



# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HỒI QUY TUYẾN TÍNH ĐỂ THIẾT LẬP MỐI LIÊN HỆ GIỮA ĐỘ CHE PHỦ THỰC VẬT VỚI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT DỰA TRÊN DỮ LIỆU VỆ TINH LANDSAT 8 OLI

Hoàng Anh Huy<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Mục tiêu của nghiên cứu là thiết lập mối liên hệ giữa độ che phủ thực vật (FVC) với nhiệt độ bề mặt đất (LST) tại huyện Đông Anh (Hà Nội). FVC và LST được chiết tách từ ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI sử dụng phép phân tích lẫn phổ tuyến tính hai đối tượng thuần (LSMA) và mô hình truyền bức xạ trong khí quyển (RTE). Mô hình hồi quy tuyến tính (LRM) được ứng dụng để thiết lập mối liên hệ giữa FVC với LST. Kết quả nghiên cứu cho thấy: tồn tại tương quan nghịch giữa FVC và LST (FVC tăng 10% làm LST giảm 1,62°C và ngược lại); LST cao xuất hiện tại những khu vực có FVC thấp như Võng La, Kim Chung, Hải Bối, thị trấn Đông Anh; LST thấp tập trung ở khu vực có FVC cao như Thụy Lâm, Vân Nội, Tam Xá, Xuân canh, Vĩnh Ngọc. Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận, ứng dụng mô hình hồi quy tuyến tính và tư liệu ảnh vệ tinh giúp xác định một cách hiệu quả và nhanh chóng mối quan hệ giữa của FVC với LST.

**Từ khóa:** Độ che phủ thực vật, nhiệt độ bề mặt đất, hồi quy tuyến tính, ảnh LANDSAT 8 OLI.

Ban Biên tập nhận bài: 28/6/2017

Ngày phản biện xong: 06/07/2017

## 1. Đặt vấn đề

Độ che phủ thực vật (Fractional Vegetation Cover - FVC) là thông số giúp phản ánh mức độ che phủ của thảm thực vật trên bề mặt trái đất [6,5]. Ở những nơi có FVC cao (thảm thực vật dày đặc) thì nhiệt độ bề mặt đất (Land Surface Temperature - LST) luôn thấp hơn 35°C [15]. LST là một trong ba nhân tố chính ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của thảm thực vật toàn cầu. Cùng với ánh sáng mặt trời và nước, LST đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ sự phát triển của các khu rừng rậm, đồng cỏ hay tạo nên những sa mạc khô cằn. Ngược lại, thảm thực vật lại ảnh hưởng đến sự nóng lên của bề mặt đất. Do đó, nghiên cứu ảnh hưởng của FVC đến LST có vai trò quan trọng, đặc biệt trong bối cảnh sự nóng lên của khí hậu toàn cầu.

LST có thể được xác định bằng cách sử dụng dữ liệu kênh hồng ngoại nhiệt của các vệ tinh như MODIS, NOAA/AHVR và Landsat [19,27]. Những thuật toán điển hình để xác định

LST từ ảnh vệ tinh gồm có: cửa sổ đơn (mono-window) [28], kênh đơn (single-channel) [14,12], mô hình truyền bức xạ sử dụng các thông số hiệu chỉnh khí quyển (the on-line Atmospheric Correction Parameters Calculator - ACPC) [8,9] và đa kênh (multi-channel) [29]. Độ chính xác xác định LST sử dụng các thuật toán trên đạt 1-2K [18]. Phương pháp chủ yếu thường được sử dụng xác định FVC từ ảnh vệ tinh là mô hình phân giải pixel hỗn hợp tuyến tính (linear spectral mixture model - LSMM) [6,5] do Van đề xuất [4]. Trên cơ sở LSMM, Xiao và Moody đã xây dựng mô hình hồi quy tuyến tính giữa NDVI với một (hoặc nhiều) kênh ảnh để xác định FVC dựa trên hai đối tượng thuần LSMA [6,5,16,1]. Đánh giá ảnh hưởng của thảm thực vật đến LST, Kumar và Shekhar nghiên cứu mối quan hệ giữa các chỉ số thực vật (VI, NDVI) và chỉ số khác biệt đất trống (NDBI) với LST trên cơ sở hệ số tương quan sử dụng ảnh Landsat TM cho khu vực Kalaburagi (Ấn Độ), kết quả cho thấy có sự tương quan thuận giữa VI, NDVI với LST và tương quan nghịch giữa NDBI với LST [23]. Kawashima đánh giá ảnh hưởng của mật độ thực vật (vege-

<sup>1</sup>Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Email: hahuy@hunre.edu.vn

tation density) đến LST đối với mùa đông cho khu vực đô thị và ngoại ô Tokyo sử dụng ảnh Landsat TM thu nhận vào ngày và đêm [2]. Mô hình hồi quy tuyến tính đã được ứng dụng một cách hiệu quả trong nhiều nghiên cứu [6,5,16,1,23], nên được lựa chọn để sử dụng trong nghiên cứu này.

Đông Anh là huyện ngoại thành phía Bắc của Hà Nội, phía Đông, Đông Bắc giáp tỉnh Bắc Ninh, phía Nam giáp các quận Tây Hồ và Bắc - Từ Liêm, phía Đông Nam giáp huyện Gia Lâm, phía Tây giáp huyện Mê Linh, phía Bắc giáp huyện Sóc Sơn. Đông Anh đang phấn đấu trở thành quận nội đô vào năm 2023, do đó huyện

đang trong quá trình phát triển với tốc độ đô thị hóa nhanh để đáp ứng về cơ sở hạ tầng. Đây chính là nguyên nhân làm thảm thực vật (như FVC) bị suy giảm một cách nghiêm trọng [6,5], gây nên LST tăng cao và xuất hiện hiện tượng đảo nhiệt đô thị. Xuất phát từ lý do trên, nghiên cứu được thực hiện với mục đích thiết lập mối quan hệ giữa FVC với LST tại huyện Đông Anh từ tư liệu ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI trên cơ sở mô hình hồi quy tuyến tính (LRM).

## 2. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Tư liệu sử dụng



Hình 1. Tổ hợp màu giả 5-4-3 ảnh LANDSAT 8 OLI huyện Đông Anh.

Tư liệu sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI độ phân giải không gian 30 m khu vực huyện Đông Anh, được thu thập từ trang Web của Cục Điều tra Địa chất Hoa Kỳ (USGS) (Hình 1) [7]. Path/Row của ảnh, 127/45, trong Hệ tham chiếu toàn cầu WRS, được thu nhận ngày 01 tháng 6 năm 2016 vào hồi 03 giờ 23 phút 04 giây (giờ GMT), tức là 10 giờ 23 phút 04 giây (giờ Việt Nam). Tỷ lệ mây che phủ của ảnh thấp (8,26%), chất lượng ảnh đạt 9/9 đối với các kênh phản xạ thuộc bộ cảm OLI. Ảnh đã

được xử lý ở mức L1T: được hiệu chỉnh bức xạ do ảnh hưởng của sai số hệ thống; chuẩn định với Hệ quy chiếu WGS 1984 UTM với múi chiếu 48 Bắc bán cầu; sử dụng 267 điểm khống chế mặt đất (lấy từ cơ sở dữ liệu toàn cầu – GLS2000) để hiệu chỉnh hình học với sai số trung phương trong số đơn vị (RMSE) trung bình, theo hướng dọc và hướng ngang lần lượt là 7,714 m, 5,478 m và 5,431 m, đồng thời sử dụng dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) (nguồn từ ảnh vệ tinh SRTM) để hiệu chỉnh ảnh hưởng

của chênh cao địa hình gây ra đối với chất lượng ảnh vệ tinh với sai số trung phương trọng số đơn vị (RMSE) đạt 4,936 m.

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.2.1. Tiền xử lý ảnh

*Hiệu chuẩn cảm biến:*

Bước đầu tiên trong quá trình hiệu chỉnh bức xạ là chuyển giá trị số nguyên (DN values) sang giá trị bức xạ phổ trên đỉnh khí quyển sử dụng các thông số hiệu chuẩn cảm biến trong quá trình thu nhận ảnh từ vệ tinh. Việc chuyển đổi này đối với ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI được thực hiện thông qua công thức (1) [6,5,20]:

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Trong đó:  $M_L$ ,  $A_L$  lần lượt là hệ số chuyển đổi (các giá trị này được lấy trong file metadata);  $Q_{cal}$  là giá trị số nguyên (DN values) của ảnh.

*Hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển:*

Năng lượng bức xạ điện từ bị suy giảm do tán xạ ánh sáng bởi sol khí (như cát, bụi, khói, và  $CO_2$ ...) và hấp thụ bởi hơi nước trong quá trình truyền qua tầng khí quyển. Có nhiều phương pháp hiệu chỉnh ảnh hưởng của khí quyển đối với chất lượng ảnh vệ tinh như DOS, COST, ATCOR và 6S [21]. Trong nghiên cứu này, mô hình FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes) [24] với ưu điểm hiệu chỉnh ảnh hưởng của cả tán xạ lẫn hấp thụ nên được lựa chọn sử dụng. Giá trị bức xạ điện từ trên đỉnh khí quyển,  $L^*$ , được xác định theo phương trình (2) [24,25]:

$$L^* = \left( \frac{A\rho}{1 - \rho_e S} \right) + \left( \frac{B\rho_e}{1 - \rho_e S} \right) + L_a^* \quad (2)$$

Trong đó  $\rho$  là giá trị phản xạ phổ trên bề mặt đất;  $\rho_e$  là giá trị phản xạ phổ trung bình của bản thân pixel và các pixel xung quanh;  $S$  là suất phản chiếu của khí quyển;  $L_a^*$  là giá trị bức xạ điện từ bị tán xạ trở lại bởi khí quyển và được thu nhận tại bộ cảm;  $A$  và  $B$  là các hệ số phụ thuộc vào điều kiện khí quyển và điều kiện hình học. Các giá trị  $A$ ,  $B$ ,  $S$  và  $\rho_e$  có thể được xác định nếu biết rõ mô hình khí quyển sử dụng MOD-TRAN4 [24,25]. Khi đó, giá trị phản xạ phổ trung bình về không gian,  $\rho_e$ , được xác định theo

công thức (3) [24]:

$$L_c = \left( \frac{(A + B)\rho_e}{1 - \rho_e S} \right) + L_a^* \quad (3)$$

### 2.2.2. Xác định độ che phủ thực vật (FVC)

Độ che phủ thực vật, FVC, theo mô hình LSM do Van đề xuất, được xác định theo công thức sau [6,5,4]:

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_{soil}}{NDVI_{veg} - NDVI_{soil}} \quad (4)$$

Trong đó: FVC là FVC (giá trị trong phạm vi [0 - 1] hay theo đơn vị là phần trăm);  $NDVI_{soil}$  là giá trị NDVI của thổ nhưỡng  $NDVI_{veg}$  là giá trị NDVI của thực vật. Theo Sobrino [11], nếu  $NDVI > 0,5$  thì  $FVC = 1$  (pixel đó được coi là hoàn toàn bao phủ bởi thực vật – đối tượng thuần thực vật); nếu  $NDVI < 0,2$  thì  $FVC = 0$  (pixel đó được coi là hoàn toàn bao phủ bởi thổ nhưỡng – đối tượng thuần thổ nhưỡng); nếu  $0,2 < NDVI < 0,5$  thì FVC được xác định theo công thức (4) với NDVI là chỉ số khác biệt thực vật và được xác định bởi công thức (5) [6,5,17]:

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

Trong đó:  $\rho_{NIR}$  và  $\rho_{RED}$  lần lượt là giá trị phản xạ phổ bề mặt tại kênh cận hồng ngoại (NIR) và kênh đỏ (RED).

### 2.2.3. Xác định nhiệt độ bề mặt đất (LST)

*Xác định nhiệt độ ánh sáng:*

Nhiệt độ ánh sáng (brightness temperature) được xác định theo công thức (6) [14,29,2,10]:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} \quad (6)$$

trong đó:  $T_B$  là nhiệt độ độ sáng (K);  $L$  là giá trị bức xạ phổ trên đỉnh khí quyển  $[W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)]$ ;  $K_1$  là hằng số chuyển đổi  $[W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)]$ ;  $K_2$  là hằng số chuyển đổi [K]. Giá trị  $K_1$ ,  $K_2$  được lấy từ file metadata của ảnh Landsat.

*Xác định độ phát xạ bề mặt:*

Độ phát xạ bề mặt được xác định trên cơ sở chỉ số khác biệt thực vật NDVI (Normalized

Difference Vegetation Index) do Valor, Caselles đề xuất [29,3]:

$$\varepsilon = \varepsilon_v * f_v + \varepsilon_s * (1 - f_v) + d_e \quad (7)$$

Trong đó:  $\varepsilon$  là độ phát xạ bề mặt;  $\varepsilon_v$  là độ phát xạ bề mặt của thực vật;  $\varepsilon_s$  là độ phát xạ bề mặt của đất trống;  $f_v$  là độ che phủ thực vật.  $d_e$  là phần hệ số phát xạ gián tiếp của các yếu tố trường do sensor, đối với bề mặt địa hình bằng phẳng thì lượng này có thể bỏ qua, đối với bề mặt địa hình không đồng nhất hoặc thô như rừng, lượng này có thể đạt tới giá trị 2% [10]. Do Đông Anh là một huyện đồng bằng nên hệ số phát xạ gián tiếp được bỏ qua trong nghiên cứu này.

*Xác định nhiệt độ bề mặt đất:*

Nhiệt độ bề mặt đất (LST) được xác định theo công thức sau [14,29,2,10]:

$$T = \frac{T_B}{1 + \frac{\lambda T_B}{\rho} \cdot I_{ne}} \quad (8)$$

Trong đó:  $\lambda$  là giá trị bước sóng trung tâm kênh hồng ngoại nhiệt;  $\rho = \frac{h \cdot c}{\sigma}$ ,  $\sigma$  là hằng số Stefan Boltzmann ( $5.67 \cdot 10^{-8} (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4})$ );  $h$  là hằng số Plank ( $6.626 \cdot 10^{-34} J \cdot sec$ );  $c$  là vận tốc ánh sáng ( $2.998 \cdot 10^8 m/sec$ ).

#### 2.2.4. Mô hình hồi quy tuyến tính đơn

Mô hình hồi quy tuyến tính đơn có dạng sau: (9)

$$LST = a * FVC + b + \beta_i \quad i = 1 \div n$$

Trong đó: FVC và LST là một mẫu ngẫu nhiên kích thước n thu được khi quan sát, LST là biến phụ thuộc phản ánh nhiệt độ bề mặt và FVC là biến độc lập phản ánh độ che phủ thực vật;  $\beta_i$  là các sai số ngẫu nhiên và giả thiết rằng chúng độc lập với nhau, cùng tuân theo quy luật phân phối chuẩn  $N(\mu, \sigma_i^2)$ ; a và b lần lượt là hệ số góc và hệ số chặn, giải bài toán bằng phương pháp số bình phương nhỏ nhất [pvn] = min, thì các hệ số này sẽ được xác định theo công thức dưới đây:

$$a = \frac{\overline{FVC * LST} - \overline{FVC} * \overline{LST}}{[\overline{FVC}]^2 - \overline{FVC}^2} \quad (10)$$

và

$$b = \overline{LST} - a * \overline{FVC} \quad (11)$$

Việc kiểm định sự phù hợp của mô hình hồi quy thông qua hệ số  $R^2$ . Hệ số  $R^2$  cho biết trong 100% của toàn bộ sự biến động của  $Y_{LST}$  so với giá trị trung bình của nó thì bao nhiêu phần trăm do biến  $X_{FVC}$  gây ra. Khi đó, để kiểm định sự phù hợp của mô hình hồi quy thông qua cặp giả thuyết:  $H_0 : R^2 = 0; H_1 : R^2 \neq 0$  sử dụng ương lượng F:

$$F = \frac{\left( \frac{R^2}{1} \right)}{\left( \frac{1 - R^2}{n - 2} \right)} \quad (12)$$

Bác bỏ giả thuyết  $H_0$  nếu  $F > F$  lý thuyết (F lý thuyết =  $F_{1,n-2}$ ; trong đó  $F_{1,n-2}$  có phân phối F).

#### 2.2.5. Xử lý dữ liệu và phần mềm

Trong quá trình hiệu chỉnh khí quyển, các dữ liệu đầu vào cho mô hình FLAASH trong ENVI 5.2 như sau: mô hình khí quyển được lựa chọn là nhiệt đới (tropical); mô hình sol khí sử dụng cho khu vực đô thị (urban), để thu nhận thông tin về sol khí, phương pháp tỷ số kênh phản xạ do Kaufman đề xuất [26] được sử dụng với tầm nhìn ban đầu là 40 km, độ cao trung bình của khu vực Đông Anh so với mực nước biển là 0,05 km. LST và FVC được chiết tách bằng phần mềm ENVI 5.2. Các dữ liệu này sau đó được xuất sang phần mềm ArcGIS 10.2 để xây dựng các bản đồ, biểu đồ và số liệu thống kê. Tổng cộng 207 cặp LST và FVC tiêu biểu và phân bố một cách đồng đều trên toàn bộ huyện Đông Anh được lựa chọn làm dữ liệu đầu vào trong SPSS 22.0 để thiết lập mô hình hồi quy tuyến tính đơn.

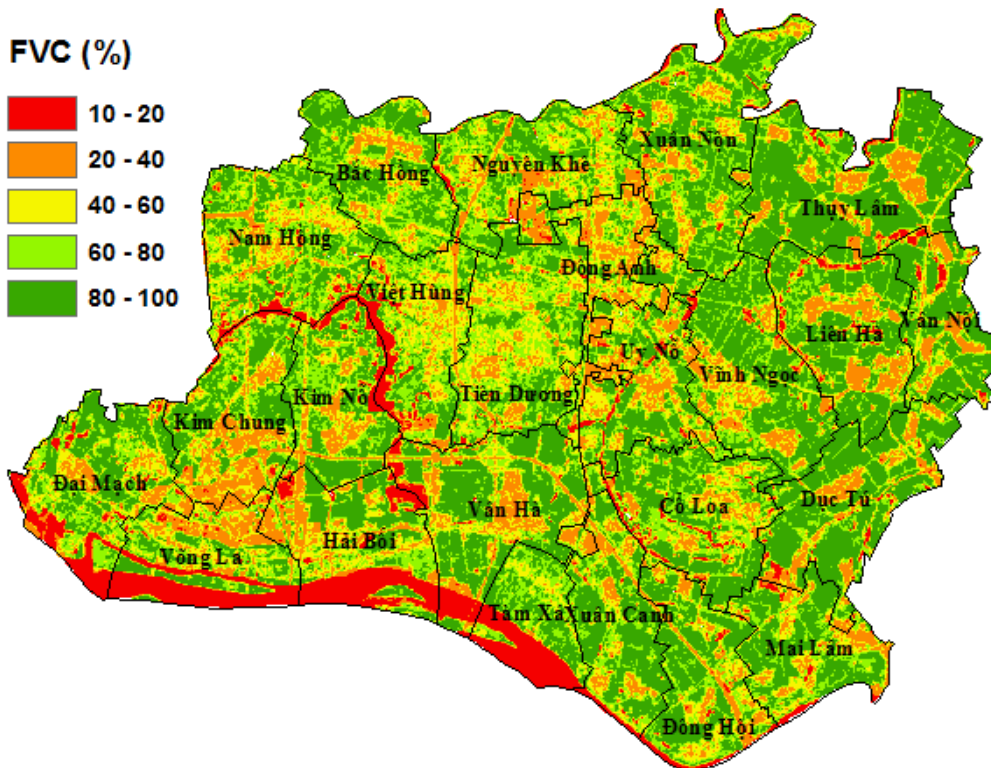
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Sự phân bố độ che phủ thực vật (FVC)

Kết quả xác định FVC khu vực huyện Đông Anh được tổng hợp trong Bảng 2 và Hình 3, sự phân bố về không gian được thể hiện trong Hình 2. Về tổng thể, FVC tương đối thấp ở khu vực phía Tây và Nam, FVC dày đặc tập trung tại các khu vực phía Đông và Đông Bắc của huyện Đông Anh (Hình 2). FVC thấp từ 10% đến 20% có diện tích 11,8 km<sup>2</sup>, chủ yếu xuất hiện tại những khu vực có nước như sông Hồng, ao và hồ... nơi hầu như không có thực vật che phủ. FVC từ 20% - 40% chiếm 28,5 km<sup>2</sup> (đạt 15,3%)

xuất hiện tại những khu vực tiếp giáp các quận nội thành như Kim Chung, Vông La (nơi có khu công nghiệp Thăng Long), Hải Bối và khu vực xung quanh thị trấn Đông Anh. FVC từ 40% - 60% chiếm diện tích 32,6 km<sup>2</sup> (đạt 17,5%) tập trung ở các xã Việt Hùng, Tiên Dương, Nam Hồng. FVC cao biến động từ 60% đến 80% có 40,3 km<sup>2</sup> (chiếm 21,7%) tập trung ở các khu vực

xung quanh thị trấn Đông Anh và tiếp giáp các xã gần các quận nội thành như Nam Hồng, Bắc Hồng, Nguyễn Khê, Cổ Loa. FVC dày đặc từ 80% - 100% chiếm 39% tổng diện tích, chủ yếu xuất hiện ở khu vực phía Đông huyện Đông Anh như Thụy Lâm, Văn Nội, Vĩnh Ngọc, Dục Tú và Xuân Canh (Hình 2 và 3).



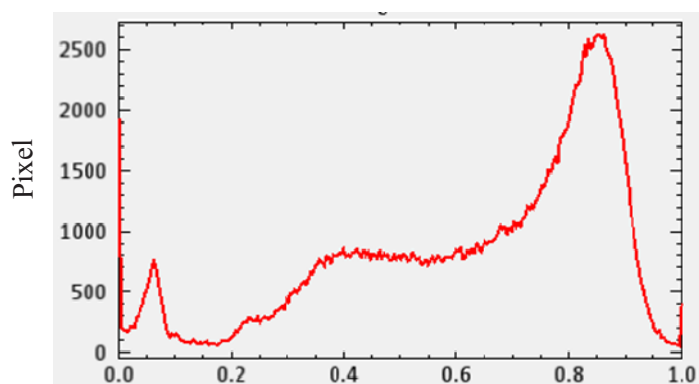
Hình 2. Sự phân bố độ che phủ thực vật (FVC).

Bảng 2. Bảng tổng hợp kết quả xác định độ che phủ thực vật.

FVC (%)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)
0 – 20	11,8	6,4
20 – 40	28,5	15,3
40 – 60	32,6	17,5
60 – 80	40,3	21,7
80 – 100	72,5	39,0
<b>Tổng</b>	<b>185,7</b>	<b>100,0</b>

### 3.2. Sự phân bố nhiệt độ bề mặt (LST)

Kết quả xác định LST từ ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI được tổng hợp trong Bảng 3, sự phân bố của chúng được thể hiện trong Hình 4 và 5. Về tổng thể, LST chủ yếu phân bố trong khoảng 25°C - 28°C (Bảng 3, Hình 5), chiếm 76,4%



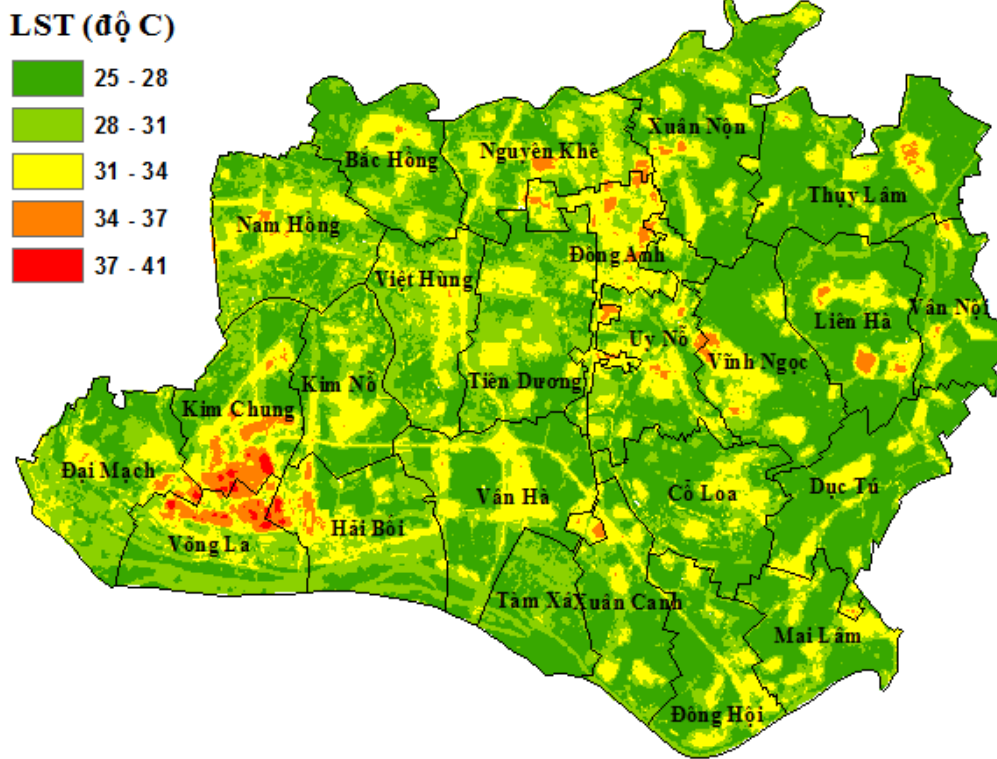
Độ che phủ thực vật (%)

Hình 3. Biểu đồ tần suất độ che phủ thực vật.

tổng diện tích. LST cao (từ 34°C - 41°C) có diện tích khá nhỏ (4,1 km<sup>2</sup>) chiếm 2,2% trên tổng diện tích, chủ yếu xuất hiện tại các khu vực có độ che phủ thực vật thấp như Kim Chung, Vông La (có khu Công nghiệp Thăng Long) (Hình 2, 4 và 5); LST từ 31°C - 34°C có diện tích 39,3 km<sup>2</sup> (chiếm

21,1% tổng diện tích) tập trung ở những khu vực mật độ dân số cao như Hải Bối, thị trấn Đông Anh, phía Tây Nam xã Vĩnh Ngọc, xã Uy Nỗ. LST thấp hơn, từ 25°C - 31°C xuất hiện tại sông Hồng và một số khu vực có nước (nơi không có

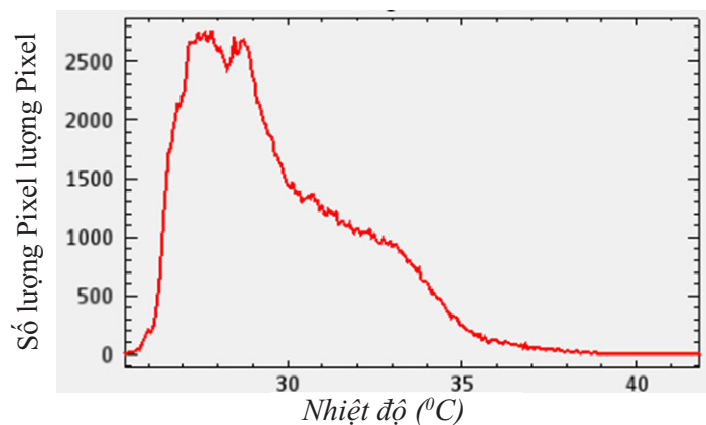
thảm thực vật che phủ) hoặc những nơi có FVC thấp như các xã thuộc phía Tây và Tây Nam của huyện Đông Anh như Thụy Lâm, Liên Hà, Vân Nội, Dục Tú và Mai Lâm.



Hình 4. Sự phân bố độ nhiệt độ bề mặt (LST).

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả xác định nhiệt độ bề mặt

LST (°C)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)
25 – 28	84,0	45,2
28 – 31	58,0	31,2
31 – 34	39,3	21,1
34 – 37	4,1	2,2
37 – 41	0,4	0,2
<b>Tổng</b>	<b>185,7</b>	<b>100</b>



Hình 5. Biểu đồ tần suất nhiệt độ

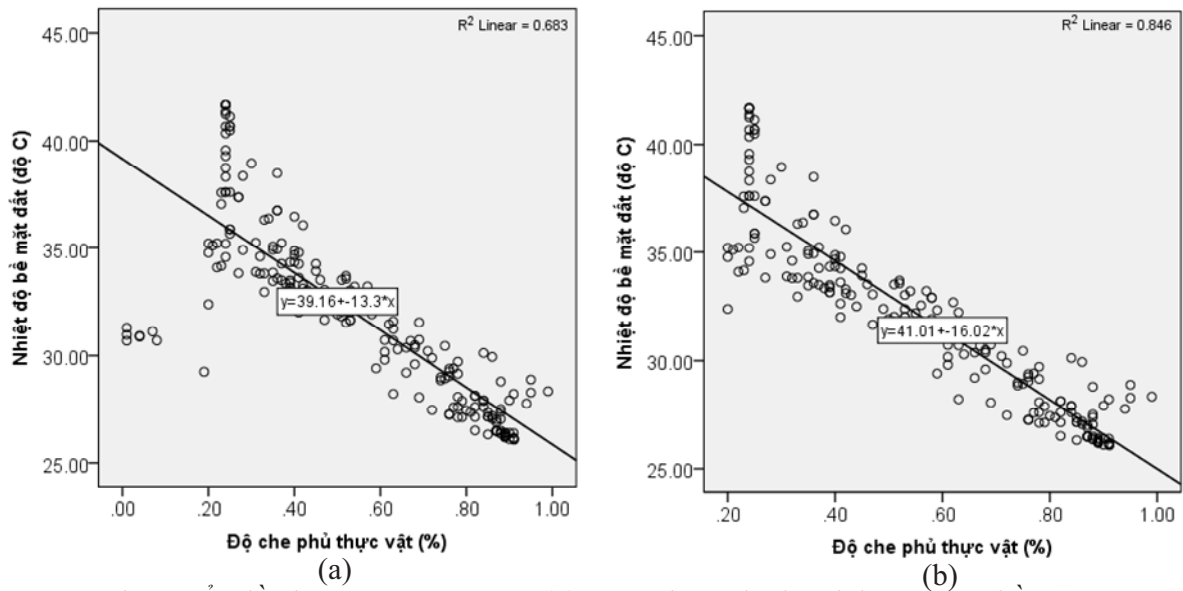
### 3.3. Đánh giá ảnh hưởng của FVC đến LST

Giá trị hệ số tương quan Pearson giữa LST và FVC,  $r = -0,826$  (có ý nghĩa thống kê ở mức 0,05), thể hiện có một mối tương quan nghịch giữa FVC và LST, nghĩa là những khu vực có FVC thấp sẽ có LST cao và ngược lại. Mối quan hệ này được thể hiện một cách rõ ràng trên biểu

đồ phân tán (Hình 6a).

Biểu đồ cho thấy, FVC càng tăng thì LST càng giảm và ngược lại (Hình 6a). Mối quan hệ này được thể hiện bằng phương trình hồi quy xác định từ LST và FVC:

$$LST = -13,3 \times FVC + 39,16 \quad (13)$$



Hình 6. Biểu đồ phân tán LST - FVC: (a) Trước hiệu chỉnh ảnh hưởng của bề mặt nước; (b) Sau hiệu chỉnh ảnh hưởng của bề mặt nước

Từ phương trình hồi quy có thể thấy, mỗi khi FVC tăng 10% làm LST giảm 1,33°C và ngược lại. Trên góc trái của biểu đồ xuất hiện một số điểm (8 điểm) dị thường, tại đó FVC thấp (chỉ 0% đến 10%) nhưng LST lại khá cao (khoảng 32°C hoặc 33°C), ngược lại so với trạng thái của các điểm dưới góc phải của biểu đồ. Nguyên nhân là LST của bề mặt nước (sông, ao hoặc hồ, nơi hầu như không có sự che phủ của thảm thực vật) nhưng lại hấp thụ bức xạ nhiệt chiếu xuống bởi mặt trời nên có nhiệt độ cao. Đây là lý do làm độ chính xác của mô hình, hệ số  $R^2$  thấp ( $R^2 = 0,683 < 0,80$ ) (có ý nghĩa thống kê ở mức 0,05). Sau khi loại bỏ các điểm dị thường (do ảnh hưởng của bề mặt nước), phương trình hồi quy (Hình 6b) sẽ là:

$$LST = -13,3 \times FVC + 39,16 \quad (14)$$

Độ chính xác của mô hình đã tăng lên đáng kể, hệ số  $R^2 = 0,846 (> 0,80)$  chứng tỏ 84,8% các giá trị FVC tham gia giải thích sự thay đổi của LST (có ý nghĩa thống kê ở mức 0,05). Khi đó, mỗi khi FVC tăng 10% làm LST giảm 1,62°C và ngược lại. Điều này minh chứng một mối quan hệ chặt chẽ (mối quan hệ nghịch) giữa FVC và LST là FVC tăng sẽ làm LST giảm (trên bề mặt đất).

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu giới thiệu cơ sở khoa học và thực nghiệm thiết lập mối liên hệ giữa độ che phủ thực vật (FVC) với nhiệt độ bề mặt đất (LST) sử

dụng tư liệu ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI và mô hình hồi quy tuyến tính, thử nghiệm cho huyện Đông Anh (Hà Nội). Phương pháp phân tích lần phổ tuyến tính hai đối tượng thuần (LSMA) và mô hình truyền bức xạ trong khí quyển lần lượt được sử dụng để chiết tách thông tin về FVC và LST. Mối liên hệ giữa FVC với LST được xác định bằng mô hình hồi quy tuyến tính. Kết quả cho thấy: LST cao chủ yếu xuất hiện tại những khu vực có FVC thấp như Võng La, Kim Chung, Hải Bối, thị trấn Đông Anh (nơi có khu công nghiệp Thăng Long, Đông Anh và mật độ dân cư đông đúc); LST thấp tập trung ở khu vực có FVC cao như Thụy Lâm, Vân Nội, Tam Xá, Xuân Canh, Vĩnh Ngọc (nơi có mật độ dân cư thưa thớt); tồn tại mối quan hệ tương quan nghịch giữa FVC và LST (FVC tăng 10% làm LST giảm 1,62°C và ngược lại). Từ kết quả nghiên cứu có thể kết luận: (i) FVC là một trong những nguyên nhân làm tăng LST; (ii) đối với bề mặt nước, FVC không tuân theo mối quan hệ về tương quan nghịch giữa FVC và LST; (iii) mô hình hồi quy tuyến tính và tư liệu ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI cho phép đánh giá một cách hiệu quả và nhanh chóng ảnh hưởng của FVC đến LST. Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở khoa học để nghiên cứu hiện tượng vi khí hậu như hiệu ứng đảo nhiệt đô thị, ảnh hưởng của chế độ nhiệt đến thảm thực vật như ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự sinh trưởng của thực vật và ngược lại.



### Tài liệu tham khảo

1. B.J. Choudhury, N.U. Ahmed, S.B. Idso (1994), *Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studied by model simulations*, Remote Sensing of Environment, 50, 1.
2. D. Kumar, S. Shekhar (2015), *Statistical analysis of land surface temperature-vegetation indexes relationship through thermal remote sensing*, Ecotoxicol Environ Saf, 121, 39.
3. E. Valor, V. Caselles (1996), *Mapping land surface emissivity from NDVI*, Application to European African and South American areas, Remote sensing of Environment, 57, 167.
4. F. Van der Meer (1999), *Image classification through spectral unmixing*, In: Spatial Statistics for Remote Sensing, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
5. H.A. Huy (2016), *Đánh giá biến động độ che phủ thực vật tại một số khu vực đô thị và ven đô Hà Nội từ tư liệu ảnh vệ tinh LANDSAT đa phổ và đa thời gian*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, (In press).
6. H.A. Huy (2016), *Ứng dụng ảnh vệ tinh LANDSAT 8 OLI xác định độ che phủ thực vật khu vực nội thành Hà Nội*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, 32, 101.
7. <https://www.usgs.gov/>
8. J.A. Barsi, J.L. Barker, J.R. Schott (2003), *An Atmospheric Correction Parameter Calculator for a Single Thermal Band Earth-Sensing Instrument*, Proceedings of the 2003 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '03, Toulouse, France, 3015, 3014.
9. J.A. Barsi, J.R. Schott, F.D. Palluconi, S.J. Hook (2005), *Validation of a web-based atmospheric correction tool for single thermal band instruments*, Proc. SPIE, 5882.
10. J.A. Sobrino, J.C. Jimenez-Munoz, L. Paolini (2004), *Land surface temperature retrieval from Landsat TM 5*, Remote Sens. Environ, 90, 434.
11. J.A. Sobrino, N. Raissouni (2000), *Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring: application to Morocco*, International Journal of Remote Sensing, 21, 353.
12. J.C. Jiménez-Muñoz, J.A. Sobrino (2010), *A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data*, J. Geophys. Res, 108, 2004, 46.
13. J.C. Jimenez-Munoz, J.A. Sobrino, *A single-channel algorithm for land-surface temperature retrieval from ASTER data*, IEEE Geosci. Remote Sens. Lett, 7, 176.
14. J.C. Jimenez-Munoz, J. Cristobal, J.A. Sobrino, G. Soria, M. Ninyerola, X. Pons (2009), *Revision of the single-channel algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat thermal-infrared data*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens, 47, 339.
15. James Russell Baird (2010), *Global Warming Mitigation Method*, James Russell Baird, United State.
16. J. Xiao, A. Moody (2005), *A comparison of methods for estimating fractional green vegetation cover within a desert-to-upland transition zone in central New Mexico, USA*, Remote Sensing of Environment, 98, 237.
17. J.W. Rouse, R. H. Haas, J.A. Schell, D.W. Deering (1974), *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*, Proc. ERTS-1 Symposium 3rd, Greenbelt, NASA, WashingtonDC.
18. L. Vlassova, F. Pérez-Cabello, M.R. Mimbreno, R.M. Llovería, A. García-Martín (2014), *Analysis of the Relationship between Land Surface Temperature and Wildfire Severity in a Series of Landsat Images*, Remote Sens, 6, 6136.
19. M. Akhoondzadeh, M.R. Saradjian (2008), *Comparison of Land Surface Temperature mapping using MODIS and ASTER Images in Semi-Arid Area*, Commission VIII.
20. National Aeronautics and Space Administration (NASA) (2016), *LANDSAT Science data user's Handbook*, NASA, Washington DC.

21. P.S. Chavez (1996), *Image-based atmospheric corrections - Revisited and Improved*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62, 1025.
22. Q. Weng, P. Fu, F. Gao (2014), *Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data*, Remote Sens. Environ, 145, 55.
23. S. Kawashima (1994), *Relation between vegetation, surface temperature, and surface composition in the Tokyo region during winter*, Remote Sensing of Environment, 50, 52.
24. S.M. Adler-Golden, A. Berk, L.S. Bernstein, S.C. Richtsmeier, P.K. Acharya, M.W. Matthew, G.P. Anderson, C. Allred, L.S. Jeong, J.H. Chetwynd, FLAASH (1998), *A MODTRAN4 Atmospheric Correction Package for Hyperspectral Data Retrievals and Simulations*, Summaries of the Seventh Annual JPL Earth Science Workshop, 1, 98.
25. S.M. Adler-Golden, M.W. Matthew, L.S. Bernstein, R.Y. Levine, A. Berk, S.C. Richtsmeier, P.K. Acharya, G.P. Anderson, G. Felde, J. Gardner, M. Hoke, L.S. Jeong, B. Pukall, A. Ratkowski, H.H. Burke (1999), *Atmospheric Correction for Short-wave Spectral Imagery Based on MODTRAN4*, SPIE Proceedings on Imaging Spectrometry, 3753, 61.
26. Y.J. Kaufman, A.E. Wald, L.A. Remer, B.C. Gao, R.R. Li, L. Flynn (1997), *The MODIS 2.1- $\mu$ m Channel-Correlation with Visible Reflectance for Use in Remote Sensing of Aerosol*, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35, 1286.
27. Z.L. Li, B.H. Tang, H. Wu, H. Ren, G. Yan, Z. Wan, I.F. Trigo, J.A. Sobrino (2013), *Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives*, Remote Sens. Environ, 131, 14.
28. Z. Qin, A. Karnieli, P. Berliner (2001), *A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region*, Int. J. Remote Sens, 22, 3719.
29. Z. Wan, J. Dozier (1989), *Land-surface temperature measurement from space: physical principles and inverse modeling*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 27, 268.

## ANALYZING RELATION BETWEEN FRACTIONAL VEGETATION COVER AND LAND SURFACE TEMPERATURE USING LINEAR REGRESSION MODEL AND LANDSAT 8 OLI SATELLITE IMAGERY DATA

Hoang Anh Huy

Ha Noi University of Natural Resources and Environment

**Abstract:** *The aim of the study is to establish the relationship between Fractional Vegetation Cover (FVC) and Land Surface Temperatures (LST) in Dong Anh. FVC and LSTs were extracted from LANDSAT satellite imagery data using two members linear spectral mixture Analysis (LSMA) and the Radiative Transfer Equation (RTE), respectively. The linear regression model (LSM) was then applied to establish the relationship between FVC and LSTs. It was found that, there is a negative relation between FVC and LST (FVC increased by 10% leading to LST decreased by 1.62oC and vice versa); high LSTs mainly occur in areas of low FVC such as Vong La, Kim Chung, Hai Boi and Dong Anh; low LSTs are concentrated in high FVC areas such as Thuy Lam, Van Noi, Tam Xa, Xuan Canh and Vinh Ngoc. It can be concluded that, the application of linear regression model and LANDSAT 8 OLI satellite imagery data helps to effectively and quickly identify the relation between FVC and LSTs.*

**Keywords:** *Fractional vegetation cover, land surface temperature, linear regression model, LANDSAT 8 OLI.*