  là bước sóng của kênh hồng ngoại nhiệt phát ra ( $\mu\text{m}$ );  $C_2$  là hệ số được tính bởi  $hc/s$  ( $1,4388 \times 10^{-2}$  mK) với  $h$  là hằng số Planck ( $6,626 \times 10^{-34}$  Js),  $s$  là hằng số Boltzmann ( $1,38 \times 10^{-23}$  JK $^{-1}$ ),  $c$  là vận tốc ánh sáng ( $2,998 \times 10^8$  ms $^{-1}$ ); LSE là độ phát xạ bề mặt được ước tính bằng phương pháp sử dụng hợp phần thực vật (Golub et al., 1999). LSE đối với vệ tinh Landsat TM và OLI được tính theo công thức thực nghiệm riêng cho từng vệ tinh như sau (Jiang et al., 2004):

$$LSE_{TM} = 0,004 \times P_v + 0,986 \quad (8)$$

$$LSE_{OLI} = 0,00149 \times P_v + 0,986481 \quad (9)$$

Trong đó:  $P_v$  là hợp phần thực vật được ước tính dựa trên chỉ số thực vật NDVI (Xu & Shen, 2013) theo công thức (10), với NDVI là giá trị cụ thể của điểm ảnh,  $NDVI_{min}$  và  $NDVI_{max}$  lần lượt là giá trị cực tiểu và cực đại của ảnh chỉ số thực vật.

$$P_v = [(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})]^2 \quad (10)$$

Nhiệt độ bề mặt được phân thành 07 khoảng giá trị từ thấp đến cao theo Zhang et al. (2017).

### 2.2.5. Phương pháp phân tích đảo nhiệt bề mặt đô thị

Đảo nhiệt bề mặt đô thị (SUHI) xảy ra khi nhiệt độ bề mặt tại một vị trí bất kỳ trong khu vực lớn hơn nhiệt độ trung bình toàn khu vực nghiên cứu, cụ thể được xác định theo công thức (11) của Ya et al., (2010):

$$LST > T_{mean} + 0,5 \times S_d \quad (11)$$

Trong đó:  $T_{mean}$  là nhiệt độ bề mặt trung bình của khu vực nghiên cứu;  $S_d$  là độ lệch chuẩn của giá trị.

Độ lớn đảo nhiệt đô thị ( $I_{SUHI}$ ) được xác định dựa vào chênh lệch nhiệt độ bề mặt trung bình của khu vực đô thị ( $LST_{urban}$ ) so với vùng ngoại ô, xung quanh trung tâm ( $LST_{non-urban}$ ) theo công thức (12):

$$I_{SUHI} = LST_{urban} - LST_{non-urban} \quad (12)$$

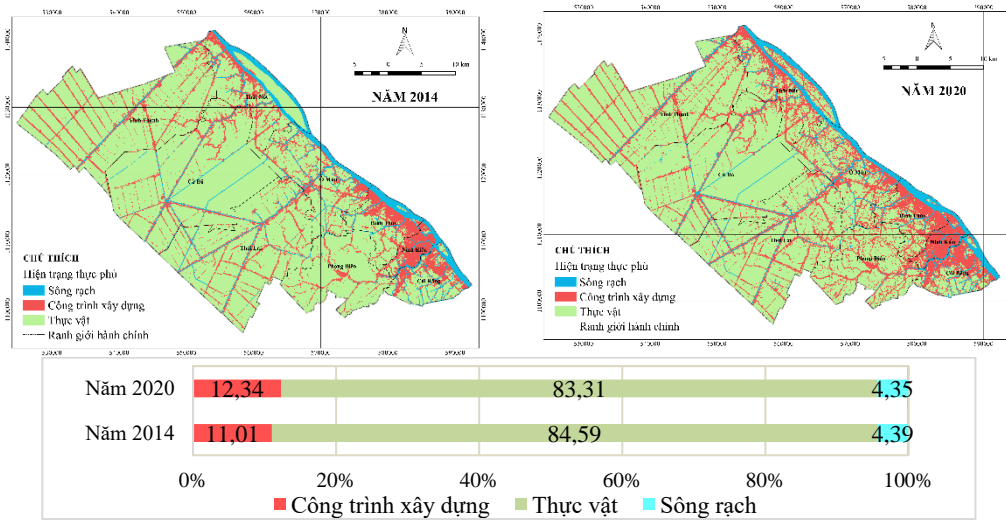
Khu vực đô thị và vùng ngoại ô, xung quanh trung tâm được xác định dựa vào hiện trạng được phân loại trước đó. Nhiệt độ trung bình của từng khu vực được xác định bằng việc sử dụng công cụ *Zonal statistic* trong phần mềm QGIS 2.18.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Phân bố hiện trạng lớp phủ bề mặt của TPCT giai đoạn 2014-2020

Thông qua 386 điểm kiểm tra sử dụng đánh giá độ tin cậy trong phân loại hiện trạng lớp phủ bề mặt TPCT (Hình 3), kết quả độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa đạt mức độ khá tốt lần lượt ở các năm 2014 (90%; 0,79) và 2020 (90%; 0,80). Bản đồ lớp phủ bề mặt được phân thành 03 loại chính bao gồm sông rạch, đô thị (diện tích đất công trình xây dựng) và thực vật (Hình 4).

Tính đến năm 2020, diện tích đất đô thị tại TPCT chiếm khoảng 12,3% tổng diện tích tự nhiên, tăng 1,33% so với năm 2014 (khoảng 1.915 ha). Diện tích tăng lên chủ yếu được bê tông hóa từ hiện trạng thực vật trước đó. Hình 4 cho thấy phân bố không gian đô thị tập trung chủ yếu ở các quận trung tâm (Ninh Kiều, Bình Thủy, Cái Răng) lan dần ra cận trung tâm (quận Thốt Nốt và Ô Môn) và ven đô dọc theo mạng lưới sông rạch, các tuyến giao thông chính kết nối các quận huyện, diện tích đô thị các huyện ven đô tương đối ít, phân bố ở trung tâm hành chính thị trấn.

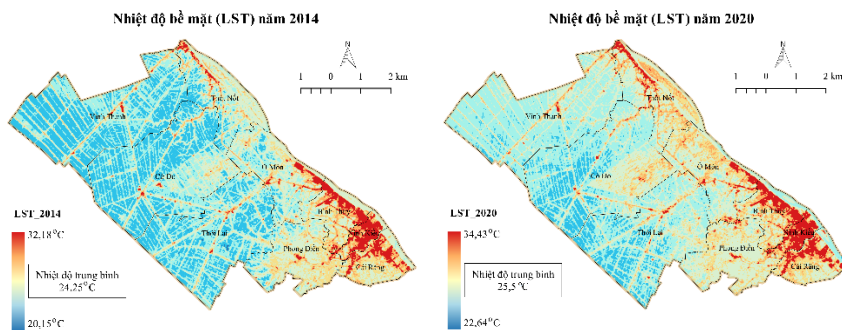


**Hình 4: Phân bố hiện trạng lớp phủ bề mặt và tỉ lệ diện tích các hiện trạng của TPCT**

Tính đến năm 2020, diện tích đất đô thị tại TPCT chiếm khoảng 12,3% tổng diện tích tự nhiên, tăng 1,33% so với năm 2014 (khoảng 1.915 ha). Diện tích tăng lên chủ yếu được bê tông hóa từ hiện trạng thực vật trước đó. Hình 4 cho thấy phân bố không gian đô thị tập trung chủ yếu ở các quận trung tâm (Ninh Kiều, Bình Thủy, Cái Răng) lan dần ra cận trung tâm (quận Thốt Nốt và Ô Môn) và ven đô dọc theo mạng lưới sông rạch, các tuyến giao thông chính kết nối các quận huyện, diện tích đô thị các huyện ven đô tương đối ít, phân bố ở trung tâm hành chính thị trấn.

**3.2. Nhiệt độ bề mặt của TPCT giai đoạn 2014-2020**

Trong giai đoạn 2014-2020, nhiệt độ bề mặt khu vực TPCT gia tăng rõ rệt (Hình 5). Các giá trị nhiệt độ bề mặt giảm dần từ trung tâm thành phố ra các vùng lân cận, nơi có mật độ dân số thấp hơn. Hiện trạng thảm thực vật và mặt nước (phần hiện trạng màu xanh) có tác dụng giảm lượng nhiệt sản sinh trên bề mặt so với bề mặt đô thị với mật độ xây dựng cao.



**Hình 5. Phân bố không gian nhiệt độ bề mặt tại TPCT giai đoạn 2014-2020**

Năm 2014, nhiệt độ bề mặt trung bình tại thành phố là 24,25°C, nhiệt độ cao nhất ( $T_{max}$ ) ở mức 32,18°C được xác định ở KCN quận Bình Thủy và quận Ninh Kiều trong khi nhiệt độ thấp nhất ( $T_{min}$ ) là 20,15°C được nhận diện hầu hết ở sông hồ (đất mặt nước). Đến năm 2020, nhiệt độ bề mặt ngày càng tăng, nhiệt độ trung bình tăng lên 1,25°C (25,5°C) trong khi  $T_{max}$  và  $T_{min}$  tăng hơn 2°C (34,43°C và 22,64°C tương ứng).

**3.3. Diễn biến đảo nhiệt bề mặt đô thị tại TPCT giai đoạn 2014-2020**

Đặc điểm chủ yếu của đảo nhiệt đô thị là sự ấm lên của đô thị hình thành các vùng lõi so với các khu vực xung quanh có nhiệt độ thấp hơn. Thông qua kết quả đánh giá nhiệt độ bề mặt, đảo nhiệt được tính toán và thống kê trong Bảng 3. Tỉ lệ diện tích có xảy ra đảo nhiệt tại TPCT năm 2014 chiếm 24,1%, đến năm 2020 diện tích này đã mở rộng lên 24,2% với

hơn 34.000 ha xảy ra đảo nhiệt ở nhiều cấp độ khác nhau.

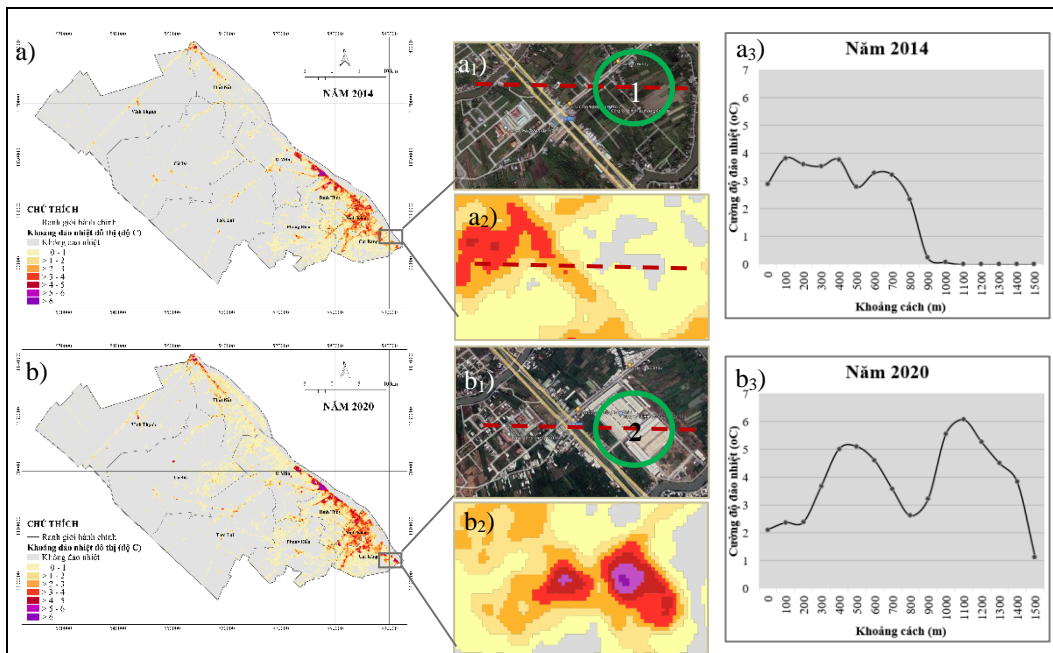
**Bảng 3. Thống kê giá trị và độ lớn đảo nhiệt bề mặt đô thị từ 2014-2020**

Năm	Ngưỡng bắt đầu xảy ra đảo nhiệt (°C)	Diện tích (ha)	Tỉ lệ diện tích đảo nhiệt (%)	Độ lớn đảo nhiệt trung bình (°C)
2014	24,25	34.653	24,12	2,11
2020	25,46	34.740	24,18	2,55

Sự thay đổi bề mặt thực phủ theo hướng gia tăng diện tích bề mặt nhân tạo, không thấm nước là một trong những nguyên nhân quan trọng gây nên đảo nhiệt bề mặt đô thị (Hình 6).

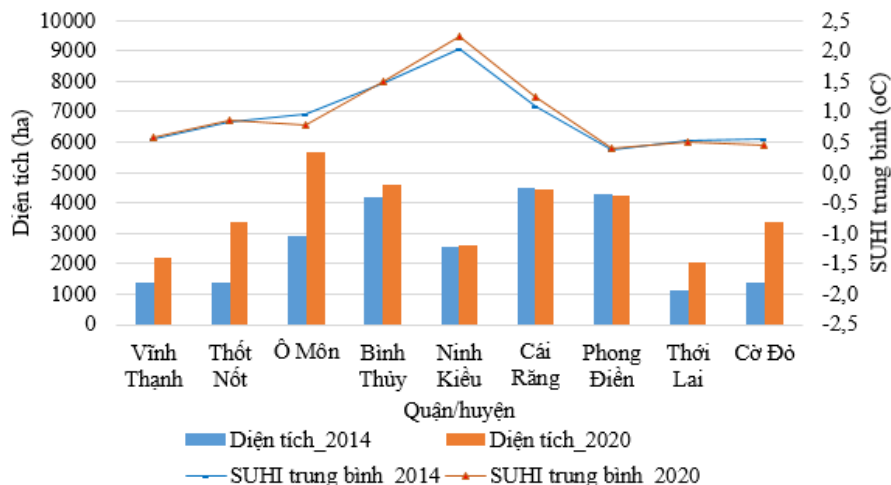
Giai đoạn 2014-2020, quá trình công nghiệp hóa của thành phố được thể hiện qua sự hình thành các KCN, công ty chế xuất mới. Tính đến năm 2020, trên địa bàn TPCT có 08 KCN tập trung, điển hình

là sự thành lập công ty Tea Kwang vào năm 2016 (Hình 6b<sub>1</sub>) với hệ thống nhà máy sản xuất và vận hành sản phẩm giấy dếp quy mô 65 ha thuộc KCN Hưng Phú 2B. Theo đó, khi phân tích mặt cắt đảo nhiệt bề mặt đô thị với chiều dài 1,5 km (đường nét đứt) tại khu vực này cho thấy diễn biến cường độ đảo nhiệt tăng rất cao ở vị trí lõi nhà máy sản xuất (>6°C) và lan dần ra các vùng xung quanh với cường độ thấp hơn. Sự bê tông hóa, phát triển kinh tế tăng nhanh của toàn thành phố đã phản ánh rõ sự gia tăng đảo nhiệt theo không gian và thời gian. Tương tự như sự thay đổi nhiệt bề mặt, SUHI trong nghiên cứu này giảm dần từ trung tâm thành phố ra các vùng ven đô (Hình 7), phân bố đảo nhiệt bề mặt chủ yếu diễn ra ở lõi trung tâm thành phố (khu vực dân cư quận Ninh Kiều, KCN, cụm dân cư dọc quốc lộ 1A của quận Cái Răng, quốc lộ 91) với cường độ cao (>4°C). Tại trung tâm của các huyện ven đô (thị trấn Phong Điền, Cờ Đỏ, Thới Lai, Vĩnh Thạnh và Thạnh An) đảo nhiệt xảy ra với cường độ thấp (từ 2-3°C) và không có sự chênh lệch lớn.



**Hình 6. Phân bố không gian sự thay đổi đảo nhiệt bề mặt đô thị tại TPCT**

(a và b: Bản đồ SUHI năm 2014 và 2020, a<sub>1</sub> và a<sub>2</sub>: Ảnh chụp Google Earth một khu vực điển hình năm 2014 và 2020, a<sub>2</sub> và b<sub>2</sub>: Phân bố SUHI tại vị trí điển hình năm 2014 và 2020, a<sub>3</sub> và b<sub>3</sub>: Biểu đồ diễn biến đảo nhiệt với chiều dài mặt cắt 1,5 km - đường màu đỏ)



**Hình 7. Diễn biến độ lớn đảo nhiệt bề mặt trung bình ở các quận, huyện của TPCT**

Cụ thể, Hình 7 cũng chỉ ra giai đoạn 2014-2020 các huyện ven đô mặc dù diện tích xây ra đảo nhiệt tăng cao (gấp 2 lần) nhưng chênh lệch về độ lớn đảo nhiệt rất thấp ( $\pm 0,03^{\circ}\text{C}$ ) và ngược lại ở khu vực trung tâm độ lớn SUHI tăng cao hơn với diện tích chênh lệch không đáng kể. Nguyên nhân là do đặc điểm thực phủ bề mặt cao ở vùng ven đô (Hình 4), cụ thể với đặc trưng canh tác nông nghiệp chủ yếu. Theo đó, các vấn đề về thay đổi lượng nhiệt bề mặt không đáng kể tại những khu vực này, SUHI chỉ xuất hiện thêm tại vùng diện tích xây dựng mở rộng của trung tâm thị trấn. Mặt khác, khi đánh giá tại trung tâm thành phố, diện tích quỹ đất trống ở vùng lõi còn rất hạn chế dẫn đến đảo nhiệt hình thành theo hướng gia tăng cường độ. Ngưỡng giá trị đảo nhiệt tối đa qua các năm cũng được đánh giá, năm 2014 giá trị này ở mức  $6,98^{\circ}\text{C}$  với diện tích 42,84 ha phân bố điển hình tại KCN Trà Nóc và nhà máy nhiệt điện Cần Thơ. Các hoạt động sản xuất vận hành của các KCN, nhà máy nhiệt điện góp phần làm sản sinh lượng nhiệt bề mặt cao hơn so với các khu vực khác, kết quả này cũng được chỉ ra qua nghiên cứu của nhóm tác giả Vân và ctv. (2017). Theo thời gian phát triển của thành phố, cường độ đảo nhiệt gia tăng không ngừng, đến năm 2020 đảo nhiệt xảy ra ở mức tối đa là  $8,96^{\circ}\text{C}$  với quy mô 87,4 ha. Các khu vực mới hình thành đảo nhiệt cao được nhận định như KCN Hưng Phú 2, KCN Hữu Nghị Việt Nhật và khu vực cảng Cái Cui.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Asgarian, A., Amiri, B. J., & Sakieh, Y. (2015). Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach. *Urban Ecosyst*, 18,

Kết quả nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả của ứng dụng viễn thám trong mô tả sự thay đổi bề mặt và diễn biến đảo nhiệt bề mặt đô thị theo không gian và thời gian. Diễn biến nhiệt độ bề mặt được tính toán từ ảnh hồng ngoại nhiệt cho thấy sự gia tăng theo thời gian (tăng khoảng  $1,25^{\circ}\text{C}$  từ năm 2014 đến năm 2020), nhiệt độ cao được xác định tại khu vực đô thị, và ngược lại các khu vực có hiện trạng phủ xanh, sông rạch độ lớn nhiệt độ bề mặt khá thấp. Sự suy giảm mảng xanh đô thị là một trong các yếu tố thúc đẩy gia tăng đảo nhiệt bề mặt. Đảo nhiệt đô thị xuất hiện với diện tích nhỏ và độ lớn ở mức trung bình vào năm 2014, đến năm 2020 đảo nhiệt xảy ra với cường độ và quy mô lớn hơn tại khu vực trung tâm thành phố. Đỉnh điểm đảo nhiệt đạt mức  $8,96^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ trung bình toàn thành phố.

**4. KẾT LUẬN**

Kết quả nghiên cứu cho thấy được thực trạng và chuyên biến không gian của đảo nhiệt đi đôi với sự phát triển chung của thành phố. Tuy nhiên, nghiên cứu này dừng lại ở việc theo dõi và phân tích xu hướng đảo nhiệt sử dụng phương pháp tính toán đảo nhiệt được công bố ở các tạp chí uy tín bởi nhiều nhà khoa học trên thế giới. Việc bổ sung các số liệu quan trắc nhiệt độ bề mặt và các phân tích chuyên sâu về sự khác biệt của SUHI trên các kiểu cấu trúc đô thị, các hiện trạng sử dụng đất khác cần được quan tâm nghiên cứu.

209–222. <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0387-7>

Chen, Y., Chen, Q., & Jing, C. (2019). Multi-resolution segmentation parameters optimization and evaluation for VHR remote sensing image



- based on mean NSQI and discrepancy measure. *Journal of Spatial Science*, 66(2), 253-278. DOI: 10.1080/14498596.2019.1615011
- Chen, D., Xu, X., Sun, Z., Liu, L., Qiao, Z., & Huang, T. (2020). Assessment of Urban Heat Risk in Mountain Environments: A Case Study of Chongqing Metropolitan Area, China. *Sustainability*, 12(1), 309. <https://doi.org/10.3390/su12010309>
- Cục thống kê thành phố Cần Thơ. (2020). *Niên giám thống kê TPCT năm 2019*.
- Effat, H. A., Taha, L. G., & Mansour, K. F. (2014). Change detection of land cover and urban heat islands using multi-temporal landsat images, application in Tanta City, Egypt. *Open Journal of Remote Sensing and Positioning*, 1(2), 2374-6386. DOI: 10.15764/RSP.2014.02001
- Estoque, R. C., Murayama, Y., & Myint, S. W. (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of Southeast Asia. *Sci. Total Environ*, 577, 349-359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.195>
- Golub, T. R., Slonim, D. K., Tamayo, P., Huard, C., Gaasenbeek, M., Mesirov, J. P., Coller, H., Loh, M. L., Downing, J. R., Caligiuri, M. A., Bloomfield, C. D., & Lander, E. S. (1999). Molecular classification of cancer: class discovery and class prediction by gene expression monitoring. *Science*, 286 (5439), 531-537. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.531>
- Jiang, H., Deng, Y., Chen, H., Tao, L., Sha, Q., Chen, J., Tsai, C., & Zhang, S. (2004). Joint analysis of two microarray gene expression data sets to select lung adenocarcinoma marker genes. *BMC bioinformatics*, 5(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-5-81>
- Kikon, N., Singh, P., Singh, S. K., & Vyas, A. (2016). Assessment of urban heat islands (UHI) of Noida City, India using multi-temporal satellite data. *Sustain. Cities Soc.*, 22, 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.01.005>
- Kaufman, Y. J., & Sendra, C. (1988). Automatic atmospheric correction. *Int. J. Remote Sensing*, 9, 1357-1381. <https://doi.org/10.1080/01431168808954942>
- Kotharkar, R., Ramesh, A., & Bagade, A. (2018). Urban Heat Island studies in South Asia: A critical review. *Urban Climate*, 24, 1011-1026. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.12.006>
- Kok, R. D., Schneider, T., & Ammer, U. (1999). Object based classification and applications in the Alpine forest environment. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32(7), 4-3.
- Li, Y. Y., Zhang, H., & Kainz, W. (2012). Monitoring patterns of urban heat islands of the fast-growing Shanghai metropolis, China: Using time-series of Landsat TM/ETM+ data. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 19, 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.05.001>
- Mohajerani, A., Bakaric, J., & Jeffrey-bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. *Journal of Environmental Management*, 197, 522-538. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>
- Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment (1967)*, Volume, 7(8), 769-779, ISSN 0004-6981, [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(73\)90140-6](https://doi.org/10.1016/0004-6981(73)90140-6).
- Rizwan, A. M., Dennis, L. Y. C., and Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *J. Environ. Sci.* 20, 120-128. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(08\)60019-4](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(08)60019-4)
- Son, N. T., & Thanh, B. X. (2018). Decadal assessment of urban sprawl and its effects on local temperature using Landsat data in Cantho city, Vietnam. *Sustainable Cities and Society*, 36, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.010>
- Stathopoulou, M., & Cartalis, C. (2007). Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece. *Sol. Energy*, 81, 358-368. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.06.014>
- Stojanovic, M., Liberato, M. L. R., Sorí, R., Vázquez, M., Phan, V. T., Duong, V. H., Hoang, C. T., Nguyen, P. N. B., Nieto, R., & Gimeno, L. (2020). Trends and Extremes of Drought Episodes in Vietnam Sub-Regions during 1980-2017 at Different Timescales. *Water*. 12(3):813. <https://doi.org/10.3390/w12030813>
- Schowengerdt, R. A. (2007). Correction and calibration. *Remote Sensing (Third edition)*, 285-354, XVI-XXIII. doi:10.1016/B978-012369407-2/50010-3
- Thạch, N. N. (2009). Cơ sở viễn thám. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Tong, Z., Chen, Y., & Malkawi, A. (2017). Estimating natural ventilation potential for high-rise buildings considering boundary layer meteorology. *Appl. Energy*, 193, 276-286. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.02.041>
- Trung, P. D. V. (2014). Nghiên cứu quá trình đô thị hóa và ảnh hưởng của nó đến sự phát triển kinh tế - xã hội thành phố Cần Thơ. Luận án tiến sĩ ngành Địa lý học, trường Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)

- USGS. (2016). Landsat 8 (L8) Data Users Handbook (LSDS-1574 version 2.0). USGS Landsat User Services. U.S. Geological Survey.
- USGS. (2022). *USGS EROS Archive - Landsat Archives - Landsat 8 OLI (Operational Land Imager) and TIRS (Thermal Infrared Sensor) Level-1 Data Products*. Available online: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-8-oli-operational-land-imager-and> (accessed on 12 February 2022).
- Vân, T. T., Lan, H. T., & Trung, L. V. (2010). Nghiên cứu thay đổi nhiệt độ bề mặt dưới tác động của quá trình đô thị hóa ở thành phố Hồ Chí Minh bằng phương pháp viễn thám. *Tạp chí các khoa học về Trái Đất*, 33(3), 347-359.
- Vân, T. T., Bảo, H. D. X., Phương, Đ. T. K., Mai, N. T. T., & Nhung, Đ. T. M. (2017). Đặc điểm môi trường nhiệt và diễn biến đảo nhiệt đô thị bề mặt khu vực bắc thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 49, 11-20. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2017.002>
- Wan, Z., Zhang, Y., Wang, R., & Li, Z. L. (2001). *Early land-surface temperature product retrieved from MODIS data*. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 3(C), 1067-1069. <https://doi.org/10.1109/igarss.2001.976748>
- Wang, Z., Gang, C., Li, X., Chen, Y., & Li, J. (2015). Application of a normalized difference impervious index (NDII) to extract urban impervious surface features based on Landsat TM images. *International Journal of Remote Sensing*, 36(4), 1055-1069. <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1007250>
- Wu, H. J., Yuan, Z. W., Zhang, L., & Bi, J. (2012). Life cycle energy consumption and CO<sub>2</sub> emission of an office building in China. *Int. J. Life Cycle Assess.* 17, 105-118. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0342-2>.
- Wulder, M. A., White, J. C., Loveland, T. R., Woodcock, C. E., Belward, A. S., Cohen, W. B., Fosnight, E. A., Shaw, J., Masek, J. G., & Roy, D. P. (2016). The global Landsat archive: Status, consolidation, and direction. *Remote Sensing of Environment*, 185, 271-283. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.032>
- Xu, H. (2010). Analysis of impervious surface and its impact on Urban heat environment using the normalized difference impervious surface index (NDISI). *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, 76, 557-565. <https://doi.org/10.14358/PERS.76.5.557>
- Xu, Y., & Shen, Y. (2013). Reconstruction of the land surface temperature time series using harmonic analysis. *Computers & Geosciences*, 61, 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.08.009>
- Ya, M., Kuang, Y., & Huang, N. (2010). Coupling urbanization analyses for studying urban thermal environment and its interplay with biophysical parameters based on TM/ETM+ imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(2), 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2009.12.002>
- Yang, X., Peng, L. L. H., Jiang, Z., Chen, Y., Yao, L., & He, Y. (2020). Impact of urban heat island on energy demand in buildings: local climate zones in Nanjing. *Appl. Energy*, 260, 114279. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114279>
- Zha, Y., Gao, Y., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24, 583-594. <https://doi.org/10.1080/01431160304987>
- Zhang, X., Estoque, R.C., & Murayama, Y. (2017). An urban heat island study in Nanchang City, China based on land surface temperature and social-ecological variables. *Sustain. Cities Soc.*, 32, 557-568. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.05.005>
- Zhang, Y., Murray, A. T., & Turner Ii, B. L. (2017). Optimizing green space locations to reduce daytime and nighttime urban heat island effects in Phoenix, Arizona. *Landscape and Urban Planning*, 165, 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.04.009>