

NGHIÊN CỨU NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT BẰNG TƯ LIỆU ẢNH MODIS PHỤC VỤ DỰ BÁO HẠN HÁN KHU VỰC TÂY NGUYÊN

Nguyễn Đức Núi¹, Nguyễn Thị Quỳnh Trang²

¹Viện Khoa học vật liệu

Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam

²Viện Công nghệ vũ trụ

Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam

Tây Nguyên là vùng cao nguyên ở Nam Trung Bộ Việt Nam có đất đai màu mỡ với đặc trưng là đất đỏ bazan, diện tích rừng khộp lớn và đa dạng sinh vật cao. Tuy nhiên hiện nay, vùng đất này đang phải đối mặt với không ít nguy cơ về suy thoái rừng cũng như suy thoái chất lượng đất, kéo theo những hậu quả như sụt giảm năng suất cây trồng và nguy cơ hạn hán. Tính đến tháng 3/2016, các tỉnh Tây Nguyên đã có trên 73.773 ha/600.000 ha cây trồng các loại bị hạn, chủ yếu là lúa nước và cà phê.

Nhiệt độ lớp phủ bề mặt (Land surface temperature - LST) là một trong các chỉ số về quá trình cân bằng năng lượng trên bề mặt Trái đất, kết quả của các tương tác, trao đổi năng lượng giữa mặt đất – khí quyển. Mối quan hệ giữa nhiệt độ bề mặt và các kiểu thảm thực vật là cơ sở góp phần tìm ra nguyên nhân khô hạn, sâu bệnh, cải thiện chất lượng môi trường, từ đó làm cơ sở khoa học cho công tác cảnh báo hạn và quy hoạch sử dụng đất. Ảnh MODIS có đặc điểm thu nhận hàng ngày, với tần suất quan sát lãnh thổ cao, độ phủ trùm lớn, giúp thu thập thông tin nhanh, đồng bộ, khách quan phù hợp cho công tác giám sát lớp phủ và phát triển của rừng. Các thông số về nhiệt độ bề mặt – LST (Land Surface Temperature) hay chỉ số khô hạn hoàn toàn có thể tính được từ ảnh vệ tinh MODIS.

Bài báo này có mục tiêu là ứng dụng ảnh MODIS và GIS để tính nhiệt độ lớp phủ bề mặt, chỉ số khô hạn góp phần dự báo hạn hán khu vực Tây Nguyên.

I. CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Phạm vi nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu có tọa độ địa lý: 11°15' đến 15°30' vĩ độ Bắc 107°10' đến 109°05' kinh độ Đông, thuộc phạm vi hành chính của các tỉnh theo thứ tự vị trí địa lý từ Bắc xuống Nam: Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng (hình 1).

2. Dữ liệu nghiên cứu

Sử dụng sản phẩm MOD11A2 và MOD09A1 của ảnh MODIS để tính toán nhiệt độ bề mặt đất (LST) và chỉ số khô hạn TVDI của Tây Nguyên. MOD11A2 là ảnh nhiệt tính trung bình cho 8 ngày, với độ phân giải 1 km. MOD09A1 là dữ liệu ở level 3, gồm 7 kênh phổ, độ phân giải 500m, tổ hợp 8 ngày với hệ tọa độ sinusoidal. Mỗi pixel của MOD09A1 chứa các giá trị đo có chất lượng tốt nhất trong khoảng thời gian 8 ngày, được lựa chọn trên cơ sở độ che phủ cao, không bị mây hoặc bóng mây che phủ hay bị ảnh hưởng bởi hơi nước.



Hình 1: Sơ đồ khu vực nghiên cứu

Ảnh MOD11A2 và MOD09A1 khu vực nghiên cứu được chụp từ 1/11/2014 ÷ 12/2016.

3. Phương pháp nghiên cứu

i) *Phương pháp viễn thám*: Sử dụng tư liệu ảnh MODIS để tính toán nhiệt độ bề mặt và chỉ số khô hạn cho khu vực nghiên cứu.

ii) *Phương pháp khảo sát thực địa*: Được dùng để thu thập tài liệu, số liệu, thông tin cần thiết liên quan đến nhiệt độ bề mặt đất và tình trạng hạn hán ở khu vực nghiên cứu. Khảo sát thực địa được tiến hành 4 đợt vào mùa khô và mùa mưa năm 2014 – 2015 và 2015 - 2016 tại 5 tỉnh thuộc Tây Nguyên. Quá trình khảo sát dựa trên lát cắt cảnh quan, khảo sát tại các điểm chia khóa, điền hình tại các khu vực nhỏ.

iii) *Phương pháp thu thập, tổng hợp, phân tích tài liệu*: Tổng hợp, phân tích các tài liệu, số liệu thu thập được, làm cơ sở so sánh, đối chứng với các kết quả tính toán nhiệt độ bề mặt và chỉ số khô hạn. Thu thập các số liệu về bản đồ, nhiệt độ, độ ẩm, thông tin về hiện trạng lớp phủ thực vật tại khu vực nghiên cứu.

iv) *Phương pháp thống kê, so sánh, đánh giá tổng hợp*: Dựa trên các kết quả tính toán và thực tế tiến hành thống kê, đánh giá, phân tích để làm rõ xu hướng biến đổi của nhiệt độ bề mặt đất cũng như chỉ số khô hạn theo không gian và thời gian, từ đó đưa ra các dự báo khô hạn cho khu vực nghiên cứu.

v) *Phương pháp bản đồ GIS*: là phương pháp chủ đạo được sử dụng để phân tích và kết nối dữ liệu, xử lý các bước trung gian và hiển thị kết quả phân tích từ các phương pháp khác. Phần mềm được sử dụng chính ENVI 4.8. Chỉ số thực vật NDVI được tính toán theo công thức: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ [1,4]

Trong đó: NIR: kênh cận hồng ngoại; R: kênh đỏ

Đối với MOD09A1 của MODIS, thì NIR là kênh 2, với cửa sổ khí quyển (841–876 nm) và R là kênh 1, với cửa sổ khí quyển (620–670 nm).

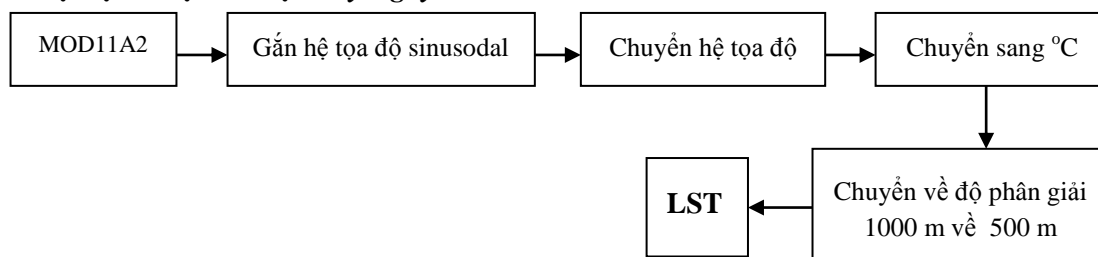
Chỉ số khô hạn TVDI được tính từ LST và NDVI theo công thức:

$$TVDI = \frac{T_s - T_{s\min}}{T_{s\max} - T_{s\min}} = \frac{T_s - T_{s\min}}{a + b * NDVI - T_{s\min}} [2,3] \quad (1)$$

Trong đó: $T_{s\min}$ là nhiệt độ bề mặt cực tiểu trong tam giác xác định để rìa ướt; T_s là nhiệt độ quan sát tại pixel ảnh cần tính; $T_{s\max}$ là nhiệt độ bề mặt cực đại quan sát được cho mỗi khoảng giá trị của NDVI. Tham số a và b của đường “rìa khô” cho mỗi 1 cảnh MODIS được xác định bằng hàm hồi quy bình phương tối thiểu của các giá trị cực đại T_s đối với những khoảng giá trị NDVI.

II. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Nhiệt độ bề mặt khu vực Tây Nguyên

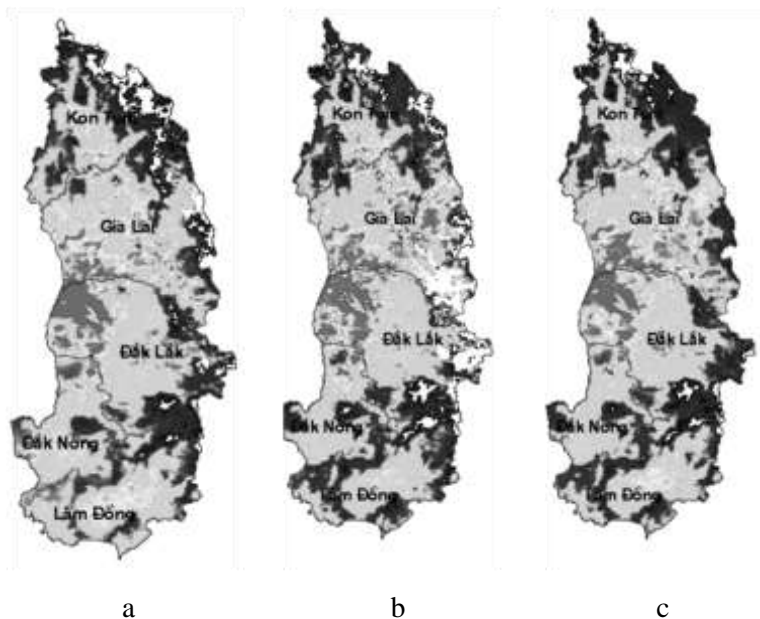


Hình 2: Sơ lược quy trình tính toán LST từ ảnh MOD11A2

Tổ hợp ảnh LST theo tháng chụp thu được kết quả nhiệt độ bề mặt trung bình tháng (hình 3). Những khu vực bị mây che phủ có màu trắng trên bản đồ. Kết quả tính toán LST tháng 1,2 và 3/2016 từ ảnh MODIS cho thấy khu vực Tây Nam tỉnh Gia Lai và Tây Bắc tỉnh Đắc Lắc có nhiệt độ bề mặt cao nhất. Nhiệt độ giảm dần từ Tây sang Đông, vùng thấp nhất nằm ở phía Bắc và Đông Nam. Hiện tượng này có thể được giải thích là do độ cao địa hình khác nhau, hướng dốc thoải dần từ Đông sang Tây, cao dần về hai cực, cực Bắc là cụm núi Atouat, cực Nam là dãy Chư Yang Sin. Phần Trung Tây Nguyên có độ cao thấp hơn và nhiệt độ cao hơn hai vùng phía Bắc và phía Nam. Những nơi có độ cao lớn sẽ cho nhiệt độ thấp hơn do quy luật đai cao. Khi so sánh với bản đồ chỉ số thực vật NDVI cho thấy những nơi thực vật thưa nhiệt độ bề mặt đất cao hơn những nơi thực vật dày.



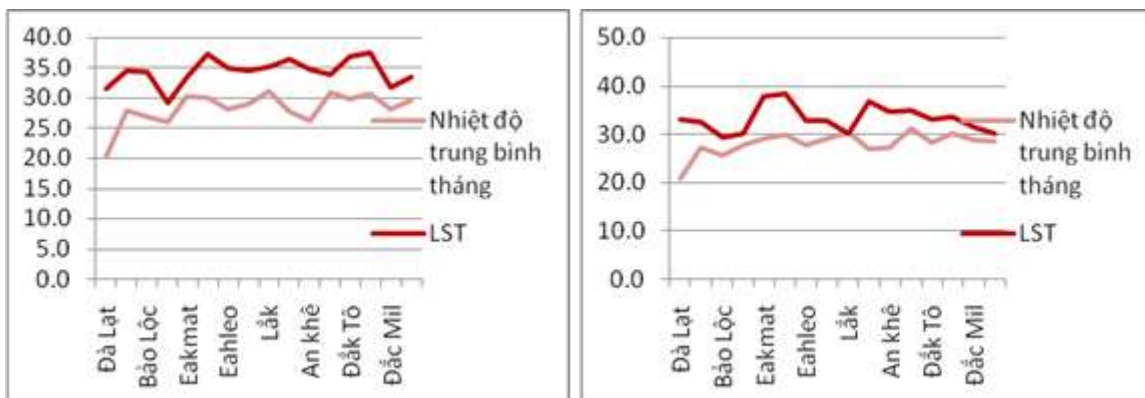
Hình 3: Bản đồ nhiệt độ bề mặt đất khu vực Tây Nguyên tổ hợp 8 ngày từ 26/02 - 5/03/2016



Hình 4: Nhiệt độ bề mặt đất tổ hợp theo tháng cho tháng 1/2016 (a), 2/2016 (b) và 3/2016 (c)

Đối với các tháng thuộc mùa mưa (từ tháng 4 đến tháng 10) tổ hợp ảnh LST cho thấy nhiệt độ bề mặt thấp hơn mùa khô do thời gian này độ ẩm trong đất cao. Nhiệt độ cao tại các khu vực tập trung dân cư, nơi có thảm thực vật thưa thớt.

Giá trị LST chiết xuất trên ảnh tổ hợp theo tháng được so sánh với dữ liệu nhiệt độ bề mặt đất trung bình tháng tại các trạm khí tượng. Đồ thị (hình 5) cho thấy trạm Lak và Yaly là hai trạm có nhiệt độ cao nhất. Kết quả tính nhiệt độ tổ hợp tháng, phía Tây Bắc tỉnh Gia Lai (trạm Yaly) và phía Nam tỉnh Đắc Lắc là vùng có nhiệt độ bề mặt đất cao hơn hẳn so với các khu vực khác. LST có cùng quy luật biến đổi và quan hệ tuyến tính với nhiệt độ trung bình tháng giữa các trạm.



Hình 5: Nhiệt độ bề mặt đất tính từ ảnh MODIS và nhiệt độ bề mặt đất trung bình tháng 2/2015 (trái) và 12/2015 (phải) tại các trạm khí tượng

2. Chỉ số khô hạn khu vực Tây Nguyên

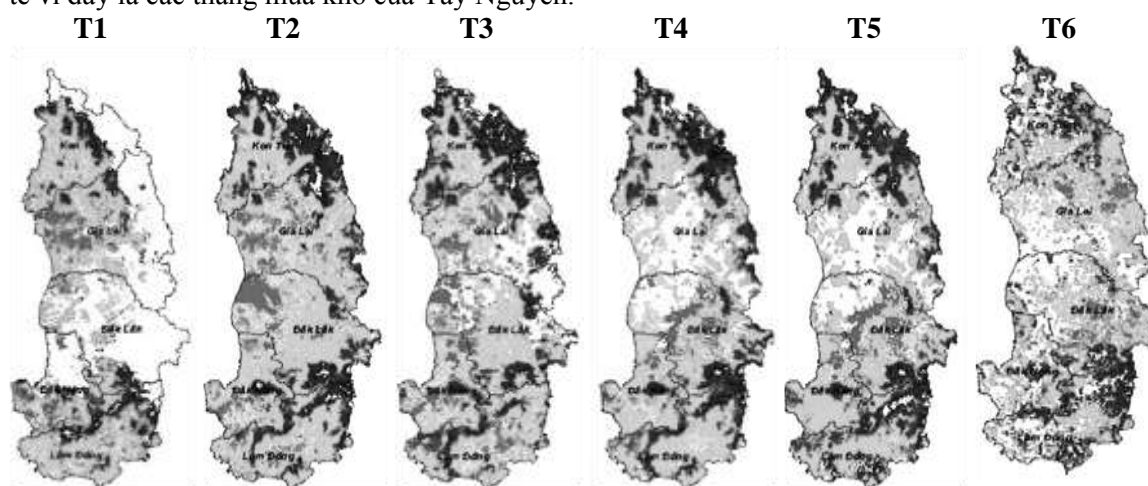
a. Tính toán chỉ số NDVI từ MOD09A1

Chỉ số NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index – chỉ số thực vật*) được xác định dựa trên sự phản xạ khác nhau của thực vật thể hiện giữa kênh phổ thấy được và kênh phổ cận hồng ngoại. Dùng để biểu thị mức độ tập trung của thực vật trên mặt đất. NDVI của khu vực nghiên cứu từ tháng 1÷12/2016 được phân ngưỡng thành 20 lớp, từ 0-0.05; 0.05-0.1; 0.1-0.15; 0.95-1.

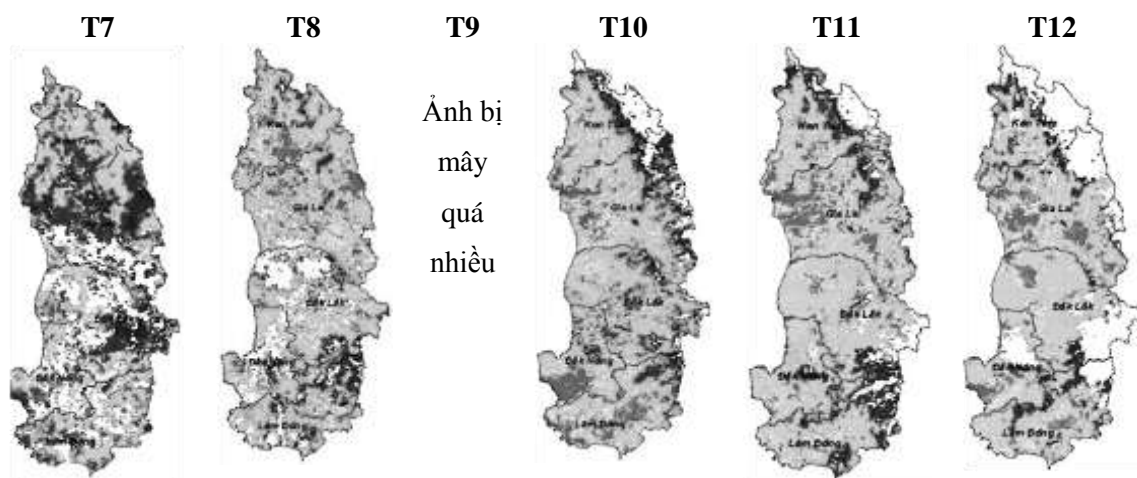
b. Tính TVDI từ LST và NDVI

Sử dụng công thức (1) đã xây dựng các bản đồ chỉ số khô hạn TVDI cho các thời điểm, tổ hợp 8 ngày. Bản đồ chỉ số khô hạn TVDI tổ hợp theo tháng cho năm 2016 (trừ những tháng 9 do ảnh có tỷ lệ mây cao (*hình 6a, 6b*)). Trên các bản đồ kết quả, những khu vực có màu sẫm, chỉ số khô hạn càng cao, và ngược lại, những khu sáng hơn, nghĩa là chỉ số khô hạn càng thấp.

Tháng 1, tháng 6, 7, 8 có tỷ lệ bị mây che phủ nhiều nhất. Kết quả tính toán cũng cho thấy chỉ số khô hạn TVDI có giá trị cao vào các tháng 2, 3, 4, 10, 11 và 12. Điều này đúng với thực tế vì đây là các tháng mùa khô của Tây Nguyên.



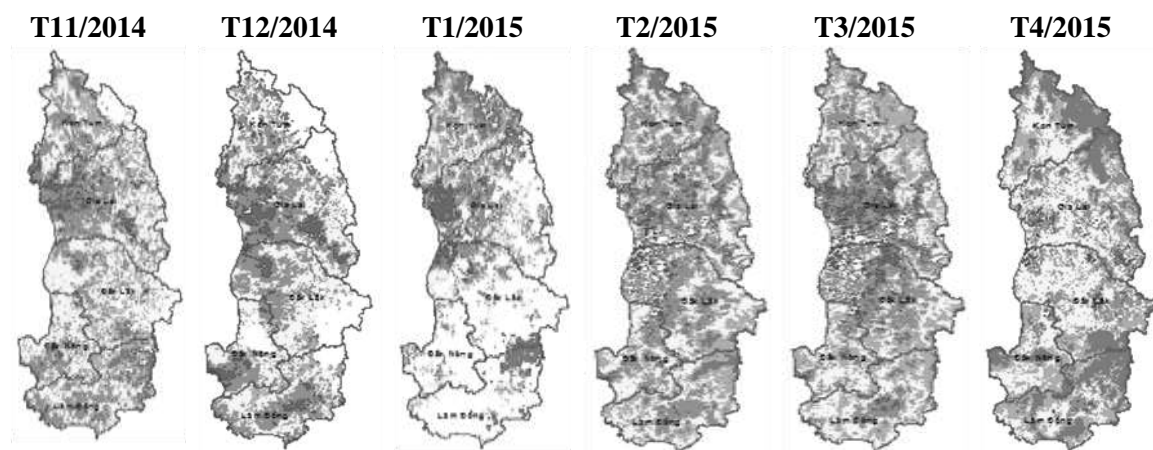
Hình 6a: Chuỗi bản đồ TVDI tổ hợp tháng (1- 6) năm 2016



Hình 6b: Chuỗi bản đồ TVDI tổ hợp tháng (7-12) năm 2016

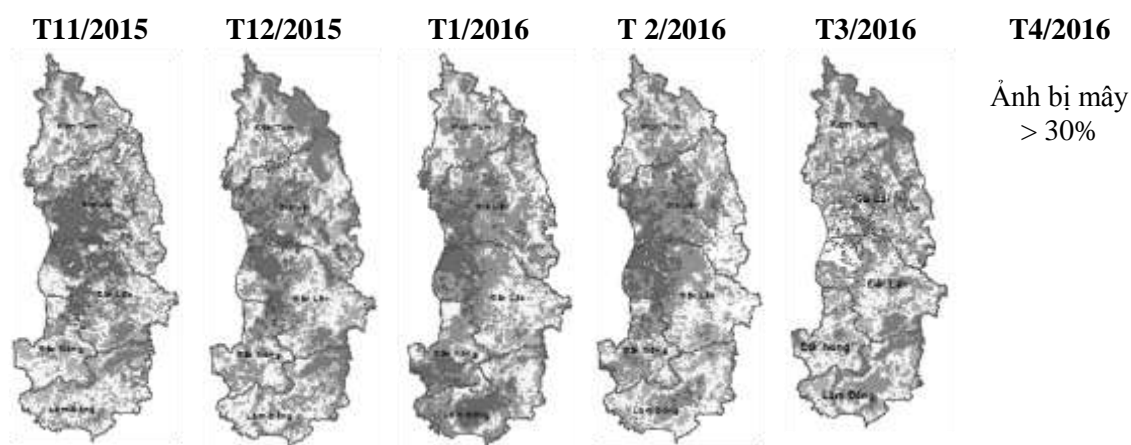
3. Dự báo nguy cơ hạn hán khu vực Tây Nguyên

Để dự báo nguy cơ hạn hán, nghiên cứu lựa chọn việc đánh giá chỉ số khô hạn của Tây Nguyên trong 6 tháng mùa khô, cũng là thời gian mà nguy cơ hạn hán lớn nhất. Dưới đây là chuỗi bản đồ chỉ số khô hạn tổ hợp tháng cho 6 tháng của 2 mùa khô 2014-2015 và 2015-2016.



Hình 7a: Chuỗi bản đồ TVDI tổ hợp tháng cho mùa khô 2014-2015

Trên đó, chỉ số khô hạn được phân thành 5 ngưỡng [2, 4, 5]: Ẩm ướt (TVDI: 0-0.2); Bình thường (TVDI: 0.2-0.4); Khô hạn nhẹ (TVDI: 0.4-0.6); Khô hạn trung bình (TVDI: 0.6-0.8); Khô hạn nặng (TVDI: 0.8-1). Kết quả cho thấy, khu vực có chỉ số khô hạn nặng tập trung ở phía Tây tỉnh Gia Lai, phía Tây Bắc tỉnh Đăk Lăk. Khu vực trung tâm tỉnh Lâm Đồng có chỉ số khô hạn trung bình. Khu vực phía Đông tỉnh Kon Tum, phía Nam tỉnh Đăk Lăk, và một phần phía Tây tỉnh Lâm Đồng có chỉ số TVDI: 0-0.2.



Hình 7b: Chuỗi bản đồ TVDI tổ hợp tháng cho mùa khô 2015-2016

Cuối tháng 3, những vùng có chỉ số khô hạn cao có xu hướng lan xuống phía Nam. Khi so sánh với bản đồ hiện trạng lớp phủ rừng do FIPI thành lập năm 2014, cho thấy những nơi có chỉ số khô hạn nặng rơi vào vùng đất nông nghiệp, những nơi TVDI âm ướt là những khu vực có rừng. Phía Bắc tỉnh Đắk Nông cũng cho chỉ số khô hạn nặng, mặc dù trên bản đồ đây là nơi có rừng che phủ. Nguyên nhân là rừng ở Vườn Quốc gia Yok Đôn là rừng khộp, rụng lá vào mùa khô, nên những tháng mùa khô, chỉ số TVDI vẫn cao. Ngoài ra, sự khác biệt giữa sườn Đông và sườn Tây còn do hiệu ứng gió phơn, khiến tháng 1, 2, 3 là những tháng cao điểm mùa khô.

Vào mùa khô từ tháng 10 đến tháng 12 và từ tháng 1 đến tháng 4, mối quan hệ nghịch đảo giữa TVDI và lượng mưa biểu hiện khá rõ. Tháng 7, 8, mặc dù lượng mưa cao nhưng chỉ số TVDI vẫn lớn do nền nhiệt cao, độ ẩm không khí thấp, lượng bốc thoát hơi tiềm năng lớn dẫn đến độ ẩm của đất thấp. Đất thiếu ẩm khiến nhiệt độ bề mặt cao. So sánh với tình trạng khô hạn thực tế, bản đồ chỉ số khô hạn TVDI cũng cho kết quả hợp lý. Khu vực phía Tây tỉnh Gia Lai và Tây Bắc tỉnh Đắk Lắk là những vùng cho chỉ số khô hạn nặng.

Tuy nhiên, các bản đồ chỉ số khô hạn lại không nhận diện được một số “tâm hạn” ở phía Đông và Đông Nam tỉnh Đắk Lắk. Ví dụ như huyện Kông Chro, thị xã An Khê của tỉnh Gia Lai, hay huyện Krong Pa, Krong Bông của tỉnh Đắk Lắk. Điều này cho thấy, TVDI phù hợp với những nghiên cứu về khô hạn trên quy mô vùng rộng, hơn là ở các quy mô nhỏ hơn như tỉnh, thành phố. Vì thế bên cạnh những điểm mạnh, thì việc kiểm nghiệm chỉ số TVDI với những số liệu quan trắc khí tượng thủy văn thực tế cần được tiến hành bổ sung để tăng thêm độ tin cậy và hiểu sâu thêm về bản chất của chỉ số khô hạn trước khi đưa vào sử dụng trong thực tế.

III. KẾT LUẬN

1. Phương pháp nghiên cứu hạn hán qua dữ liệu ảnh MODIS là khả thi, nhanh, độ phân giải thời gian lớn, độ phủ trùm rộng, độ phân giải không gian trung bình.

2. Nhiệt độ bề mặt đất LST được tính từ ảnh MODIS, độ phân giải 1km có thể cho thấy một cách tổng quan về nhiệt độ bề mặt trên một khu vực rộng như khu vực Tây Nguyên trong khi những phương pháp đo khí tượng truyền thống không đáp ứng được. Chỉ số khô hạn TVDI được tính trên cơ sở độ chênh lệch giữa nhiệt độ bề mặt tại điểm quan trắc với nhiệt độ bề mặt thấp nhất cho mỗi khoảng giá trị của NDVI. Kết quả tính toán được cho thấy TVDI là chỉ số khô hạn tiềm năng, cho phép để nghiên cứu và theo dõi khô hạn.

3. Chuỗi bản đồ LST tổ hợp 8 ngày và tổ hợp tháng cho thấy Tây Nam tỉnh Gia Lai và Tây Bắc tỉnh Đắk Lắk là nơi có nhiệt độ bề mặt đất cao nhất, nhiệt độ giảm dần từ Đông sang Tây, và từ Trung Tây Nguyên về 2 phía Nam, Bắc. Nơi có nhiệt độ là những nơi có chỉ số khô hạn cao hơn, phù hợp với tình hình khô hạn trong thực tế những năm gần đây tại Tây Nguyên. Mối quan hệ nghịch đảo giữa chỉ số khô hạn và dữ liệu lượng mưa cũng được thể hiện.

4. Hướng nghiên cứu tiếp theo là tính toán, nghiên cứu TVDI cho từng loại lớp phủ, “ngưỡng hạn hạn” của các loại lớp phủ khác nhau cũng sẽ khác nhau. Việc xây dựng một cơ sở dữ liệu tích lũy nhiều năm của chỉ số TVDI là cần thiết cho việc theo dõi chu kỳ khí hậu, làm cơ sở cho việc dự đoán xu thế biến đổi của chỉ số khô hạn, cũng như làm cơ sở cho việc dự báo hạn hán từ việc quan trắc TVDI qua thời gian dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **A. Karnieli, M. Bayasgalan, Y. Bayarjargal, N. Agam, S. Khudulmur and C. J. Tucker**, 2009. Comments on the use of the Vegetation Health Index over Mongolia, *Remote Sensing*, 9(6): 616-622.
2. **Arnonkarnieli, Nuritagam, Rachel Pinker, Martha Anderson, Marcl Imhoff, Garik G Gutman, Natalya Panov and Alexander Goldberg**, 2010. Use of NDVI and Land Surface Temperature for Drought Assessment: Merits and Limitations, *Remote Sensing*, 8(4): 514-520.
3. **Lại Anh Khôi**, 2007. *Ứng dụng tư liệu ảnh MODIS xây dựng bản đồ nhiệt độ bề mặt lãnh thổ Việt Nam*, Nxb. Khoa học tự nhiên và công nghệ, 140 trang.
4. **Trần Hùng**, 2004. Sử dụng tư liệu MODIS trong theo dõi độ ẩm đất/ thực vật bề mặt: thử nghiệm với chỉ số mức khô hạn thực vật nhiệt độ TVDI, *Tạp chí Các khoa học trái đất*, 7, trang 34-38.
5. **Nguyễn Ngọc Thạch**, 2005. *Cơ sở viễn thám*, Nxb. ĐHQG Hà Nội, 125 trang.

RESEARCH ON LAND TEMPERATURE BY MODIS PHOTOGRAPHY FOR DROUGHT FORECASTS IN THE TAY NGUYEN PLATEAU

Nguyen Duc Nui, Nguyen Thi Quynh Trang

SUMMARY

The TVDI drought Index is calculated on the basis of the difference between the surface temperature at the monitoring point and the lowest surface temperature for each NDVI value range. The 8- and 8- day combined LST map showed that the southwestern of Gia Lai province and northwestern Dak Lak province is the highest surface temperature. The land temperature decreased from east to west, from the center to the south and from the center to the north of the plateau. In the west of Gia Lai Province and northwestern Dak Lak, TVDI was significantly higher than other areas, in line with the actual drought situation of recent years. The results indicated that MODIS and GIS provides built up a spatial database of LTS and TVDI, and suggested that such a system can be more advanced for drought forecasts of Tay Nguyen plateau.