

# ỨNG DỤNG DỮ LIỆU VIỄN THÁM HỒNG NGOẠI NHIỆT LANDSAT NGHIÊN CỨU ĐỘ ẨM ĐẤT TRÊN CƠ SỞ CHỈ SỐ KHÔ HẠN NHIỆT ĐỘ THỰC VẬT

TRỊNH LÊ HÙNG,

Email: tringlehung125@gmail.com

*Học viện Kỹ thuật Quân sự*

Ngày nhận bài: 17 - 2 - 2014

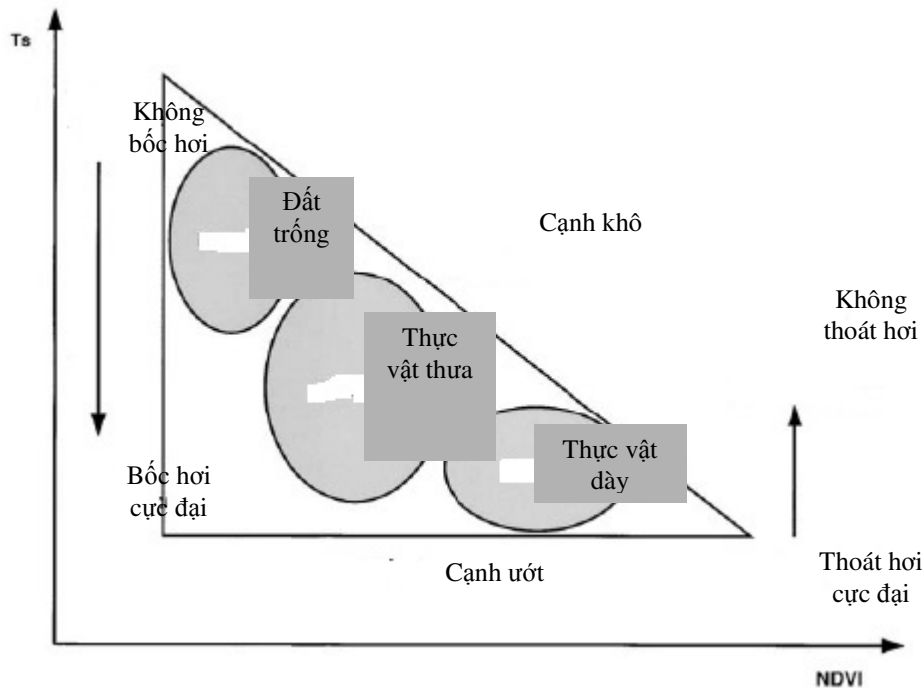
## 1. Mở đầu

Hạn hán là một hiện tượng tự nhiên gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe cây trồng, dẫn đến sụt giảm sản lượng nông nghiệp và tăng khả năng cháy rừng. Ở Việt Nam, hạn hán xảy ra ở hầu khắp cả nước với mức độ và thời gian khác nhau, gây ra những thiệt hại to lớn đối với kinh tế - xã hội, đặc biệt là nguồn nước và trong sản xuất nông nghiệp. Hạn hán thường xảy ra trên diện rộng, do vậy việc quan trắc và nghiên cứu bằng các phương pháp truyền thống gặp rất nhiều khó khăn và chi phí lớn. Dữ liệu viễn thám cung cấp thông tin về bề mặt Trái đất ở các kênh phổ khác nhau và độ phủ trùm rộng đã được sử dụng hiệu quả trong quan trắc độ ẩm đất và tình trạng sức khỏe lớp phủ thực vật. Trên thế giới, việc ứng dụng dữ liệu viễn thám hồng ngoại nhiệt trong nghiên cứu và giám sát hạn hán đã đạt được những kết quả quan trọng [6, 10, 13]. Ở Việt Nam, một số nghiên cứu đã sử dụng ảnh nhiệt MODIS, NOAA/AVHRR trong xác định độ ẩm đất dựa trên mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và các loại hình lớp phủ [12]. Tuy nhiên, độ phân giải không gian của ảnh MODIS, NOAA/AVHRR là rất thấp, độ chính xác không cao và không tích hợp cho các nghiên cứu chi tiết. Ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT với độ phân giải không gian 120m (TM), 60m (ETM+), 100m (LANDSAT 8) cung cấp thông tin rõ ràng hơn về sự thay đổi nhiệt độ mặt đất so với ảnh MODIS, NOAA/AVHRR, do vậy có thể được sử dụng hiệu quả trong nghiên cứu tình trạng khô hạn bề mặt Trái Đất.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu độ ẩm đất và mức độ khô hạn của lớp phủ dựa trên chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật TVDI (temperature vegetation dryness index) bằng dữ liệu ảnh nhiệt LANDSAT TM, ETM+, LANDSAT 8. Trong bài báo cũng tiến hành xây dựng chương trình tính nhiệt độ bề mặt và độ ẩm đất từ dữ liệu ảnh vệ tinh LANDSAT các thể hệ sử dụng ngôn ngữ lập trình Visual C++.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Nhiệt độ bề mặt thu nhận được từ dải phổ hồng ngoại nhiệt ảnh LANDSAT là một chỉ thị tốt cho dòng ẩn nhiệt [7, 9, 12]. Nhiệt độ bề mặt có thể tăng lên rất nhanh trong trường hợp thực vật thiếu nước. Lớp phủ thực vật có mối quan hệ mật thiết với nhiệt độ bề mặt và ảnh hưởng lớn đến kết quả xác định nhiệt độ. Như vậy, nhiệt độ bề mặt (land surface temperature -  $T_s$ ) và chỉ số thực vật chuẩn hóa NDVI là các yếu tố quan trọng cung cấp thông tin về sức khỏe thực vật và độ ẩm tại bề mặt đất. Trong không gian  $T_s$ /NDVI các đường hồi quy liên quan đến mức độ bay hơi của thực vật, đến kháng trở của lá cây và độ ẩm trung bình của đất. Với cùng một điều kiện khí hậu, nhiệt độ bề mặt sẽ đạt giá trị nhỏ nhất tại các vị trí có độ bốc hơi (của bề mặt) và sự thoát hơi nước (của lá cây) cực đại do lượng nước bão hòa tạo nên cạnh ướt trong không gian  $T_s$ /NDVI. Ở những vị trí không có lớp phủ thực vật hoặc thực vật khô, độ bay hơi là cực tiểu dẫn đến nhiệt độ bề mặt đạt cực đại [7, 9]. Đường hồi quy các giá trị cực đại của nhiệt độ bề mặt tại các điểm này tạo cạnh khô trong không gian  $T_s$ /NDVI (hình 1).



Hình 1. Tam giác không gian Ts/NDVI [7]

Để lượng hóa quan hệ giữa chỉ số thực vật chuẩn hóa NDVI và nhiệt độ bề mặt, Sandholt (2002) đã đề nghị sử dụng chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật TVDI (temperature vegetation dryness index) [11]. Chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật TVDI được xác định theo công thức sau:

$$TVDI = \frac{T_s - T_{smin}}{T_{smax} - T_{smin}} \quad (1)$$

Trong đó  $T_s$  - nhiệt độ bề mặt,  $T_{smin}$ ,  $T_{smax}$  - nhiệt độ bề mặt cực tiểu và cực đại trong tam giác không gian Ts/NDVI. Để xác định  $T_{smin}$  và  $T_{smax}$  sử dụng phương trình hồi quy tuyến tính các giá trị

nhiệt độ cực đại tại các khoảng giá trị NDVI. Do chỉ quan tâm đến mức độ khô hạn nên giá trị  $T_{smin}$  có thể được lấy bằng giá trị nhiệt độ nhỏ nhất tại khu vực nghiên cứu. Tại cạnh khô, TVDI có giá trị bằng 1, trong khi đó tại cạnh ướt giá trị của TVDI là 0. Như vậy, điểm mấu chốt trong thành lập chỉ số TVDI là xác định nhiệt độ bề mặt  $T_s$  và cạnh khô  $T_{smax}$  [4, 7, 9].

Để tính nhiệt độ bề mặt, bước đầu tiên phải tiến hành chuyển đổi giá trị số nguyên của ảnh sang giá trị thực của bức xạ ( $Wm^{-2}\mu m^{-4}$ ). Việc chuyển đổi từ giá trị số nguyên sang giá trị bức xạ với ảnh LANDSAT 5 TM được thực hiện như sau (bảng 1):

Bảng 1. Giá trị  $G_{rescale}$ ,  $B_{rescale}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  đối với ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT TM, ETM+

Kênh	Vệ tinh	$L_{max}$ ( $W/m^2.sr\mu m$ )	$L_{min}$ ( $W/m^2.sr\mu m$ )	$G_{rescale}$ ( $W/m^2.sr\mu m$ )/DN	$B_{rescale}$ ( $W/m^2.sr\mu m$ )/DN
6.1	LANDSAT 7/ETM+	12,65	3,2		
6.2	LANDSAT 7/ETM +	17,04	0,0		
6	LANDSAT 7/ETM+	15,503	1,238		
6	LANDSAT 5 TM			0.0551584	1.2378

$$L_\lambda = G_{rescale} \cdot DN + B_{rescale} \quad (2)$$

Đối với ảnh LANDSAT 7 ETM+, giá trị bức xạ phổ được xác định theo công thức sau:

$$L_\lambda = \frac{L_{max} - L_{min}}{DN_{max} - DN_{min}} (DN - DN_{min}) + L_{min} \quad (3)$$

Trong đó,  $L_\lambda$  - giá trị bức xạ phổ;  $G_{rescale}$ ,  $B_{rescale}$  - hệ số chuyển đổi;  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  - giá trị bức xạ phổ ứng với  $DN_{max}$  và  $DN_{min}$  ở kênh 6 (giá trị này được lấy từ file metadata trong dữ liệu ảnh LANDSAT TM, ETM+);  $DN_{max}$  - giá trị số lớn nhất (=255),  $DN_{min}$  - giá trị số nhỏ nhất (=1) [1, 18].

Với ảnh LANDSAT 8, giá trị bức xạ được xác định như sau [17]:

$$L_\lambda = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (4)$$

Trong đó,  $L_\lambda$  - giá trị bức xạ phổ;

$M_L$ ,  $A_L$  - hệ số đối với từng kênh ảnh cụ thể được thể hiện trên *bảng 2* (giá trị  $RADIANCE\_MULT\_BAND\_x$  và  $RADIANCE\_ADD\_BAND\_x$  trong file thông tin dữ liệu ảnh LANDSAT 8, trong đó x là kênh ảnh);  $Q_{cal}$  - giá trị số của kênh ảnh.

**Bảng 2. Giá trị  $M_L$ ,  $A_L$  đối với ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT 8**

Kênh	Vệ tinh	$M_L$	$A_L$
10	LANDSAT 8	$3,3420 \cdot 10^{-4}$	$3,3420 \cdot 10^{-4}$
11	LANDSAT 8	0,10000	0,10000

Giá trị bức xạ được tính ở trên được dùng để tính nhiệt độ độ sáng (brightness temperature) theo công thức [16]:

$$T_B = \frac{K_2}{\ln(1 + \frac{K_1}{L_\lambda})} \quad (5)$$

Giá trị  $K_1$ ,  $K_2$  được cung cấp trong file thông tin dữ liệu ảnh LANDSAT (*bảng 3*).

**Bảng 3. Giá trị  $K_1$ ,  $K_2$  đối với dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT**

Kênh	Vệ tinh	$K_1$ ( $W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$ )	$K_2$ (K)
10	LANDSAT 8	774,89	1321,08
11	LANDSAT 8	480,89	1201,14
6	LANDSAT 5	607,66	1260,56
6	LANDSAT 7	666,09	1282,71

Nhiệt độ độ sáng sẽ được hiệu chỉnh dựa trên mối quan hệ giữa nhiệt độ và các loại hình lớp phủ để xác định nhiệt độ bề mặt (land surface temperature). Phương pháp hiệu chỉnh nhiệt độ dựa vào độ phát xạ bề mặt được thực hiện như sau [4, 7-11, 13]:

$$LST = \frac{T_B}{1 + (\frac{\lambda \cdot T_B}{\rho}) * \ln \epsilon} \quad (6)$$

Trong đó:  $\lambda$  - giá trị bước sóng trung tâm;  $\rho = \frac{h \cdot c}{\sigma}$ ,  $\sigma$  - hằng số Stefan - Boltzmann ( $1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$ );  $h$  - hằng số Plank ( $6,626 \cdot 10^{-34} J \cdot sec$ );  $c$  - vận tốc ánh sáng ( $2,998 \cdot 10^8$  m/s);  $\epsilon$  - độ phát xạ bề mặt (surface emissivity).

Để tính độ phát xạ của bề mặt trong nghiên cứu sử dụng phương pháp do Valor E., Caselles V. (1996) đưa ra dựa trên chỉ số NDVI [13]. Đây là phương pháp xác định độ phát xạ bề mặt có nhiều ưu điểm so với các phương pháp khác như phương pháp dựa trên kết quả phân loại lớp phủ, phương pháp dựa trên chỉ số NDVI của Van de Griend, Owen M. [14]. Trong phương pháp này, độ phát xạ của một pixel được tính bằng tổng độ phát xạ của các thành phần chứa trong đó:

$$\epsilon = \epsilon_v P_v + \epsilon_s (1 - P_v) \quad (7)$$

Trong đó  $\epsilon_v, \epsilon_s$  là độ phát xạ đặc trưng cho đất và thực vật thuần nhất,  $P_v$  - tỉ lệ thực vật trong một pixel.  $P_v$  có giá trị bằng 0 đối với đất trống và bằng 1 đối với khu vực được phủ kín bởi thực vật [13].

$$P_v = \left[ \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right]^2 \quad (8)$$

Chỉ số thực vật NDVI là tỉ số giữa hiệu số giá trị phản xạ phổ bề mặt ở kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ trên tổng của chúng. Đối với ảnh LANDSAT TM, ETM+, các kênh sóng này tương ứng với kênh 4 và kênh 3. Trong trường hợp ảnh LANDSAT 8 các kênh sóng này tương ứng là kênh 5 và kênh 4. Chỉ số NDVI đối với ảnh LANDSAT được xác định như sau:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (9)$$

Để tính giá trị phản xạ phổ bề mặt đối với các kênh ảnh ở dải sóng đỏ và cận hồng ngoại, bước đầu tiên phải chuyển giá trị số của các kênh ảnh

này về giá trị bức xạ phổ. Việc chuyển đổi giá trị số sang giá trị bức xạ phổ đối với các kênh ảnh ở dải sóng cận hồng ngoại và đo ảnh LANDSAT TM, ETM+, LANDSAT 8 giống như với các kênh ảnh hồng ngoại nhiệt theo công thức 3, 4. Giá trị

$G_{rescale}$ ,  $B_{rescale}$  (đối với ảnh LANDSAT TM),  $L_{max}$ ,  $L_{min}$  (đối với ảnh LANDSAT ETM+),  $M_L$ ,  $A_L$  (đối với ảnh LANDSAT 8) ở kênh cận hồng ngoại và kênh đo được trình bày trên *bảng 4* dưới đây.

**Bảng 4. Giá trị  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ ,  $M_L$ ,  $A_L$  đối với các kênh ảnh ở dải sóng đo, cận hồng ngoại ảnh LANDSAT TM, ETM+, LANDSAT 8**

Vệ tinh	Kênh	$G_{rescale}$	$B_{rescale}$	$L_{max}$	$L_{min}$	$M_L$	$A_L$
LANDSAT 5 TM	3 (RED)	0.00540	-0.0078				
	4 (NIR)	0.01043	-0.0193				
LANDSAT 7 ETM+	3 (RED)			152.900	-5.000		
	4 (NIR)			241.100	-5.100		
LANDSAT 8	4 (RED)					0.01024	-51.2088
	5 (NIR)					0.0062674	-31.33723

Giá trị bức xạ phổ sẽ được sử dụng để xác định giá trị phản xạ (reflectance). Giá trị phản xạ đối với ảnh LANDSAT được xác định như sau:

$$\rho = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos(\theta_s)} \quad (10)$$

Trong đó  $d$  - khoảng cách thiên văn giữa Trái đất và Mặt trời, được xác định theo công thức:  $d = (1,0 - 0,01674 \cdot \cos(0,9856(D-4)))$ , ở đây  $D$  là thứ tự ngày trong năm;  $ESUN$  - giá trị trung bình bức xạ quang phổ mặt trời ( $W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$ );  $\theta_s$  - góc thiên đỉnh (được lấy trong file metadata ảnh LANDSAT) [16, 17].

Giá trị phản xạ của các kênh ảnh ở dải sóng đo và cận hồng ngoại tiếp tục được đưa về giá trị phản xạ phổ bề mặt (surface reflectance) thông qua phép hiệu chỉnh khí quyển. Để loại bỏ những ảnh hưởng của điều kiện khí quyển đến chất lượng ảnh, trong nghiên cứu này sử dụng thuật toán “trừ đối tượng tối” (DOS - dark object subtract) [2, 3, 11]. Phương pháp này dựa vào các điều kiện ngay chính trên ảnh và “đối tượng đen” được ước tính từ giá trị thấp nhất của histogram trích dẫn từ mỗi kênh ảnh.

Do mỗi khu vực khác nhau sẽ có bề mặt với các đặc trưng vật lý khác nhau, việc xác định giá trị độ phát xạ bề mặt đối với đất trồng và thực vật ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác của kết quả tính chỉ số TVDI. Trong nghiên cứu này tác giả tiến hành thử nghiệm với 150 vùng mẫu, trong đó có 75 mẫu đối với vùng chỉ là thực vật và 75 mẫu đối với vùng chỉ là đất trồng tại khu vực Hà Nội trên dữ

liệu ảnh chỉ số NDVI chụp vào 08/11/2007, 05/11/2009, 02/12/2013. Kết quả thực nghiệm nhận được cho thấy, giá trị NDVI cho đất trồng và đất phủ kín thực vật đối với ảnh LANDSAT khu vực nghiên cứu tương ứng là 0,124 và 0,519. Kết quả này được sử dụng để xác định độ phát xạ cho đất trồng và đất phủ kín thực vật theo phương pháp của Van De Griend (1993) [14]:

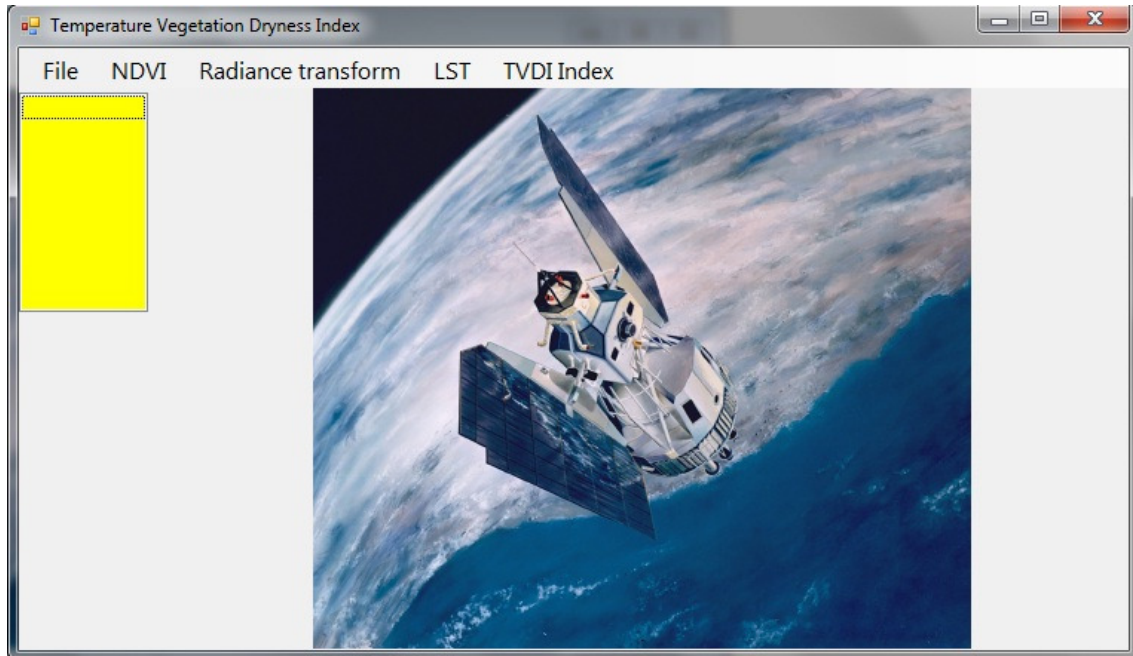
$$\varepsilon = 1.0094 + 0.047 \ln(NDVI) \quad (11)$$

Độ phát xạ bề mặt đối với đất trồng và đất phủ kín thực vật nhận được tương ứng là 0,911 và 0,979. Như vậy, độ phát xạ  $\varepsilon$  được lấy bằng 0,911 trong trường hợp  $NDVI < 0,124$  và 0,979 nếu  $NDVI > 0,519$ . Trong trường hợp  $0,124 \leq NDVI \leq 0,519$ ,  $\varepsilon$  xác định theo công thức 7.

### 3. Kết quả thực nghiệm

Trong nghiên cứu này, tác giả tiến hành xây dựng chương trình tính chỉ số TVDI nhằm đánh giá độ ẩm đất bằng ngôn ngữ lập trình Visual C++. Chương trình này là sự phát triển tiếp theo của phần mềm LST được tác giả xây dựng để tính nhiệt độ bề mặt từ dữ liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT [5]. Chương trình có các công cụ chính như đọc ảnh ở định dạng cơ bản TIFF, các công cụ chuyển đổi giá trị số của ảnh sang giá trị bức xạ phổ, xác định giá trị phản xạ phổ, hiệu chỉnh khí quyển bằng thuật toán DOS, tính chỉ số thực vật NDVI, tính độ phát xạ bề mặt (surface emissivity), tính nhiệt độ độ sáng (brightness temperature), nhiệt độ bề mặt (land surface temperature) và chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật TDVI. Bên cạnh đó, chương trình cũng cho phép gán màu sắc cho các

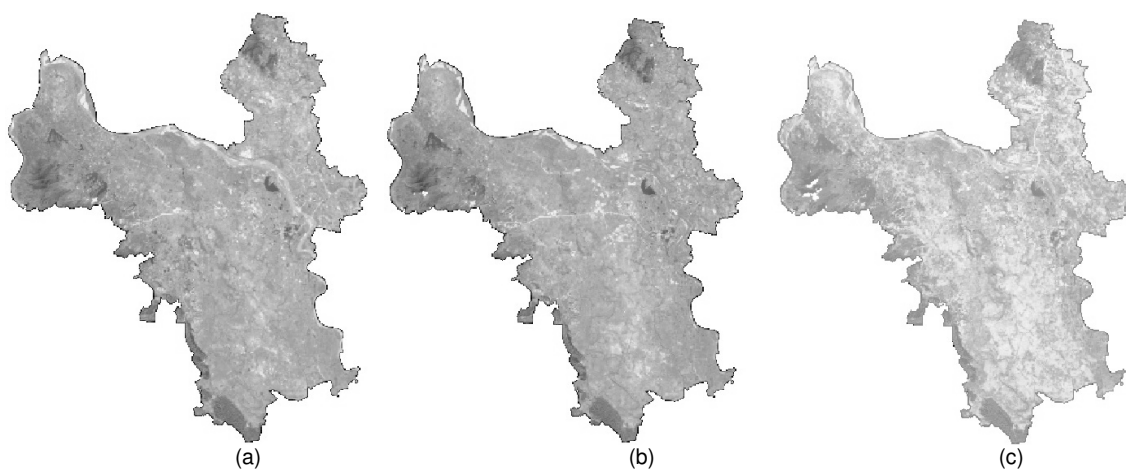
vùng ảnh với giá trị pixel xác định nhằm làm tăng độ ẩm khác nhau. Giao diện chính của chương trình tương phản giữa các vùng có nhiệt độ bề mặt và trình được mô tả trên hình 2.



Hình 2. Giao diện chương trình

Dữ liệu ảnh viễn thám sử dụng trong nghiên cứu này là ảnh đa phổ LANDSAT ETM+ và LANDSAT 8 với độ phân giải không gian 30m ở các kênh đa phổ và 60m (LANDSAT ETM+), 100m (LANDSAT 8) ở kênh hồng ngoại nhiệt. Khu vực thực nghiệm được chọn là Hà Nội. Các

ảnh được lựa chọn chụp vào 08/11/2007, 05/11/2009 và 02/12/2013 là thời gian mùa khô, ít bị ảnh hưởng của mây. Dữ liệu ảnh đầu vào ở tổ hợp màu 432 (ảnh LANDSAT ETM+) và 543 (ảnh LANDSAT 8) được trình bày trên hình 3.

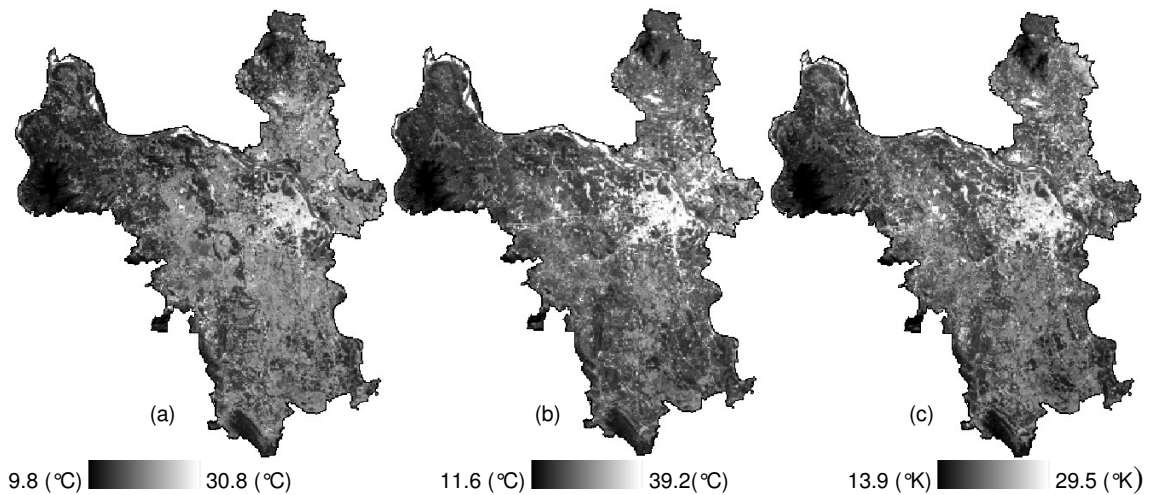


Hình 3. Ảnh LANDSAT khu vực Hà Nội ở tổ hợp màu 432 ngày 08/11/2007 (a), 05/11/2009 (b); 02/12/2013 (c)

Trong chương trình sử dụng đầu vào là các kênh ảnh ở dải sóng đỏ (kênh 3 đối với ảnh LANDSAT ETM+, kênh 4 đối với ảnh LANDSAT 8), dải sóng cận hồng ngoại (kênh 4 đối với ảnh LANDSAT ETM+, kênh 5 đối với ảnh LANDSAT 8) và dải sóng hồng ngoại nhiệt (kênh 6 đối với ảnh LANDSAT ETM+ và kênh 10, 11 đối với ảnh LANDSAT 8).

Phân tích kết quả tính nhiệt độ bề mặt khu vực nghiên cứu cho thấy, những vùng có nhiệt độ cao phân bố một cách cục bộ ở nội thành Hà Nội, trong khi các khu vực xung quanh không có sự thay đổi lớn. Diện tích các khu vực có nhiệt độ bề mặt cao trong năm 2009 và 2013 đã được mở rộng đáng kể

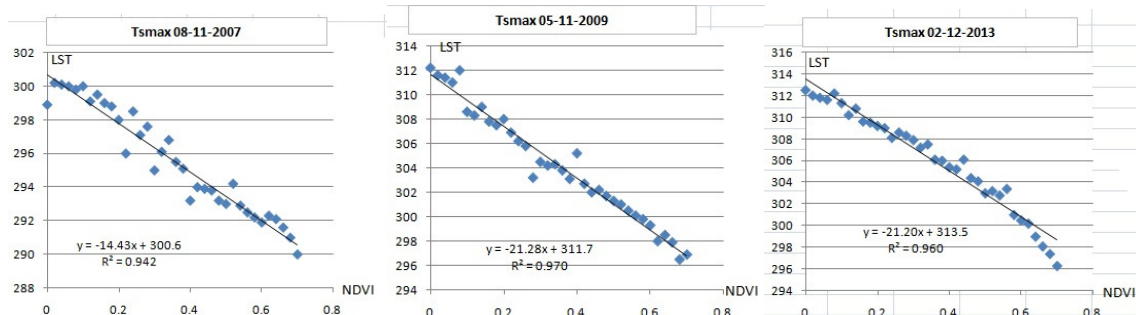
so với năm 2007, đặc biệt là vùng nội thành Hà Nội. Bên cạnh đó, các khu vực có nhiệt độ bề mặt cao cục bộ (đảo nhiệt) nằm chủ yếu ở các quận mới như Cầu Giấy, Thanh Xuân, Hoàng Mai. Điều này có thể lý giải là do lượng cây xanh ở 9 quận nội thành Hà Nội đã ít (khoảng 45.000 cây), lại tập trung phần lớn ở 4 quận cũ là Hoàn Kiếm, Đống Đa, Ba Đình, Hai Bà Trưng. Bê tông hóa và kính hóa tại các khu đô thị mới làm tăng nguy cơ hấp thụ nhiệt dưới mặt đất, khiến lớp không khí gần mặt đất trở nên nóng hơn và nung nóng mặt đất lâu hơn. Ngoài ra, mật độ dân số ở một số quận chỉ đạt 26-31m<sup>2</sup>/người dẫn đến không còn quỹ đất để phát triển thêm cây xanh.



Hình 4. Kết quả tính nhiệt độ bề mặt khu vực Hà Nội từ dữ liệu ảnh LANDSAT ngày 08/11/2007 (a), 05/11/2009 (b) và 02/12/2013 (c)

Để tính T<sub>max</sub>, cần chia chỉ số thực vật NDVI thành các khoảng và xác định giá trị nhiệt độ cực đại tại các khoảng này nhằm xây dựng hàm hồi quy tuyến tính. Số lượng khoảng chia càng lớn, độ chính xác trong xác định T<sub>max</sub>

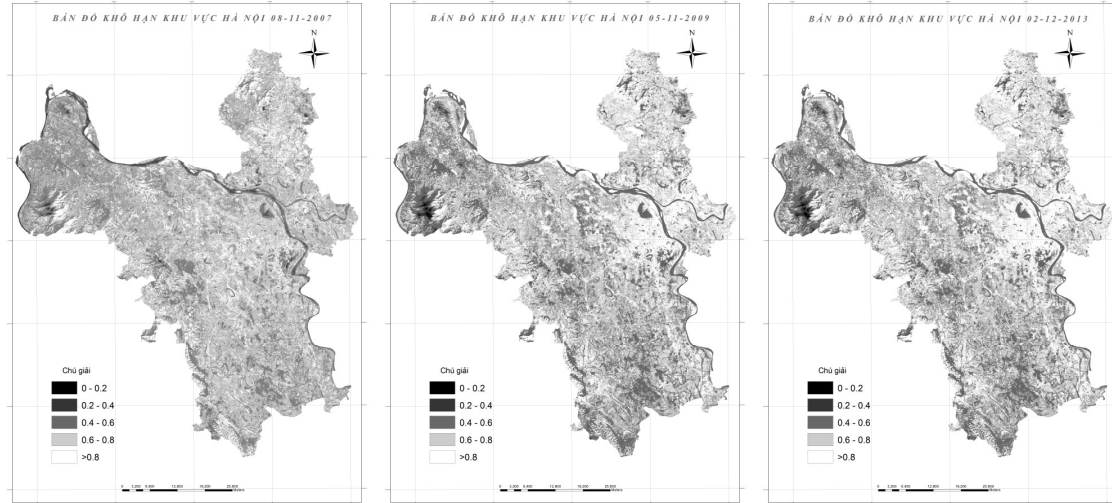
càng cao. Trong nghiên cứu này, tác giả tiến hành tính nhiệt độ cực đại tại 35 khoảng giá trị NDVI. Kết quả xác định giá trị T<sub>max</sub> cho các ảnh năm 2007, 2009, 2013 được thể hiện trên hình 5 dưới đây.



Hình 5. Kết quả xác định đường "rìa khô" T<sub>max</sub> cho các ảnh năm 2007, 2009, 2013

Từ kết quả hồi quy các giá trị nhiệt độ bề mặt cực đại tại các khoảng giá trị NDVI, cảnh khô trong

tam giác không gian  $T_s$ /NDVI cho các ảnh năm 2007, 2009, 2013 được xác định như sau (hình 6):



Hình 6. Bản đồ chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật TVDI khu vực Hà Nội đối với ảnh LANDSAT ngày 08/11/2007, 05/11/2009 và 02/12/2013

$$T_{S(max)}(2007) = -14,43NDVI + 300,6 (K^{\circ})$$

$$T_{S(max)}(2009) = -21,28NDVI + 311,7 (K^{\circ})$$

$$T_{S(max)}(2013) = -21,20NDVI + 313,5 (K^{\circ})$$

Kết quả xây dựng bản đồ khô hạn khu vực Hà Nội trên cơ sở chỉ số TVDI được thể hiện trên hình 6 dưới đây, trong đó các vùng có mức độ khô hạn cao được thể hiện ở màu trắng sáng. Giá trị TVDI nhỏ hơn 0,2 tương ứng với các vùng có độ ẩm cao. Nếu chỉ số TVDI trong khoảng từ 0,2 đến 0,4 tương ứng với các khu vực ít có nguy cơ bị khô hạn; chỉ số TVDI trong khoảng 0,4-0,6 tương ứng với các khu vực khô hạn nhẹ, trong khoảng 0,6-0,8 - khô hạn trung bình. Nếu chỉ số TVDI lớn hơn 0,8 tương ứng với khu vực bị khô hạn rất nặng [1, 8, 15].

Phân tích kết quả nhận được cho thấy, phần lớn diện tích khu vực Hà Nội có mức độ khô hạn trung bình (giá trị chỉ số TVDI trong khoảng từ 0,2 đến 0,6). Những vùng có độ ẩm cao chiếm diện tích nhỏ, tập trung ở các khu vực có bề mặt ngập nước và rừng nguyên sinh (khu vực núi cao ở Ba Vì). Nhìn chung, chỉ số TVDI tại các khu vực trồng trọt nông nghiệp luôn cao hơn tại các vùng có rừng che phủ. Các vùng có mức độ khô hạn cao (TVDI > 0,8) tập trung chủ yếu ở khu vực đô thị và các khu vực đất ở, đất xây dựng, đất đồi núi không có thực vật bao phủ. So sánh giữa các năm 2007, 2009

và 2013 cho thấy, diện tích các khu vực có mức độ khô hạn nặng có xu hướng tăng dần trong giai đoạn 2007 - 2013. Trong năm 2007, diện tích khu vực bị khô hạn nặng là 13383,4 ha, tương ứng với 7,04% diện tích Hà Nội. Trong khi đó, diện tích khu vực bị khô hạn nặng năm 2009 và 2013 lần lượt là 30131,9 ha và 36773,7 ha, tương ứng với 9,07% và 11,06% diện tích toàn bộ Hà Nội. Như vậy, cùng với sự thay đổi mục đích sử dụng đất và sự suy giảm nhanh chóng của diện tích lớp phủ, bề mặt khu vực Hà Nội có xu hướng bị khô hạn ngày càng tăng. So sánh với kết quả xác định sự phân bố nhiệt độ bề mặt cho thấy, các khu vực có giá trị chỉ số TVDI cao cũng tương đồng với các khu vực có nhiệt độ bề mặt cao và mật độ che phủ của thực vật thấp. Ngay trong khu vực nội thành Hà Nội, chỉ số TVDI đạt giá trị cao nhất ở những quận mới, có ít cây xanh bao phủ như Cầu Giấy, Thanh Xuân, Hoàng Mai. Những quận tập trung nhiều cây xanh như Hoàn Kiếm, Đống Đa, Ba Đình và Hai Bà Trưng, giá trị chỉ số TVDI thường thấp hơn.

Để so sánh kết quả tính chỉ số TVDI trên phần mềm tác giả xây dựng với các phần mềm xử lý ảnh thương mại khác, trong nghiên cứu tiến hành thực nghiệm tính chỉ số TVDI sử dụng phần mềm ERDAS Imagine 2014 và ENVI 5.0. Kết quả nhận được cho thấy, giá trị chỉ số TVDI nhận được là như nhau. Mặc dù vậy, khi tính chỉ số TVDI trên

phần mềm ENVU 5.0 đòi hỏi người sử dụng phải có kỹ năng lập trình tốt đối với ngôn ngữ IDL. Trong khi đó, mặc dù hỗ trợ một số hàm toán học, việc tính chỉ số TVDI sử dụng phần mềm ERDAS Imagine rất phức tạp, tốn thời gian và phải tiến hành thủ công, đặc biệt là quá trình xác định đường “rìa khô” T<sub>max</sub>. Chương trình tác giả xây dựng có khả năng tính nhiệt độ bề mặt và chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật TVDI một cách nhanh chóng, giúp đơn giản hóa việc tính toán, tiết kiệm thời gian và chi phí.

#### 4. Kết luận

Kết quả nhận được trong nghiên cứu cho thấy, cùng với sự suy giảm nhanh chóng của thảm thực vật và sự thay đổi mục đích sử dụng đất, bề mặt khu vực Hà Nội có xu hướng bị khô hạn ngày càng cao. Những khu vực có mức độ khô hạn cao nhất thường tập trung ở các vùng đất đô thị, đất nông nghiệp và đất đồi núi không có thực vật che phủ. Đây cũng là những khu vực có nhiệt độ bề mặt cao hơn rất nhiều so với các vùng được thảm thực vật che phủ. Như vậy, nhiệt độ bề mặt và chỉ số thực vật NDVI là những yếu tố rất quan trọng trong đánh giá độ ẩm đất.

Chỉ số khô hạn nhiệt độ thực vật TVDI là một công cụ hiệu quả trong việc đánh giá độ ẩm đất phục vụ công tác giám sát hạn hán trong nông - lâm nghiệp cấp khu vực. Một trong những ưu điểm nổi bật của chỉ số TVDI là việc tính toán tương đối đơn giản và hoàn toàn có thể tự động hóa. Ngoài ra, với sự sẵn có và miễn phí của tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT, đặc biệt là ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT 8, hoàn toàn có khả năng xây dựng hệ thống tích hợp và xử lý tự động nhằm thu nhận những sản phẩm chỉ số khô hạn TVDI thời gian thực phục vụ cho công tác theo dõi, dự báo sản xuất nông - lâm nghiệp và phát hiện cũng như giám sát hạn hán, cháy rừng.

Hiện nay, mặc dù đã có nhiều phần mềm xử lý ảnh viễn thám như ERDAS Imagine, ENVI..., tuy nhiên giá thành các phần mềm này là rất cao cũng như trên các phần mềm này rất khó giải quyết triệt để bài toán xác định nhiệt độ bề mặt và độ ẩm đất. Chương trình do tác giả xây dựng giúp đơn giản hóa việc tính toán nhiệt độ bề mặt và chỉ số TVDI, tiết kiệm chi phí và có thể sử dụng hiệu quả trong theo dõi nhiệt độ bề mặt và độ ẩm đất phục vụ công tác giám sát hạn hán từ tư liệu ảnh hồng ngoại nhiệt LANDSAT các thế hệ.

#### TÀI LIỆU DẪN

[1] Barsi J.A., Schott J.R., Palluconi F.D., Helder D.L., Hook S.J., Markham B.L., Chander G., O'Donnell E.M., 2003: LANDSAT TM and ETM+ thermal band calibration, Canada Journal of Remote sensing, Vol.29, No.2, pp. 141-153.

[2] Chavez P.S., 1996: Image-based atmospheric corrections-revisited and improved, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 62(9): pp.1025-1036.

[3] Chavez P.S., 1988: An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data, Remote Sensing of Environment 24: pp.459-479.

[4] Fei Yuan, Marvin E. Bauer, 2007: Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in LANDSAT imagery, Remote sensing of Environment, 106, pp. 375-386.

[5] Hyung Moo Kim, Beob Kyun Kim, Kang Soo You, 2005: A statistic correlation analysis algorithm between land surface temperature and vegetation index, International journal of information processing systems, Vol. 1, No. 1, pp. 102-106.

[6] Trịnh Lê Hùng, 2014: Nghiên cứu sự phân bố nhiệt độ bề mặt bằng dữ liệu ảnh đa phổ LANDSAT. Tạp chí Các khoa học về Trái Đất, tập 36, số 01, 82-89.

[7] Lambin T.R., Ehrlich D., 1996: The surface temperature-vegetation index space for land cover and land cover change analysis, International journal of remote sensing, 17(3), 163-187.

[8] Lu Yuan, Tao Heping, Wu Hua, 2007: Dynamic drought monitoring in Guangxi using revised temperature vegetation dryness index, Wahan University journal of Natural sciences, Vol. 12, No.4, pp. 663-668.

[9] Sandholt I., Rasmussen K., Anderson J., 2002: A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of the surface moisture status, Remote Sensing of Environment, Vol. 79, pp. 213-224.

[10] Sundara Kumar K., Udaya Bhaskar P., Padmakumari K., 2012: Estimation of land surface temperature to study urban heat island effect using



LANDSAT ETM+ image. International journal of Engineering Science and technology, Vol. 4, No. 2, pp. 771-778.

[11] *Trần Thị Vân, Hoàng Thái Lan, Lê Văn Trung*, 2009: Phương pháp viễn thám nhiệt trong nghiên cứu phân bố nhiệt độ đô thị. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T.31, 2, 168-177.

[12] *Tran H., Yasuoka Y.*, 2001: MODIS data acquisition, processing and scientific utilization framework at the Institute of Industrial Science, University of Tokyo. In Proceeding of the 22<sup>nd</sup> Asian conference on Remote sensing, Singapore, 1, 488-492.

[13] *Valor E., Caselles V.*, 1996: Mapping land surface emissivity from NDVI. Application to European African and South American areas. Remote sensing of Environment, 57, pp. 167-184.

[14] *Van de Griend A.A., Owen M.*, 1993: On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surface. International journal of remote sensing, 14, pp. 1119-1131.

[15] *Yuhai Bao, Gang Gama, Bao Gang, Yongmei, Alatengtuya, Yinshan, Husiletu*, 2013: "Monitoring of drought disaster in Xilin Guole grassland using TVDI model", Taylor & Francis group, London, ISBN 978-1-138-00019-3, pp. 299-310.

[16] National Aeronautics and Space Administration (NASA), LANDSAT Science data user's Handbook.

[17] National Aeronautics and Space Administration (NASA), LANDSAT 8 Atmospheric correction. Includes COST, DOS and TOA reflectance.

## SUMMARY

### **Application of landsat thermal infrared data to study soil moisture using temperature vegetation dryness index**

Drought is a natural phenomenon, which occurs in most regions in the world, caused immense damage in agricultural production and seriously affected on the environment. Application of remote sensing data in studying, monitoring and dealing with drought phenomenon has achieved positive results. Compared to traditional methods, remote sensing technology with advantages such as wide area coverage and short revisit interval has been used effectively in the study of soil moisture and monitoring vegetation health. This article presents results of soil moisture monitoring from LANDSAT multispectral images with average spatial resolution using temperature vegetation dryness index (TVDI) based analyzes a correlation between land surface temperature and land cover. Land surface temperature and soil moisture are the most important physical factors for water exchange processes and energy exchanges between land surfaces and the overlying atmosphere. Temperature can rise very quickly in the situation of drought on surface and vegetation. This study shows a program to use for calculation land surface temperature and temperature vegetation index by Visual C++ programming languages, which can help to reduce costs and save time - compared to using the image processing software such as ERDAS Imagine, ENVI,... The results obtained in this study can be used to create the soil moisture map, to monitor drought phenomenon and vegetation health.

*Keywords:* land surface temperature, soil moisture, drought, thermal infrared image, temperature vegetation dryness index.