

ỨNG DỤNG ẢNH VỆ TINH MODIS KHẢO SÁT MỐI QUAN HỆ GIỮA NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT VÀ NĂNG LƯỢNG BỨC XẠ MẶT TRỜI Ở KHU VỰC PHÍA BẮC VIỆT NAM

TS. NGUYỄN XUÂN LÂM, ThS. NGUYỄN VĂN HÙNG, CN. VŨ HỮU LIÊM

Cục Viễn thám quốc gia

Tóm tắt:

Nhiệt độ bề mặt đất là một biến quan trọng trong nhiều tính toán ứng dụng như khí hậu, thủy văn, nông nghiệp, sinh địa hóa và các nghiên cứu biến động môi trường. Nó là một yếu tố chỉ thị về cân bằng năng lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống bề mặt trái đất. Mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và bức xạ mặt trời là một mối quan hệ tương hỗ mật thiết với nhau. Trong viễn thám, vùng bước sóng điện từ 3-35 μ m thường được gọi là vùng hồng ngoại trong viễn thám mặt đất. Dải quang phổ điện từ này cho phép thu nhận các giá trị phản xạ từ bề mặt đất và ước tính nhiệt độ bề mặt, đặc biệt trong cửa sổ khí quyển từ 8-14 μ m. Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá việc sử dụng ảnh vệ tinh Modis để chiết xuất nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời từ đó đi tìm mối quan hệ giữa hai biến này ở khu vực miền Bắc nước ta.

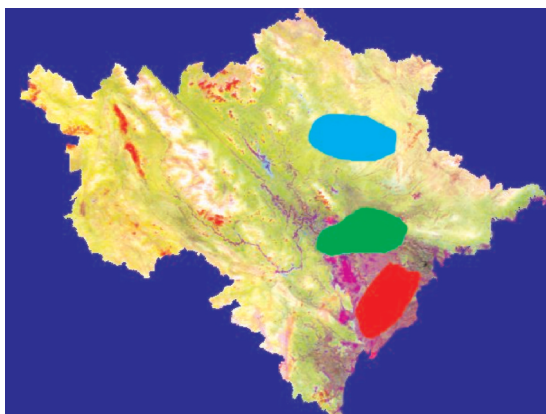
1. Mở đầu

Khảo sát mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống mặt đất là một nhiệm vụ cần thiết phục vụ công tác nghiên cứu cơ bản và theo dõi quá trình biến đổi khí hậu trên toàn cầu. Các quan trắc mặt đất chỉ phản ánh điều kiện nhiệt độ và năng lượng bức xạ mặt trời của khu vực cục bộ xung quanh trạm đo. Thực tế, chúng ta không thể thiết lập nhiều trạm quan trắc khí tượng với mật độ dày đặc. Dữ liệu viễn thám có độ phân giải không gian cao và phủ phủ mặt đất lớn, đồng thời cho phép thu nhận thông tin bề mặt Trái đất ngay cả những vùng con người không thể đi đến được. Dải viễn thám với vùng bước sóng điện từ 3 - 35 μ m thường được gọi là vùng hồng ngoại trong viễn thám mặt đất. Nhánh viễn thám nhiệt (với các kênh có bước sóng từ 8 - 14 μ m) đã được sử dụng để tính toán nhiệt độ và năng lượng bức xạ mặt trời cho các khu vực đô thị, vùng lãnh thổ để theo dõi diễn biến nhiệt độ và đánh giá sự thay đổi của năng lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống bề mặt đất.

Dưới đây là những nghiên cứu bước đầu ứng dụng ảnh viễn thám Modis chiết xuất nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống mặt đất từ đó khảo sát mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt với năng lượng bức xạ mặt trời ở khu vực phía bắc Việt Nam.

2. Khu vực nghiên cứu

Trong nội dung của bài báo này, chúng ta khảo sát mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời dựa trên cơ sở chênh cao địa hình của các khu vực. Khu vực tiến hành nghiên cứu là khu vực đồng bằng và trung du bắc bộ trải dài từ Thanh Hóa đến Hà Giang. Trong đó các vùng lấy mẫu phục vụ khảo sát gồm vùng đồng bằng được đánh dấu khoanh tròn (màu đỏ), trung du (màu xanh) và vùng núi cao (màu xanh lơ).



Hình 1: Khu vực nghiên cứu và vị trí các vùng lấy mẫu trên ảnh

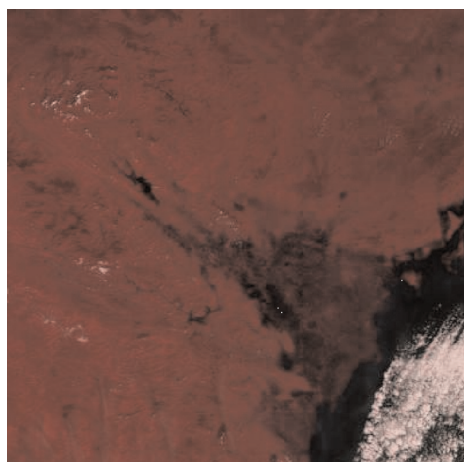
3. Chiết xuất nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ Mặt trời từ ảnh vệ tinh Modis

3.1. Tư liệu, dữ liệu

- Tư liệu ảnh vệ tinh là ảnh vệ tinh Modis. Các thông số của ảnh vệ tinh Modis được thống kê ở bảng dưới đây:

Bảng 1: Thông số kỹ thuật của ảnh Modis

	Các thông số kỹ thuật	Ghi chú
Số hiệu ảnh	269-308	
Thời gian chụp	03:40:05 10-11-2008	
Bộ cảm	Aqua	
Mức xử lý	1A	
Số kênh phổ	36	
Độ phân giải	1000 m	



Hình 2: Ảnh tổ hợp màu giả (RGB) của ảnh Modis

Dữ liệu bản đồ bao gồm bản đồ địa hình tỷ lệ 1:1.000.000 phiên hiệu F-48.

- Số liệu đo ngoài thực địa bao gồm 15 trạm quan trắc toàn miền bắc và Thanh Hóa.

3.2. Phương pháp chiết xuất nhiệt độ từ ảnh viễn thám

Ảnh vệ tinh Modis được nắn chỉnh hình học, được hiệu chỉnh về năng lượng bức xạ ($L\lambda$) và năng lượng phản xạ (ρ), sau đó tính chuyển giá trị bức xạ này sang giá trị nhiệt độ. Nhiệt độ bề mặt được tính toán dựa trên giá trị phát xạ của kênh 31 và 32 theo công thức:

$$T_S = \left(A_1 + A_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + A_3 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{T_{31} + T_{32}}{2} + \left(B_1 + B_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + B_3 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{T_{31} - T_{32}}{2} + C \quad (2.1)$$

Trong đó:

$\Delta\varepsilon = (\varepsilon_{31} - \varepsilon_{32})$ và $\Delta\varepsilon = 0.5(\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32})$ là các giá trị phát xạ bề mặt của kênh 31 và 32.

T_{31} và T_{32} là nhiệt độ sáng của kênh 31 và 32 được tính theo công thức:

$$T = \frac{\frac{hc}{k}}{\lambda * \ln \left(\frac{2hc^2}{L\lambda^5} + 1 \right)} \quad (2.2)$$

(k là hằng số Stefan-Boltzmann, h là hằng số Plank, L là bức xạ, λ là bước sóng).

Các hệ số $A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, C$ là các hệ số được tính ra bằng cách nội suy trong bảng tra LUT (Look up tables). Bảng tra LUT được tính bằng hồi quy tuyến tính trên ảnh Modis mô phỏng dữ liệu từ tính toán chuyển đổi bức xạ trên phạm vi điều kiện bề mặt và khí quyển.

** Hiệu chỉnh nhiệt độ theo số liệu đo thực địa*

Dựa trên các giá trị đo thực địa, ta tiến hành thiết lập mối quan hệ giữa nhiệt độ trên ảnh và số liệu thực địa. Mối quan hệ giữa nhiệt độ trên ảnh và số liệu thực địa được biểu hiện bằng hàm hồi quy.

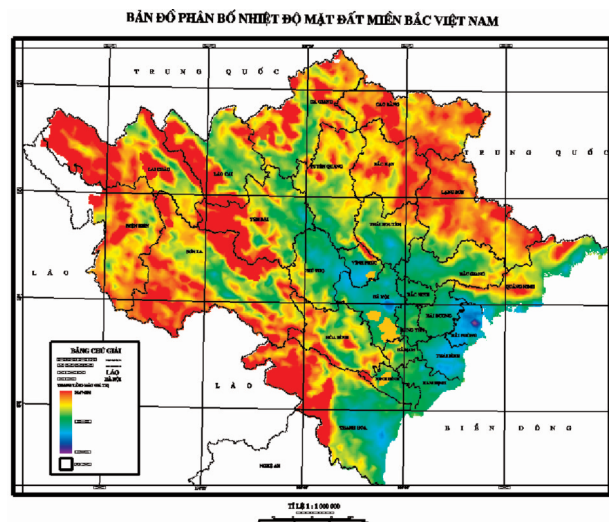
Nhìn bảng so sánh giá trị nhiệt độ trước và sau hiệu chỉnh theo dữ liệu đo nhiệt độ thực địa, chúng ta thấy giá trị nhiệt độ trước khi hiệu chỉnh có giá trị sai số trung phương trung bình là 2.75°C, sau khi hiệu chỉnh lần 1 thì giá trị sai số trung phương còn 1.38°C và hiệu chỉnh lần 2 thì giá trị này chỉ còn 0.57°C. Điều này chứng tỏ trong quá trình chiết suất nhiệt độ không bị sai số hệ thống. (Xem bảng 2)

** Kết quả*

Sau khi hiệu chỉnh nhiệt độ theo số liệu thực địa lần thứ nhất, chúng ta được ảnh phân bố nhiệt độ khu vực nghiên cứu và thành lập được bản đồ phân bố nhiệt độ khu vực miền bắc Việt Nam theo hình 1.2 dưới đây: (Xem hình 3)

Bảng 2: Bảng so sánh giá trị nhiệt độ trước và sau khi hiệu chỉnh số liệu nhiệt độ thực địa

Trạm quan trắc	Nhiệt độ thực địa (T_{td})	Nhiệt độ trên ảnh trước hiệu chỉnh (T_a)	$dT = T_{td} - T_a$	Nhiệt độ trên ảnh sau hiệu chỉnh 1 (T_{hc1})	$dT = T_{td} - T_{hc1}$	Nhiệt độ trên ảnh sau hiệu chỉnh 2 (T_{hc2})	$dT = T_{td} - T_{hc2}$
Hà Giang	27.5	23.86552	3.63448	23.819909	3.680091	---	---
Lào Cai	24	24.50242	-0.50242	23.766346	0.233654	23.75768	0.24232
Lai Châu	23.2	23.89514	-0.69514	23.817418	-0.617418	23.850653	-0.650653
Tuyên Quang	24.3	21.32979	2.97021	24.033164	0.266836	24.243409	0.056591
Lạng Sơn	20.9	22.56548	-1.66548	23.929242	-3.029242	---	---
Việt Trì	24	25.89406	-1.89406	23.649309	0.350691	23.54462	0.45538
Sơn La	24	23.37814	0.62186	23.860897	0.139103	23.929806	0.070194
Láng	22.1	27.0085	-4.9085	23.555585	-1.455585	23.373999	-1.273999
Bãi Cháy	23.6	27.8049	-4.2049	23.488607	0.111393	23.252069	0.347931
Phú Lễn (HP)	24	25.46121	-1.46121	23.685712	0.314288	23.610889	0.389111
Hòa Bình	24.1	27.25534	-3.15534	23.534825	0.565175	23.336207	0.763793
Nam Định	22.8	25.31744	-2.51744	23.697802	-0.897802	23.632899	-0.832899
Hồi Xuân	24.4	22.76786	1.63214	23.912222	0.487778	24.02324	0.37676
Thanh Hóa	23.4	27.14469	-3.74469	23.54413	-0.14413	23.353147	0.046853
Sai số trung phương			2.756876912		1.38828765		0.578384934



Hình 3: Bản đồ phân bố nhiệt độ mặt đất miền bắc Việt Nam

3.3. Phương pháp chiết xuất năng lượng bức xạ mặt trời từ ảnh viễn thám

Ảnh vệ tinh Modis được nắn chỉnh hình học, được hiệu chỉnh về năng lượng bức xạ ($L\lambda$) và năng lượng phản xạ (ρ), sau đó tính năng lượng bức xạ mặt trời truyền cho Trái đất R_n được xác định theo công thức:

$$R_n = F_1(S, z, T_a)$$

Trong đó:

F_1 - Hàm liên hệ

S - Hằng số bức xạ mặt trời (1367 W/m^2)

z - Góc thiên đỉnh mặt trời

T_a - Tham số truyền dẫn bức xạ mặt trời qua khí quyển tới mặt đất

* Tham số T_a được xác định như sau:

$$\ln T_a = F_2(m, \tau)$$

$$\text{Với } m = p/p_0((\cos z + 1.76759 \cdot 10^{-3} z(94.37515 - z) - 1.21563) - 1)$$

Trong đó:

F_2 - Hàm quan hệ

m - Khối lượng quang học tương đối của không khí do sol khí

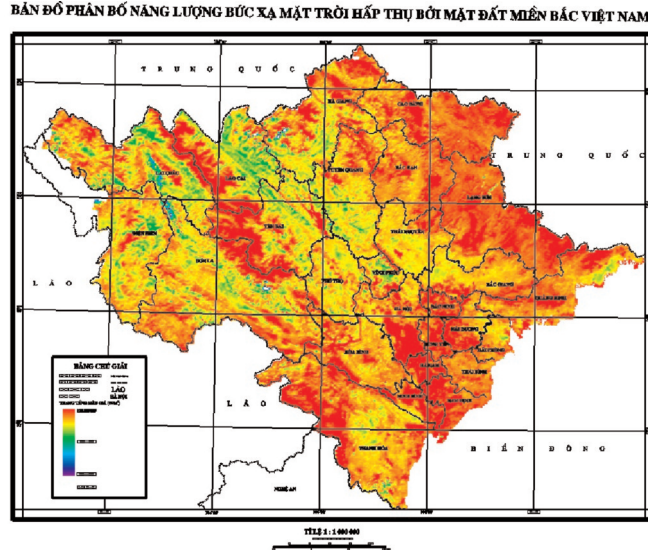
τ - Độ dày quang học của lớp sol khí

p - Áp suất ở đỉnh khí quyển (lấy từ dữ liệu khí quyển chuẩn của Mỹ)

p_0 - Áp suất ở độ cao bằng 0 (sát mặt biển)

z - Góc thiên đỉnh mặt trời

* Kết quả Tính năng lượng bức xạ mặt trời truyền cho Trái đất R_n theo công thức trên ta được ảnh phân bố năng lượng bức xạ mặt và thành lập được bản đồ phân bố năng lượng bức xạ mặt trời truyền cho Trái đất ở khu vực miền bắc Việt Nam theo hình 4 dưới đây:



Hình 4: Bản đồ phân bố năng lượng bức xạ mặt trời hấp thụ bởi mặt đất miền bắc Việt Nam

4. Khảo sát mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ Mặt trời

Khảo sát mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời được tiến hành trên ba vùng lấy mẫu (được thể hiện trên hình 1.1). Sử dụng module xác lập hàm liên hệ (tương quan) giữa hai biến nhiệt độ và năng lượng bức xạ mặt trời[2]. Trên trục X thể hiện biến nhiệt độ. Trên trục Y thể hiện biến năng lượng bức xạ. Kết quả chạy module chúng ta nhận được ma trận tương quan giữa hai biến được thể hiện ở ba mục 4.1, 4.2 và 4.3 dưới đây:

4.1. Vùng đồng bằng

(Xem hình 5)

Hàm quan hệ: $y = 0.4153x - 28.573$, hệ số tương quan: $R^2 = 0.4108$

4.2. Vùng trung du

(Xem hình 6)

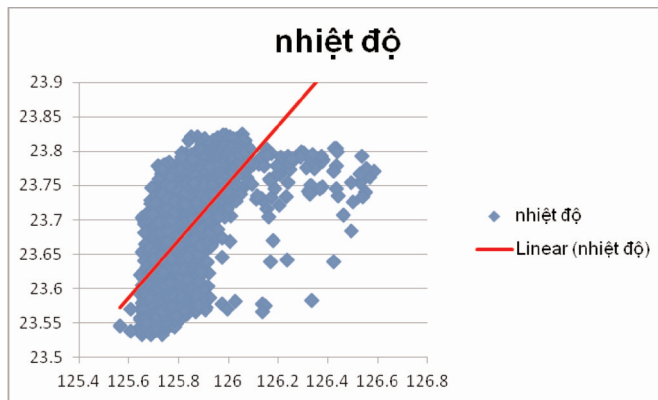
Hàm quan hệ: $y = 0.1069x + 10.258$, hệ số tương quan: $R^2 = 0.1264$

4.3. Vùng núi cao

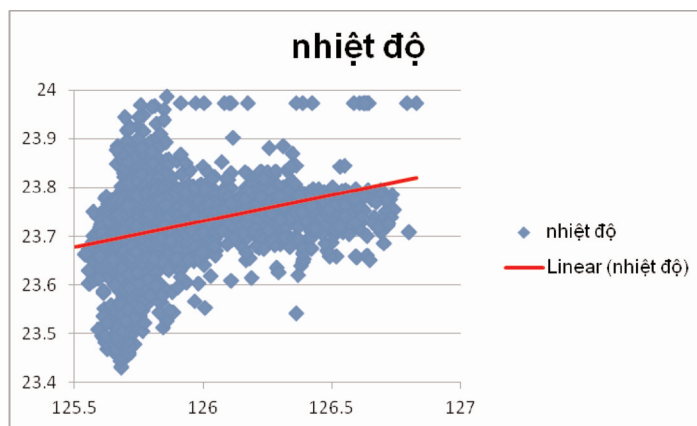
(Xem hình 7)

Hàm quan hệ: $y = 0.8779x - 86.393$, hệ số tương quan: $R^2 = 0.6661$

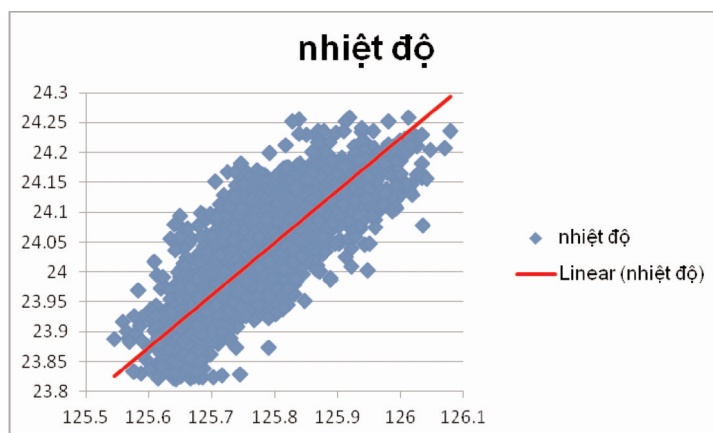
5. Kết quả và thảo luận (Xem bảng 3)



Hình 5: Đồ thị quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời vùng đồng bằng



Hình 6: Đồ thị quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời vùng trung du



Hình 7: Đồ thị quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời vùng núi cao

Bảng 3: Hàm quan hệ và hệ số tương quan giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời trong các vùng

Vùng	Hàm quan hệ	Hệ số tương quan R ²
Đồng bằng	$y = 0.4153x - 28.573$	0.4108
Trung du	$y = 0.1069x + 10.258$	0.1264
Núi cao	$y = 0.8779x - 86.393$	0.6661

Nhìn các đồ thị quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời, ta thấy các hàm quan hệ đều là hàm đồng biến. Có nghĩa là khi năng lượng bức xạ mặt trời tăng thì nhiệt độ bề mặt cũng tăng và ngược lại khi năng lượng bức xạ mặt trời giảm thì nhiệt độ bề mặt cũng giảm. Vì chúng ta đã biết năng lượng bức xạ mặt trời cung cấp năng lượng chính cho Trái đất. Nó sẽ đốt nóng các đối tượng trên bề mặt và bề mặt đất tỏa ra nhiệt lượng làm tăng hay giảm nhiệt độ bề mặt. Điều này phù hợp với các quy luật tự nhiên.

Ở trong nghiên cứu này ta thấy vùng núi cao là thể hiện rõ nhất mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống Trái đất, vì có hệ số tương quan cao nhất $R^2 = 0.6661$. Khu vực trung du là nơi chuyển tiếp giữa đồng bằng và vùng núi cao do có địa hình không đồng đều nên hệ số tương quan tương đối nhỏ $R^2 = 0.1264$.

6. Kết luận

Cùng với việc đô thị hóa, công nghiệp hóa ngày càng tăng của các tỉnh thành phía bắc Việt Nam đã gây ô nhiễm môi trường không khí ảnh hưởng trực tiếp tới điều kiện và môi trường sống của con người trong khu vực. Do đó việc nghiên cứu, khảo sát mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời chiếu xuống mặt đất sẽ giúp cho ta thấy rõ hơn quy luật tự nhiên về bảo toàn năng lượng. Bản đồ phân bố nhiệt độ bề mặt và bản đồ phân bố năng lượng bức xạ mặt trời có thể được dùng cho tham khảo quy hoạch đô thị và bố trí, thiết kế xây dựng hệ thống các nhà máy điện mặt trời, .v.v...

Ngày nay, nhiệt độ bề mặt và năng lượng bức xạ mặt trời có thể được chiết xuất từ dữ liệu vệ tinh, đó là phương tiện hữu hiệu dùng để giám sát môi trường và các hoạt động của con người. Với các dữ liệu vệ tinh với độ phân giải cao như hiện nay có thể tính toán xác định dữ liệu nhiệt độ và năng lượng bức xạ mặt trời một cách chi tiết và chính xác hơn.

Tài liệu tham khảo

[1]. Lương Chính Kế, Nguyễn Lê Đặng (2012), Chiết xuất năng lượng bức xạ hấp thụ bề mặt khu vực Hà Nội phục vụ nghiên cứu biến đổi khí hậu bằng sử dụng ảnh vệ tinh SPOT, Kỷ yếu hội nghị Trắc địa và Bản đồ vì sự nghiệp Tài nguyên và Môi trường; Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ, trang 72-79.

[2]. Lương Chính Kế (2012), Nghiên cứu xây dựng các quy trình công nghệ hiệu chỉnh và chuẩn hóa dữ liệu ảnh vệ tinh quang học đa thời gian, đa đầu thu, đa độ phân giải nhằm nâng cao chất lượng ảnh. Đề tài cấp bộ năm 2010-2012.

[3]. 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.

[4]. Carlson, T.N. and Ripley, D.A. (1997), On the relation between NDVI, fractional veg-

- etation cover and leaf area index, *Remote Sensing of Environment*, vol. 62, pp. 241-252.
- [5]. 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.
- [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, pp. 2563-2594.
- [7]. Davies J.A., Schertzer W., Muner M. (1975), Estimating global solar radiation, *Boundary Layer Meteorol*, no 9.
- [8]. French, A.N., Schmugge, T.J., Ritchie, J.C., Hsu, A., Jacob, F. and Ogawa, K. (2007), Detecting land cover change at the Jornada Experimental Range, New Mexico with ASTER emissivities, *Remote Sensing of Environment*, doi: 10.1016/j.rse.2007.08.020 (in press).
- [9]. ITT Visual Information Solutions (2004), ENVI user's guide.
- [10]. 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.
- [11]. Gillespie, A.R., Rokugawa, S., Hook, S.J., Matsunaga, T. and Kahle, A., (1999) Temperature / Emissivity separation algorithm theoretical basis document, version 2.4, ATBD-AST-05-08, Prepared under NASA contract NAS5-31372,).
- [12]. Gupta, R.P.(1991), *Remote Sensing Geology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- [13]. 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.
- [14]. Sabins, Jr. (1987), *Remote Sensing: Principles and Interpretation*. 2nd Ed.
- [15]. Short, N.M. (1995), *Remote Sensing Tutorial*. Section 9: The Warm Earth – Thermal, NASA website <http://www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Front/tofc.html>, site last updated: June 18, 2007.
- [16]. Song, C., Woodcock, C. E., Seto, K. C., Pax-Lenney, M. and Macomber, S. A. (2001), Classification and change detection using landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects, *Remote Sensing of Environment*, vol. 75, pp. 230-244.
- [17]. USGS (2000), *Landsat 7 Science Data Users Handbook*.
- [18]. 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, pp. 167-184.
- Ngày nhận bài: 26/8/2013.*