

ỨNG DỤNG VIỄN THĂM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN ĐỘ ẨM MẶT ĐẤT TẠI LƯU VỰC SÔNG BA GIAI ĐOẠN 2000-2019

Thắm Thị Ngọc Hàn¹, Trương Nhật Kiều Thi¹,
Nguyễn Thế Được¹, Phạm Thị Mai Thy¹, Lâm Đạo Nguyên¹

TÓM TẮT

Lưu vực sông Ba là một lưu vực lớn nhất vùng Nam Trung bộ với nông nghiệp là hoạt động chủ đạo. Hàng năm, lưu vực này có hiện tượng hạn hán vào mùa khô và ngày càng nghiêm trọng. Do đó, việc theo dõi sự thay đổi độ ẩm mặt đất trong một khoảng thời gian dài là rất cần thiết để kiểm soát tình trạng hạn hán cũng như quản lý tài nguyên nước lưu vực một cách bền vững. Để đánh giá tình trạng độ ẩm mặt đất tại lưu vực, chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật (Temperature Vegetation Dryness Index – TVDI) được tính toán và trích xuất từ ảnh viễn thám Landsat và MODIS trong giai đoạn 2000-2019 trên nền tảng Google Earth Engine (GEE). giúp tiết kiệm thời gian cũng như bỏ nhớ lưu trữ. Từ năm 2000 đến năm 2019, độ ẩm mặt đất tại lưu vực luôn ở mức từ trung bình đến rất khô và thay đổi không theo một xu hướng nhất định qua các năm. Các giá trị TVDI trung bình theo tháng tại lưu vực dao động trong khoảng (0,50; 0,90). Vào thời điểm mùa khô, TVDI có xu hướng tăng với giá trị cao nhất vào mùa khô năm 2011 là 0,73. Ngoài ra, nghiên cứu còn so sánh kết quả tính toán TVDI vào năm 2016 từ dữ liệu ảnh Landsat và MODIS để thấy rõ sự khác nhau về không gian phân bố các mức độ TVDI, mặc dù giá trị TVDI trung bình từ hai loại ảnh đều thuộc mức khô. Độ ẩm mặt đất từ ảnh MODIS có thể quan sát đầy đủ cả 05 ngưỡng khô hạn, trong khi đó độ ẩm mặt đất từ ảnh Landsat chiếm phần lớn là ngưỡng trung bình (27,91%) và khô (46,75%).

Từ khóa: Độ ẩm mặt đất, hạn hán, TVDI, Google Earth Engine, lưu vực sông Ba.

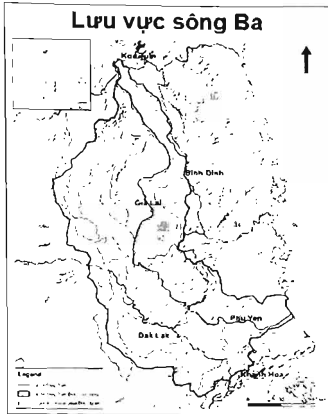
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Độ ẩm mặt đất được xác định thông qua các bộ chỉ số khô hạn như chỉ số hạn khí tượng, chỉ số hạn nông nghiệp, chỉ số hạn thủy văn... hoặc có thể kết hợp các bộ chỉ số với nhau [1]. Các bộ chỉ số nêu trên được xác định thông qua số liệu quan trắc mặt đất theo phương pháp truyền thống, phụ thuộc nhiều vào thời gian quan trắc, độ dài của dữ liệu và mật độ của trạm quan trắc. Trong những năm trở lại đây đã có các chỉ số phản ánh tình trạng độ ẩm bề mặt dựa trên dữ liệu viễn thám đã được nghiên cứu và phát triển như chỉ số điều kiện nhiệt độ (Temperature Condition Index), chỉ số điều kiện thực vật (Vegetation Condition Index), chỉ số sức khỏe thực vật (Vegetation Health Index), chỉ số hạn kiệt (Drought Severity Index), chỉ số khô hạn nhiệt độ - thực vật (TVDI).

Nhiều nghiên cứu trên thế giới và tại Việt Nam về đánh giá độ ẩm mặt đất sử dụng cách tiếp cận viễn thám đều cho thấy tính hiệu quả của chỉ số TVDI, do

có thể áp dụng dễ dàng và phản ánh được mối quan hệ của thảm phủ thực vật với nhiệt độ bề mặt đất như nghiên cứu của Trịnh Lê Hùng [2], Huỳnh Thị Thu Hương và cộng sự [3], Zhiqiang Gao và cộng sự [4], Lucimara và cộng sự [5]... Chỉ số TVDI bắt nguồn từ các phân tích nhận biết được mối quan hệ giữa chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hoá (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) và nhiệt độ bề mặt (Land Surface Temperature – LST) [6]. LST được chiết tách và tính toán từ các kênh hồng ngoại nhiệt và chỉ số NDVI được tính toán thông qua kênh đỏ và kênh hồng ngoại gần của các ảnh viễn thám quang học như MODIS, Landsat, hay NOAA AVHRR... Chỉ số TVDI độc lập hoàn toàn với biến lệ thuộc, kết hợp sử dụng các thuộc tính sinh học và vật lý (chỉ số thực vật – nhiệt độ) có hiệu quả trong giám sát và đánh giá khô hạn ở cấp vùng. Các chỉ số khác phải sử dụng kết hợp với dữ liệu mưa thu nhận từ radar (có độ phân giải thấp) hoặc dữ liệu bốc thoát hơi nước và quy trình tính toán phức tạp hơn [6].

¹ Trung tâm Ứng dụng Công nghệ Vũ trụ TP HCM, Trung tâm Vũ trụ Việt Nam
Email: ttthan@vnsc.org.vn



Hình 1. Vị trí lưu vực sông Ba

Sông Ba là con sông lớn nhất vùng duyên hải Nam Trung bộ, bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô (tỉnh Kon Tum) cao 1.549 m của dãy Trường Sơn, sau đó chảy qua ba tỉnh Gia Lai, Đắk Lắk và Phú Yên với diện tích lưu vực 13.900 km² (Hình 1). Phạm vi lưu vực từ 12°35' đến 14°38' vĩ độ Bắc và 108°00' đến 109°55' kinh độ Đông. Phía Bắc, Đông và Đông Nam của lưu vực được bao bọc bởi các dãy núi cao và rừng. Dòng chính sông Ba dài 388 km đổ ra biển Đông tại cửa Đà Ràng thuộc tỉnh Phú Yên. Dòng chính sông Ba dốc và nhiều ghềnh thác đã tạo cho lưu vực có nguồn thủy năng khá lớn, nhiều vị trí có thể xây dựng đập thủy điện và hồ chứa, tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển nông nghiệp [7].

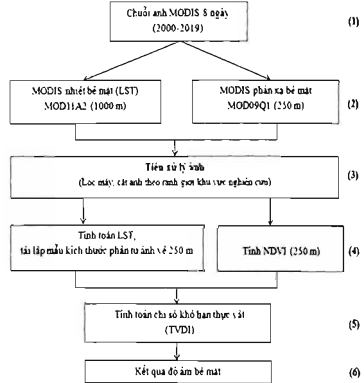
Nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá biến đổi độ ẩm mặt đất tại lưu vực sông Ba sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám vào giai đoạn 2000-2019 nhằm theo dõi sự thay đổi để có thể cung cấp thông tin hỗ trợ các nhà quản lý lưu vực sông điều phối và giám sát việc sử dụng bền vững tài nguyên nước, cũng như đưa ra những giải pháp quản lý phù hợp nhằm đối mặt với các thách thức về môi trường và những hiểm họa tự nhiên.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này gồm 02 sản phẩm của ảnh viễn thám MODIS đa thời gian

từ tháng 3/2000 đến tháng 7/2019 là sản phẩm nhiệt bề mặt (Land Surface Temperature – MOD11A2) có độ phân giải không gian 1000 m và sản phẩm phản xạ bề mặt đất (Land Surface Reflectance MOD09Q1) có độ phân giải không gian 250 m. Cả hai sản phẩm đều có độ phân giải thời gian là 8 ngày. Ngoài ra, nghiên cứu còn trích xuất dữ liệu về độ ẩm mặt đất từ ảnh Landsat 8 vào thời điểm mùa khô năm 2016 để đánh giá và so sánh kết quả phân tích từ hai nguồn ảnh Landsat và MODIS có sẵn trên GEE.



Hình 2. Quy trình tính toán độ ẩm bề mặt từ ảnh MODIS

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Quy trình xử lý dữ liệu ảnh MODIS được thể hiện trong hình 2. Chỉ số TVDI được tính toán theo từng tháng nên tổng số sản phẩm TVDI thu được trong nghiên cứu là 233 ảnh. Các bước từ (1) đến (4) sẽ được thực hiện trực tiếp trên nền tảng GEE, và bước (5) được tính toán trên phần mềm ENVI.

Chỉ số khô hạn TVDI được tính theo công thức (1) [6].

$$TVDI = \frac{LST - LST_{min}}{LST_{max} - LST_{min}} \quad (1)$$

Trong đó: LST là nhiệt độ bề mặt tại tất cả các phân tử ảnh; LST_{min} là nhiệt độ bề mặt cực tiểu; LST_{max} là nhiệt độ bề mặt cực đại cho mỗi khoảng nhỏ giá trị NDVI và được tính theo công thức (2).

$$LST_{max} = a + b \cdot NDVI \quad (2)$$

Chỉ số TVDI có giá trị trong khoảng [0; 1] được đề xuất phân thành năm mức độ [9]: 0,0-2: Rất ẩm; 0,2-0,4: Ẩm; 0,4-0,6: Trung bình; 0,6-0,8: Khô; 0,8-1: Rất khô.

Phương pháp tính toán chỉ số NDVI: Chỉ số NDVI được tính từ hai kênh phổ hồng ngoại gần và kênh đỏ sau khi đã chuyển về giá trị phản xạ bề mặt, theo công thức (3):

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (3); \text{ trong đó: NIR tương ứng}$$

với giá trị kênh hồng ngoại gần, Red tương ứng với giá trị kênh đỏ.

Phương pháp tính toán nhiệt độ bề mặt LST

Đối với ảnh Landsat Giá trị bức xạ của kênh nhiệt được chuyển đổi về giá trị nhiệt độ sáng [10]:

$$T_b = \frac{K_2}{\ln \frac{K_1}{L_\lambda}} + 1 \quad (4); \text{ với: } K_1, K_2 \text{ là hằng số hiệu}$$

chỉnh (có trong metadata); T_b = Nhiệt độ sáng (°K);

L_λ = Giá trị bức xạ ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$).

Cuối cùng, LST được tính dựa trên nhiệt độ sáng và độ phát xạ [11, 12, 13] theo công thức (5) [14]:

$$T_s = \frac{1}{\epsilon} \cdot T_b \quad (5)$$

Đối với ảnh MODIS: Nhiệt độ bề mặt từ ảnh MODIS được xác định trong công thức (6) và (7) [15]

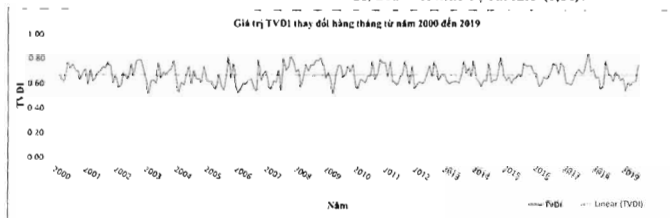
$$LST \text{ (}^\circ\text{K)} = \text{Giá trị phản từ ảnh} \cdot 0,02 \quad (6)$$

$$LST \text{ (}^\circ\text{C)} = LST \text{ (}^\circ\text{K)} - 273,15 \quad (7)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Độ ẩm mặt đất tại lưu vực sông Ba

Kết quả độ ẩm mặt đất thay đổi hàng tháng tại lưu vực sông Ba được tổng hợp và thể hiện qua hình 3. Các giá trị TVDI tại lưu vực dao động trong khoảng (0,50; 0,90), rơi vào các mức độ từ trung bình đến rất khô. Từ tháng 3/2000 đến tháng 7/2019, xu hướng độ ẩm mặt đất thay đổi không đáng kể. Giá trị TVDI thấp nhất tại lưu vực rơi vào tháng 2/2003 với mức độ trung bình (0,51) và cao nhất vào tháng 11/2017 với mức độ rất khô (0,86).

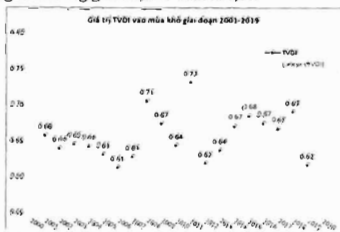


Hình 3. Thay đổi giá trị TVDI hàng tháng từ năm 2000 đến năm 2019

Tại lưu vực, độ ẩm mặt đất thuộc mức khô xảy ra hầu như tất cả các tháng; mức rất khô xảy ra chủ yếu vào các tháng cuối năm như 10/2005; 8, 10, 11/2007; 11/2008; 12/2014; 4/2015; 11/2017. Đối với dữ liệu ảnh những tháng cuối năm, có một phần diện tích trong lưu vực bị ảnh hưởng bởi mây, do đó, chỉ số TVDI được tính toán trong giai đoạn mùa khô thì phù hợp hơn.

Nghiên cứu đã tính toán giá trị TVDI trung bình vào mùa khô, bắt đầu từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, tại lưu vực trong giai đoạn 2001-2019 (Hình 4). Vào mùa khô từ năm 2001 đến năm 2019, độ ẩm tại lưu vực dao động trong khoảng [0,61; 0,73] thuộc mức độ khô và có xu hướng gia tăng qua từng năm. Giá trị TVDI cao nhất vào mùa khô năm 2011 (0,73),

thấp nhất vào mùa khô năm 2006 (0,61), và có giá trị trung bình trong giai đoạn 19 năm là 0,66.



Hình 4. Thay đổi giá trị TVDI vào mùa khô từ năm 2001 đến năm 2019

Từ sáu tháng cuối năm 2010 đến hết sáu tháng đầu năm 2011 là thời điểm La Nina hoạt động mạnh nhất trong vòng 60 năm qua trên toàn cầu, và năm 2011 cũng là một trong mười năm nóng kỷ lục kể từ năm 1850 [16]. Tuy gây ra các đợt rét đậm rét hại ở Bắc bộ và Trung bộ, nhưng hiện tượng khô hạn tại Tây Nguyên lại diễn ra rất căng thẳng. Theo báo cáo của Liên hợp quốc tại Việt Nam, vào năm 2011, tại các tỉnh Tây Nguyên có mưa nhỏ và không có mưa trong các tháng đầu năm là nguyên nhân gây ra hạn hán sớm so với dự báo trước đó, đặc biệt là ở Gia Lai và Đắk Lắk (thuộc lưu vực sông Ba) là 02 trong các tỉnh chịu ảnh hưởng nặng. Nông nghiệp tại đây thiếu nước tưới cho các loại cây như cà phê, tiêu, điều... vào giữa và cuối vụ đông xuân (tháng 3, 4/2011), và nguy cơ cháy rừng ở mức 5 – mức báo động cao nhất. [17]

Nhìn chung, giá trị độ ẩm đất vào mùa khô qua các năm tại lưu vực đều nằm trong ngưỡng khô và có chiều hướng gia tăng trong tương lai. Điều này cho thấy, hiện nay tại lưu vực một số vùng đã bị chuyển đổi lớp phủ bề mặt cho các hoạt động nông nghiệp và đô thị hóa, như phía Đông Bắc lưu vực thuộc thị xã An Khê (Gia Lai), phía Tây Bắc thuộc huyện Đak Đoa, Chư Sê (Gia Lai), phía Tây Nam thuộc huyện Ea H'Leo, Krong Năng (Đắk Lắk) và khu vực hai bên bờ sông Ba thuộc huyện Sơn Hòa, Phú Hòa (Phụ Yên). Vì thế, các nhà quản lý địa phương cần kiểm soát chặt chẽ hoạt động khai hoang lấy đất rừng làm nông nghiệp, cần quy hoạch hợp lý các hoạt động canh tác và chuyển đổi sinh kế của các cộng đồng bản địa. Bên cạnh đó, các nhà quản lý lưu vực sông cũng cần giám sát và điều phối nguồn tài nguyên nước để có đủ nguồn nước cung cấp cho các hoạt động sinh hoạt trong mùa khô, giảm nhẹ tình trạng hạn hán tại lưu vực.

3.2. So sánh và đánh giá độ ẩm đất từ ảnh Landsat và MODIS

Vào thế kỷ XX, thế giới đã xảy ra 02 đợt El Nino mạnh nhất đó là vào năm 1982/1983 và 1997/1998, đây được coi là những sự kiện duy nhất trong thế kỷ. Hiện tượng El Nino xảy ra vào 2015/2016 được đánh giá là cùng mức độ với El Nino 1982/1983 và El Nino 1997/1998 [18]. Tại Việt Nam, do ảnh hưởng của El Nino kéo dài nên trong suốt năm 2015 và mùa hè năm 2016, cả nước đã xảy ra nhiều hiện tượng thời tiết cực đoan, khiến cho nhiệt độ tăng cao, nắng nóng kéo dài và lượng mưa trung bình năm thấp. Đặc

biệt vào năm 2016, tình hình hạn hán tại các tỉnh khu vực Tây Nguyên và Nam Trung bộ khốc liệt và căng thẳng hơn so với năm 2015 [19]. Vì thế, nghiên cứu đánh giá và so sánh sự phân bố TVDI theo không gian vào mùa khô (tháng 2 đến tháng 4) năm 2016 tại lưu vực sông Ba từ hai nguồn dữ liệu viễn thám là Landsat 8 và MODIS, nhằm tìm hiểu về sự khác biệt giá trị TVDI từ hai loại ảnh có độ giải không gian khác nhau.

Bảng 1. Giá trị NDVI, LST (°C) và TVDI mùa khô năm 2016 từ dữ liệu Landsat 8 và MODIS

	NDVI			LST (°C)			TVDI
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	
Landsat	-0,40	0,80	0,43	10,4	49,3	35,7	0,76
MODIS	-0,33	0,91	0,55	23,8	45,0	34,6	0,63

Kết quả tính toán chỉ số NDVI và LST (°C) vào mùa khô năm 2016 từ ảnh viễn thám Landsat 8 và MODIS được thể hiện trong bảng 1 cho thấy, giá trị MODIS-NDVI_{mean} cao hơn Landsat-NDVI_{mean} với mức chênh lệch là 0,12; giá trị MODIS-LST_{mean} thấp hơn Landsat-LST_{mean} 1,1°C. Bên cạnh đó, sự phân tán của Landsat-LST cao hơn MODIS-LST, Landsat-LST dao động trong khoảng [10,4; 49,3] °C và MODIS-LST dao động trong khoảng [23,8;45,0] °C. Tuy nhiên, khi xem xét giá trị LST_{min} thì MODIS-LST_{min} lại cao hơn Landsat-LST_{min} với mức chênh lệch khá cao 13,4°C. Kết quả LST_{min} chênh lệch khá cao như vậy có thể bị ảnh hưởng bởi bóng mây từ ảnh Landsat. Do quá trình tách mây trong ảnh Landsat trên nền tảng GEE chỉ giúp loại bỏ những khu vực có khả năng là mây, tuy nhiên bóng mây lại không thể được tách bỏ. Riêng đối với sản phẩm ảnh MODIS MOD11A2 đã được tiến xử lý, loại bỏ nhiễu và mây trước khi cung cấp đến người dùng.

Ngoài giá trị LST_{min}, các giá trị LST còn lại của ảnh MODIS luôn thấp hơn ảnh Landsat. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây như của Noyes và cộng sự [20], Soria và cộng sự [21], Quian và cộng sự [22] và Lidia và cộng sự [23], các nghiên cứu này đều đề cập rằng giá trị LST trích xuất từ ảnh MODIS thấp hơn so với kết quả thu được từ các loại cảm biến khác (như Landsat, AATSR) hoặc kết quả quan trắc tại chỗ. Sự chênh lệch LST này có thể do độ phân giải không gian của các loại ảnh viễn thám khác nhau (30 m đối với ảnh Landsat 8, 250 m đối với ảnh MOD09Q1 và 1000 m đối với ảnh MOD11A2), sẽ dẫn đến kết quả LST khác nhau. Một trong những điều quan trọng nhất tác động đến kết quả là góc

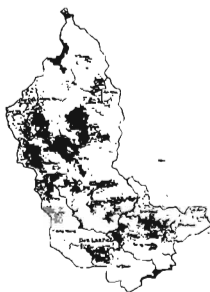
chụp của vệ tinh: góc chụp của vệ tinh Landsat 8 gần như là thẳng đứng (nadir), trong khi đó góc chụp của vệ tinh TERRA (mang bộ cảm MODIS) lệch 60° và tối đa 65° (off-nadir) so với góc thẳng đứng [15].

Những yếu tố về độ phân giải không gian – thời gian và góc chụp làm cho kết quả tính toán MODIS-NDVI có giá trị cao hơn Landsat-NDVI và MODIS-

LST thấp hơn Landsat-LST, từ đó giá trị TVDI được trích xuất từ 02 nguồn dữ liệu này có sự phân bố không đồng nhất trong không gian (Hình 5 và 6), mặc dù kết quả tính toán còn bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác như lớp phủ, tán cây, cách thu nhận ảnh, đầu thu (sensor), thuật toán tiền xử lý...



Hình 5. Phân bố TVDI tại lưu vực sông Ba từ ảnh Landsat 8 (mùa khô, tháng 2-4/2016)



Chú thích
Giá trị chỉ số TVDI
 ■ ≤ 0,2
 ■ 0,2 - 0,4
 ■ 0,4 - 0,6
 ■ 0,6 - 0,8
 ■ 0,8 - 1

Hình 6. Phân bố TVDI tại lưu vực sông Ba từ ảnh MODIS (mùa khô, tháng 2-4/2016)

Bảng 2. Diện tích (%) phân bố các mức độ độ ẩm mặt đất tại lưu vực sông Ba từ hai nguồn dữ liệu ảnh viễn thám vào mùa khô năm 2016

	Diện tích (%)				
	Rất ẩm	Ám	Trung bình	Khô	Đến rất khô
	0,0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
Landsat	0,02	0,41	2,54	66,84	30,19
MODIS	1,78	8,77	27,91	46,75	14,8

Giá trị TVDI trung bình từ 02 nguồn ảnh viễn thám cho toàn khu vực đều thuộc mức độ khô, tuy nhiên giá trị MODIS-TVDI (0,63) lại thấp hơn giá trị Landsat-TVDI (0,76) (Bảng 1), điều này cho thấy độ ẩm mặt đất từ ảnh Landsat có mức độ khô hạn cao hơn. Kết quả phân bố không gian về độ ẩm mặt đất cho lưu vực sông Ba vào mùa khô năm 2016 từ ảnh Landsat và MODIS được thể hiện qua hình 5 và hình 6. Độ ẩm mặt đất từ ảnh MODIS cho kết quả đa dạng về sự phân bố các ngưỡng TVDI trong không gian, hầu như có thể quan sát rõ các vị trí giá trị TVDI nằm trong ngưỡng từ rất ẩm đến rất khô. Trong khi đó, độ ẩm mặt đất từ ảnh Landsat lại có mức độ khô đến rất khô xuất hiện hầu hết trên toàn bộ khu vực. Định

lượng chi tiết từng mức độ TVDI cho cả lưu vực được thể hiện qua bảng 2.

Theo định lượng về diện tích phân bố các ngưỡng TVDI (Bảng 2) và sự phân bố không gian (Hình 5 và 6) cho thấy, giá trị TVDI từ ảnh Landsat chiếm tỷ lệ lớn là mức độ khô và rất khô (66,84% và 30,19%), trong khi giá trị TVDI từ ảnh MODIS được quan sát đầy đủ cả 5 ngưỡng, với mức trung bình (27,91%) và khô (46,75%) chiếm tỷ lệ cao. Cụ thể kết quả được thể hiện:

- Ngưỡng 0-0,2 (Rất ẩm): chiếm tỷ lệ thấp nhất ở cả hai kết quả phân tích, 0,02% đối với ảnh Landsat và 1,78% đối với ảnh MODIS. Đặc biệt khi quan sát từ hình 5 hầu như không thấy bất cứ vị trí nào có giá trị TVDI trong khoảng 0-0,2. Tuy nhiên một số vị trí trên ảnh MODIS (Hình 6) có giá trị TVDI rất ẩm như núi Chư Mư - Vọng Phu (M'Đrak - Đăk Lăk), Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh (Mang Yang - Gia Lai) hay Khu Bảo tồn Thiên nhiên Kon Chư Răng (K'Bang - Gia Lai).

- Ngưỡng 0,2-0,4 (ám): diện tích phân bố mức độ ẩm từ hai kết quả chênh lệch nhau khá lớn (khoảng 8%). Sự phân bố không gian của ngưỡng này chi quan sát được tại các vùng ven ranh giới lưu vực sông Ba đối với ảnh MODIS (Hình 6), như khu vực núi Chư

Mư - Vọng Phu, Khu Bảo tồn Ea So (Đắk Lắk); Vườn Quốc gia Kon Ka Kinh và Khu Bảo tồn Thiên nhiên Kon Chư Răng, ranh giới giữa tỉnh Gia Lai và Bình Định thuộc huyện Ia Pa, Đắk Pơ, Kông Chro (Gia Lai); hay khu vực rừng núi nằm giữa ranh giới huyện Krông Năng và Krông Pa; đây là những khu vực có tán cây cao, mật độ cây cối dày đặc, với độ phân giải thấp của ảnh MODIS nên kết quả có thể bị ảnh hưởng do tán cây. Ngưỡng ẩm chỉ xuất hiện ở một phần diện tích rất nhỏ như tại các mặt nước trong kết quả phân tích từ ảnh Landsat (Hình 5) như tại khu vực hồ Sông Hình (Phủ Yên), hồ Ayun Hạ (Gia Lai), và vùng rừng núi nằm giữa ranh giới huyện Krông Năng và Krông Pa.

- Ngưỡng 0,4-0,6 (Trung bình): tỷ lệ giữa hai kết quả ở ngưỡng này chênh lệch nhau rất lớn, khoảng 25%, đây cũng là mức chênh lệch lớn nhất trong các ngưỡng TVDI. MODIS-TVDI có ngưỡng trung bình chiếm tỷ lệ cao thứ hai (27,91%), do ngưỡng ẩm của MODIS-TVDI chiếm tỷ lệ cao hơn nên dẫn đến ngưỡng trung bình cũng cao hơn. Điều này có thể dễ dàng nhận thấy qua hình 5 và 6, các khu vực xuất hiện giá trị TVDI 0,4-0,6 đều tập trung bao quanh những vùng có giá trị TVDI 0,2-0,4 như xung quanh các hồ chứa, khu bảo tồn thiên nhiên có mật độ cây cối dày đặc.

- Ngưỡng 0,6-0,8 (Khô): chiếm tỷ lệ lớn nhất trên toàn lưu vực, 66,84% đối với ảnh Landsat và 46,75% đối với ảnh MODIS. Ngưỡng khô tập trung chủ yếu tại các khu vực canh tác đất nông nghiệp (lúa, cà phê, tiêu, cao su, cây hoa màu...), đất trống bạc màu sau khi hết vụ mùa và các khu dân cư, đô thị (Hình 5 và 6) do thiếu độ lớp phủ thực vật nên gây nên hiện tượng khô hạn nặng. Các khu vực này tiếp tục bao quanh và nằm ở rìa bên ngoài các ngưỡng trung bình.

- Ngưỡng 0,8-1,0 (Rất khô): chiếm diện tích cao thứ hai đối với Landsat-TVDI (30,19%) và là diện tích cao thứ ba đối với MODIS-TVDI (14,8%), tập trung chủ yếu tại khu vực phía Tây của lưu vực (thuộc tỉnh Gia Lai) là khu vực đất đỏ bazan, chủ yếu canh tác nông nghiệp. Đáng chú ý là các khu dân cư và vùng canh tác nông nghiệp xung quanh hồ Ayun Hạ (huyện Chư Sê), nơi đây chịu hạn rất nặng vào năm 2016 với các huyện như Chư Sê, Phú Thiện, Ia Pa, Mang Yang (Gia Lai). Hay dọc theo hai bờ sông Ba là khu vực dân cư tập trung đông đúc, canh tác nông nghiệp là chính (như vùng trồng lúa thuộc huyện Sông Hình, Sơn Hòa, Tuy Hòa và Phú Hòa, tỉnh Phú

Yên), bề mặt lớp phủ tự nhiên tại đây đã bị thay đổi, khiến cho nguy cơ xảy ra hạn hán cao nếu không có đủ lượng nước cấp vào mùa khô.

Giá trị trung bình của Landsat-TVDI và MODIS-TVDI đều thuộc mức Khô, nhưng khi phân tích cụ thể tại từng ngưỡng TVDI và phân tích theo không gian lại cho ra những kết quả rất khác biệt. Sự khác biệt này là do những yếu tố về độ phân giải không gian-thời gian giữa hai nguồn ảnh viễn thám. Ảnh MODIS được thu thập theo chu kỳ hằng ngày và trên cao một lưu vực sông Ba thì chỉ cần 01 cảnh ảnh. Ngược lại ảnh Landsat có chu kỳ thu nhận là 16 ngày và cần tới 4 cảnh ảnh cho một lưu vực, vì thế dữ liệu cho một khu vực rộng lớn có thể không được đồng nhất vì 02 dải quét của Landsat cách nhau 7 ngày. Ngoài ra, sự khác biệt này còn bị ảnh hưởng bởi độ phát xạ bề mặt đất ϵ [23]. Độ phát xạ khác nhau dẫn đến giá trị LST và TVDI khác nhau, LST phân tán lớn hơn vào mùa hè có thể liên quan đến sự tương phản nhiệt lớn giữa các thành phần lớp phủ (đất trống, cỏ, tán cây...) [24]. Vì ảnh Landsat có độ phân giải không gian cao hơn ảnh MODIS và mức biến thiên của độ phát xạ bề mặt cao hơn nên Landsat nhạy cảm hơn với sự phân tán này [23].

Do đó, để có được sự nhận định và đánh giá mang tính toàn diện và khách quan, nghiên cứu đề xuất nên kết hợp sử dụng cả hai nguồn ảnh viễn thám Landsat và MODIS. Ảnh MODIS sẽ cung cấp thêm dữ liệu về độ ẩm trong thời gian dài liên tục, được dùng để đánh giá xu thế. Còn ảnh Landsat có độ phân giải không gian cao hơn nhưng độ phân giải thời gian thấp và không được cập nhật liên tục theo ngày, nên được sử dụng để đánh giá cục bộ sẽ hợp lý hơn như nghiên cứu cho những thời điểm đặc biệt xảy ra hạn hán. Do đó, tùy vào từng mục đích cụ thể mà mỗi loại ảnh sẽ được sử dụng.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã ứng dụng nền tảng trực tuyến GEE trong việc thu thập một số lượng lớn ảnh viễn thám từ tháng 3/2000 đến tháng 7/2019 và xử lý một số bước tính toán độ ẩm mặt đất. GEE đã giúp rút ngắn thời gian xử lý và tiết kiệm bỏ nhờ lưu trữ cho nghiên cứu tại một khu vực rộng lớn như lưu vực sông Ba với thời gian nghiên cứu dài. Giá trị TVDI sau khi được tính toán và trích xuất từ ảnh viễn thám, được sử dụng làm cơ sở đánh giá diễn biến độ ẩm mặt đất tại lưu vực sông Ba. Qua quá trình phân tích, nghiên cứu đưa ra một số nhận định như sau:

Độ ẩm đất theo từng tháng từ năm 2000 đến 2019 tại lưu vực dao động trong mức độ từ trung bình đến rất khô. Riêng độ ẩm đất vào mùa khô giai đoạn 2001-2019 có xu hướng gia tăng và giá trị TVDI vào mùa khô đều thuộc ngưỡng khô.

Độ ẩm được trích xuất từ hai nguồn ảnh Landsat và MODIS vào mùa khô năm 2016 (năm xảy ra hiện tượng El Nino) cho thấy sự khác biệt trong kết quả chi tiết, tuy nhiên giá trị Landsat-TVDI và MODIS-TVDI trung bình đều thuộc ngưỡng khô (0,76 và 0,63). Qua phân tích trên cho thấy từng loại ảnh viễn thám sẽ có những đặc tính khác nhau, vì thế tùy vào mục đích nghiên cứu mà mỗi loại ảnh viễn thám sẽ được ứng dụng để thu được kết quả phù hợp.

Để thực quan hóa mức độ khô hạn theo không gian, trong các nghiên cứu tiếp theo giá trị TVDI nên được phân tích rõ hơn theo những năm khô hạn điển hình, hay phân tích theo mùa vụ sản xuất.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thực hiện với sự hỗ trợ của đề tài "Nghiên cứu, đánh giá tác động của quá trình biến đổi khí hậu và các hoạt động kinh tế - xã hội đến môi trường lưu vực sông Ba/Đà Nẵng bằng công nghệ viễn thám và GIS", mã số VT-UT.10/18-20 thuộc Chương trình KH&CN cấp quốc gia về công nghệ và tư giai đoạn 2016-2020.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Niemeyer, S. (2008). New drought index. *Options Mediterraneanizes, series A*, 80, 267-274.
- Trịnh Lê Hùng (2014). 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. *Tạp chí Các khoa học về Trái đất*, 36(3), 262-270.
- Huỳnh Thị Thu Hương, Võ Quang Minh và Lê Anh Tuấn (2016). Ứng dụng ảnh viễn thám MODIS trong phân vùng canh tác lúa có ảnh hưởng của điều kiện khô hạn và ngập lũ khu vực đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học - Trường Đại học Cần Thơ*, 45(2016), 52-65.
- Zhiqiang Gao, Wei Gao and Ni-Bin Chang (2011). Integrating temperature vegetation dryness index (TVDI) and regional water stress index (RWSI) for drought assessment with the aid of LANDSAT TM/ETM+ images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(3), 495-503.
- Lucimara Wolfarth Schirmbeck, Denise Cybis Fontana, and Juliano Schirmbeck1 (2018). Two

approaches to calculate TVDI in humid subtropical climate of southern Brazil. *Scientia Agricola*, 75(2).

6. Sandholt I., Rasmussen K., and Anderson J. (2002). A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sens. Environ.*, 79(2-3), 213-224.

7. Ngô Đình Tuấn (2007). Quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Ba (online), truy cập ngày 29/2/2020, từ <<http://www.tongcucthuyloi.gov.vn/Tin-tuc-Su-kien/Tin-chi-dao-dieu-hanh/catid/13/item/521>>

8. Minh Tân (2019). Khó khăn nơi đầu nguồn sông Ba (online), truy cập ngày 31/7/2019, từ <<https://baogialai.com.vn/channel/8208/201902/kh-o-khat-noi-dau-nguon-song-ba-5621863/index.htm>>

9. Yuhai Bao, Gang Gama, Bao Gang, Yongmei, Alatengtuya, Yinshan and Husiletu (2013). Monitoring of drought disaster in Xilin Guole grassland using TVDI model. *Taylor & Francis group, London*, ISBN 978-1-138-00019-3, 299 – 310.

10. Yang, L., Cao, Y., Zhu, X., Zeng, S., Yang, G., He, J. and Yang, X. (2014). "Land Surface Temperature Retrieval for Arid Regions based on Landsat-8 TIRS Data: A Case Study in Shihezi, Northwest China. *Journal of Arid Land*, 6(6), 704-716.

11. Carlson, T., & Ripley, D. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover and leaf area index. *Remote sensing of Environment*, 62, 241-252.

12. Van de Griend, A., & Owe, M. (1993). On the relationship between thermal emissivity and the normalized difference vegetation index for natural surfaces. *Int. J. Remote Sensing*, 14(6), 1119-1131.

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, 167-184.

14. Alihsan Sekertekin and Stefania Bonafoni (2020). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over Rural Areas: Assessment of Different Retrieval Algorithms and Emissivity Models and Toolbox Implementation. *Remote Sensing*, 2020(12), 294-325.

15. Zheming Wan (1999). *MODIS Land-Surface Temperature Algorithm Theoretical Basis Document (LST ATBD)*. University of California, California.

16. Trang Nguyễn (2011). Năm 2011 - một trong mười năm nóng nhất (online), truy cập ngày

02/02/2020, từ <<https://vnexpress.net/khoa-hoc/nam-2011-mot-trong-muoi-nam-nong-nhat-2806568.html>>

17. PCG NDE – Nhóm điều phối Chương trình thiên tai và các tình huống khẩn cấp (2011). *Việt Nam – Báo cáo số 1 – Hạn hán, cháy rừng và xâm nhập mặn*, Ban thư ký.

18. Tim Stockdale, Magdalena Balmaseda and Laura Ferranti (2017). The 2015/2016 El Niño and beyond. *ECMWF Newsletter*, 2017(151).

19. Thủy Anh (2016). Năm 2016, El Niño sẽ kéo theo hiện tượng thời tiết cực đoan (online), truy cập ngày 02/02/2020, từ <<https://www.qdnd.vn/xahoi/tin-tuc/nam-2016-el-nino-se-keo-theo-hien-tuong-thoi-tiet-cuc-doan-466961>>

20. Noyes, E., Good, S., Corlet, G., Kong, X., Remedios, J. and Llewellyn-Jones (2006). D. AATSR LST Product Validation. *In Proceedings of the Second Working Meeting on MERIS and AATSR Calibration and Geophysical Validation (MAVT-2006)*, 20–24 March 2006, Frascati, Italy.

21. Soria, G., Sobrino, J.A., Atitar, M., Jumeñez-Muñoz, J.C., Hidalgo, V., Julien, Y., Ruescas, A.B.,

Franch, B., Mattar, C. and Oltra, R. (2008). AATSR Land Surface Temperature Product: Comparison with SEVIRI and MODIS in the Framework of CEFLES2 Campaigns. *In Proceedings of the 2nd MERIS/AATSR User Workshop*, 22–26 September 2008, Frascati, Italy.

22. Qian, Y.-G., Li, Z.-L. and Nerry, F. (2012). Evaluation of land surface temperature and emissivities retrieved from MSG/SEVIRI data with MODIS land surface temperature and emissivity products. *Int. J. Remote Sens.*, 2012(34), 3140–3152.

23. Lidia Vlassova, Fernando Perez-Cabello, Hector Nieto, Pilar Martín, David Riaño and Juan de la Riva (2014). Assessment of Methods for Land Surface Temperature Retrieval from Landsat-5 TM Images Applicable to Multiscale Tree-Grass Ecosystem Modeling. *Remote Sens.*, 2014(6), 4345–4368.

24. Trigo, I. F., Monteiro, I. T., Olesen, F. and Kabsch, E. (2008). An assessment of remotely sensed land surface temperature. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 2008(113), doi:10.1029/2008JD010035.

APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GIS IN ASSESSMENT OF SOIL MOISTURE CHANGES IN THE BA/DA RANG RIVER BASIN FOR THE PERIOD OF 2000-2019

Tham Thi Ngoc Han¹,

Truong Nhat Kieu Thi¹, Nguyen The Duoc¹,

Pham Thi Mai Thy¹, Lam Dao Nguyen¹

¹ *HCMC Space Technology Application Center, Vietnam National Space Center – VAST*

Summary

The Ba/Da Rang river basin is the largest basin in the South Central of Vietnam with agricultural activities as the major one. Drought is becoming more and more severe in the basin. Hence, monitoring soil moisture changes over a long period is critical to control the drought situation and sustainably manage water resources. Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) is used in this study in order to assess the status of soil moisture in the basin for the period of 2000-2019. TVDI values were extracted and calculated from Landsat and MODIS remotely sensed data. A part of the process was based on Google Earth Engine (GEE) which saved time and storage. The soil moisture level in the basin from 2000 to 2019 was from moderate to very dry level and changes without a certain tendency over the years. The monthly TVDI values fluctuated within (0.50; 0.90). Especially, TVDI has increased in the dry season with the highest value in 2011 of 0.73. Besides, the study compares the TVDI results in 2016 from Landsat and MODIS image data to see the difference in the spatial distribution of TVDI levels although average values of Landsat-TVDI and MODIS-TVDI were all dry. Soil moisture from MODIS is observed at all 5 thresholds, whilst the one from Landsat is mainly average (27.91%) and dry (46.75%).

Keywords: *Soil moisture, Drought, TVDI, Google Earth Engine, Ba river basin.*

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn

Ngày nhận bài: 13/4/2020

Ngày thông qua phản biện: 13/5/2020

Ngày duyệt đăng: 20/5/2020