

XU THẾ BIẾN ĐỔI CỦA CHỈ SỐ THỰC VẬT KHÁC BIỆT CHUẨN HÓA (NDVI) TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐẮK NÔNG

LƯƠNG VĂN VIỆT

Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh

Tác giả liên hệ: luongvanviet@iuh.edu.vn

DOIs: DOIs: <https://www.doi.org/10.46242/jstiuh.v78i6.5696>

Tóm tắt. Nghiên cứu này nhằm đánh giá sự thay đổi của thảm phủ thực vật tỉnh Đắk Nông theo không gian dựa trên Chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI). Số liệu NDVI đưa vào phân tích được lấy từ MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) trong khoảng thời gian từ năm 2000-2023, dữ liệu ở dạng ô lưới có độ phân giải 463m x 463m. Các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu là phân tích xu thế và điểm chuyển. Kiểm định Mann-Kendall và công cụ ước tính độ dốc của Sen được sử dụng trong phân tích xu thế. Phương pháp Pettitt được sử dụng để xác định điểm chuyển. Kết quả phân tích cho thấy phần lớn các ô lưới đều có xu thế NDVI giảm trong đó có đến 39% ở mức giảm rõ rệt với mức ý nghĩa 0,05. Xu thế giảm của NDVI có sự khác biệt giữa các dạng sử dụng đất, trong đó nhóm cây trồng có mức giảm cao hơn khoảng 2,6 lần so với nhóm cây rừng. Kết quả phân tích cho thấy điểm chuyển của NDVI và của diện tích rừng và cây lâu năm thường xuất hiện vào năm 2013. Sự suy giảm nhanh diện tích rừng mà nhất là trong giai đoạn 2000-2013 là giai đoạn trước điểm chuyển đã làm cho NDVI khu vực này suy giảm mạnh. NDVI là thước đo tình trạng sức khỏe của cây trồng và các thay đổi về sử dụng đất. Diện tích mà NDVI ở mức “Suy giảm rất mạnh” chiếm tới trên 40% cho thấy mức tổn thương cao mà con người gây ra cho thảm thực vật khu vực.

Từ khóa. Thay đổi sử dụng đất, NDVI, xu thế, điểm chuyển.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tỉnh Đắk Nông được thành lập vào đầu năm 2004 theo Nghị quyết số 22/2003/QH11 của Quốc hội trên cơ sở tách một phần diện tích và dân số của tỉnh Đắk Lắk. Theo số liệu từ niên giám thống kê của tỉnh, diện tích trồng cây lâu năm đã tăng nhanh và diện tích rừng giảm mạnh. So với năm 2005 thì tới năm 2023 diện tích cây lâu năm đã tăng 2,6 lần và diện tích rừng chỉ còn 0,6 lần. Điều này cho thấy sự cần thiết phải đánh giá về xu thế của thảm phủ thực vật trên khu vực này theo không gian.

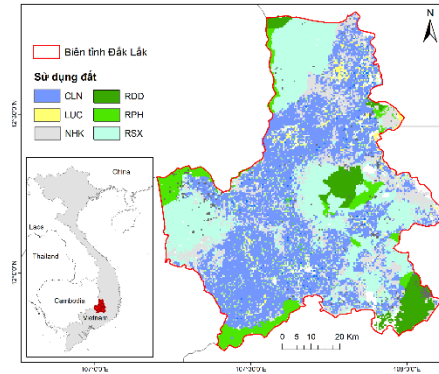
Các chỉ số viễn thám thường được sử dụng trong đánh giá biến động của thảm phủ. Năm 1969, Krieglner và cộng sự [1] đã đề xuất một phép biến đổi đại đơn giản bằng cách lấy bức xạ cận hồng ngoại (NIR) trừ bức xạ đỏ (RED) và chia cho tổng của chúng để tạo ra một hình ảnh mới được gọi là Chỉ số thực vật khác biệt chuẩn hóa (NDVI). Chỉ số này được sử dụng rộng rãi trong giám sát sự phát triển của thảm thực vật [2-4]. NDVI có quan hệ khá tốt với một số đặc tính của thảm thực vật như mức độ che phủ, chỉ số diện tích lá [5], khả năng hấp thụ bức xạ quang hợp, sinh khối [3, 6], nồng độ chất diệp lục trong lá [7], căng thẳng thực vật [8], và năng suất cây trồng [9]. NDVI cũng được sử dụng rộng rãi để khám phá mối quan hệ giữa điều kiện thực vật và sự biến đổi và biến động khí hậu [10]. Chỉ số này được sử dụng rộng rãi trong việc đánh giá biến động của thảm phủ cũng như được sử dụng trong đánh giá các áp lực lên thực vật trong đó có điều kiện tự nhiên và tác động từ con người [11-12]. Ngày nay, do gia tăng dân số và nhu cầu đi kèm, thảm thực vật đã thay đổi nhanh chóng. Sự thay đổi sử dụng đất đã làm cho các chỉ số thực vật từ viễn thám có xu hướng rõ ràng, và có nhiều nghiên cứu nghiên cứu về phân tích xu thế của thảm phủ với dữ liệu từ viễn thám [13, 14]. Các kết quả này cho thấy xu thế của các chỉ số thực vật có cả xu thế tăng và giảm và có nhiều nguyên nhân khác nhau.

Thảm thực vật đảm bảo tính bền vững của hệ sinh thái bằng cách chống xói mòn đất, giảm thất thoát chất dinh dưỡng và duy trì chu trình thủy văn [15]. Thay đổi lớp phủ đất là một trong những chỉ số quan trọng về tính dễ bị tổn thương về môi trường [16]. Thay đổi sử dụng đất là một trong các yếu tố tác động mạnh lên thảm thực vật, và nghiên cứu này nhằm đánh giá mức độ của tác động này lên khu vực nghiên cứu qua phân tích xu thế của NDVI.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Số liệu

Số liệu chính sử dụng trong nghiên cứu này là NDVI. Số liệu này được lấy từ gói Mod13A1 VI, đây là một sản phẩm từ MODIS và có từ trang <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Dữ liệu này có độ phân giải không gian là 463 m x 463 m và độ phân giải thời gian là 16 ngày. Do sự chùng chéo quỹ đạo, nhiều quan sát có thể tồn tại trong một ngày và tối đa 64 quan sát có thể thu thập được trong chu kỳ 16 ngày. Trong số này, chỉ có từ 1 đến 6 quan sát là không chịu ảnh hưởng của lượng mây. Để loại bỏ các ảnh hưởng của thời tiết, kỹ thuật tổng hợp giá trị tối đa (Maximum Value Composite) được sử dụng trong xây dựng gói này. Dữ liệu NDVI được ghi làm 23 lần trong một năm, vào các ngày thứ 1, 17, 33, ... và 353 của năm. Từ các thời điểm này NDVI trung bình năm cho nghiên cứu được xác định. Thời gian sử dụng số liệu là từ năm 2000 tới 2023.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu và các sử dụng đất chính

Ngoài ra, số liệu lớp phủ thực vật cũng được sử dụng nhằm thực hiện các phân tích thống kê về xu thế của NDVI theo không gian (Hình 1). Trên khu vực nghiên cứu có 6 loại chính là cây lâu năm (CLN), cây lúa (LUC), ngắn hạn khác (NHK), rừng đặc dụng (RDD), rừng phòng hộ (RPH) và rừng sản xuất (RSX). Cây lâu năm trên khu vực này gồm cây công nghiệp và cây ăn quả, trong đó cây ăn quả chiếm diện tích không đáng kể. Theo diện tích giảm dần thì thực vật trên khu vực này có trật tự là CLN, RSX, NHK, RPH, RDD rồi đến LUC. Trong đó 3 loại lớp phủ thực vật đầu đã chiếm 85% diện tích. Để thực hiện nhanh các phép thống kê, dữ liệu này được đưa về dạng Raster có cùng độ phân giải với NDVI.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này có các nội dung chính là xác định xu thế và điểm chuyển của thảm phủ qua NDVI và qua số liệu điều tra thực tế, từ đó đánh giá mức độ thay đổi của thảm thực vật qua từng giai đoạn. Các phương pháp chính được sử dụng gồm:

- Xác định xu thế

Việc xác định xu thế nhằm đánh giá mức tăng giảm của các đối tượng phân tích là NDVI tại các ô lưới và số liệu điều tra về diện tích các dạng sử dụng đất chính. Trong nghiên cứu này kiểm định phi tham số Mann-Kendall [17,18] và phương pháp Sen [19] được sử dụng để xác định xu thế.

Kiểm định phi tham số Mann-Kendall nhằm xác định xu thế của một chuỗi số liệu đã được sắp xếp theo trình tự thời gian. Phương pháp này so sánh độ lớn tương đối của các phần tử của chuỗi chứ không xét chính giá trị của các phần tử. Điều này giúp tránh được xu thế giả tạo do một vài giá trị cực trị cục bộ gây ra nếu sử dụng phương pháp tính toán xu thế tuyến tính bằng bình phương tối thiểu thông thường. Một ưu điểm nữa của phương pháp này là không cần quan tâm việc tập mẫu tuân theo luật phân bố nào.

Giả sử có chuỗi trình tự thời gian ($x_1, x_2, \dots, x_n$) với x_i biểu diễn số liệu tại thời điểm i . Giá trị thống kê Mann-Kendall (S) được định nghĩa:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (1)$$

trong đó

$$\text{sign}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{kh}i x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{kh}i x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{kh}i x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (2)$$

và

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \text{ khi } S > 0 \\ 0 \text{ khi } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \text{ khi } S < 0 \end{cases} \quad (3)$$

với $\text{Var}(S)$ là phương sai của S , được tính như sau:

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) + \sum_{p=1}^g t_p(1-t_p)(2t_p+5)] \quad (4)$$

Trong công thức trên, g là số các nhóm có các giá trị dữ liệu giống nhau, t_p là số phần tử thuộc nhóm thứ p . Z có phân bố chuẩn chuẩn hoá $N(0,1)$. Do $Z \in N(0,1)$ nên việc kiểm định chuỗi có xu thế hay không trở nên đơn giản. Trong kiểm định Mann-Kendall, giả thuyết H_0 bị bác bỏ, hay không có xu thế trong tập dữ liệu, khi dữ liệu thống kê $Z < Z_\alpha$ là giá trị tới hạn ứng với mức ý nghĩa α . Giá trị của Z_α có trong bảng phân phối Student.

Trong phương pháp xác định xu thế của Sen (*Sen's slope*), độ lớn của xu thế (β) được xác định là trung vị của dãy gồm $n(n-1)/2$ phần tử $\{(x_j - x_k)/(j - k), \text{ với } k = 1, 2, \dots, n-1; j > k\}$. Với định nghĩa như vậy, β có cùng dấu với Z .

Từ kết quả xác định xu thế NDVI theo các ô lưới, giá trị trung bình của nó theo các dạng sử dụng đất được thống kê và kiểm tra t-Test với mức ý nghĩa 0.05 được sử dụng để làm rõ có hay không sự khác biệt về giá trị này theo các loại sử dụng đất.

Dựa trên tham khảo báo cáo [21], việc phân loại xu thế của thảm phủ theo các mức nghĩa $\alpha = 0,1$, $\alpha = 0,05$ và $\alpha = 0,01$ được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 1. Bảng phân loại xu thế của thảm phủ

Dấu của hệ số xu thế	α	ID	Mô tả xu thế của thảm phủ
>0	< 0,01	4	Có sự cải thiện mạnh
	< 0,05	3	Có sự cải thiện rõ rệt
	< 0,10	2	Có sự cải thiện yếu
	$\geq 0,10$	1	Có sự cải thiện không rõ rệt
< 0	< 0,01	-4	Suy giảm rất mạnh
	< 0,05	-3	Suy giảm rõ rệt
	< 0,10	-2	Suy giảm nhẹ
	$\geq 0,10$	-1	Suy giảm không rõ rệt
= 0		0	Không có sự suy giảm

- Xác định điểm chuyển

Điểm chuyển là điểm mà trước và sau nó có sự khác biệt về các đặc trưng thống kê và xu thế của chuỗi. Đối tượng phân tích điểm chuyển là NDVI tại các ô lưới, số liệu về diện tích các dạng sử dụng đất chính. Trong nghiên cứu này, phương pháp Pettitt được sử dụng để xác định điểm chuyển

Kiểm định Pettitt [20], là một kiểm định phi tham số, được sử dụng để xác định điểm chuyển trong chuỗi thời gian và có thể được mô tả ngắn gọn như sau: Khi điểm chuyển được phát hiện qua kiểm định, thì tập dữ liệu được chia thành hai khoảng. Các khoảng trước và sau điểm chuyển sau đó tạo thành các nhóm. Trong mỗi nhóm có đặc điểm khá đồng nhất, nhưng giữa hai nhóm lại có nhiều khác biệt.

Chuỗi trình tự thời gian $x_1, x_2, \dots, x_n$ được chia làm hai chuỗi $x_1, x_2, \dots, x_t$ và $x_{t+1}, x_{t+2}, \dots, x_n$ bởi giá trị thống kê $U_{t,n}$ được tính như sau:

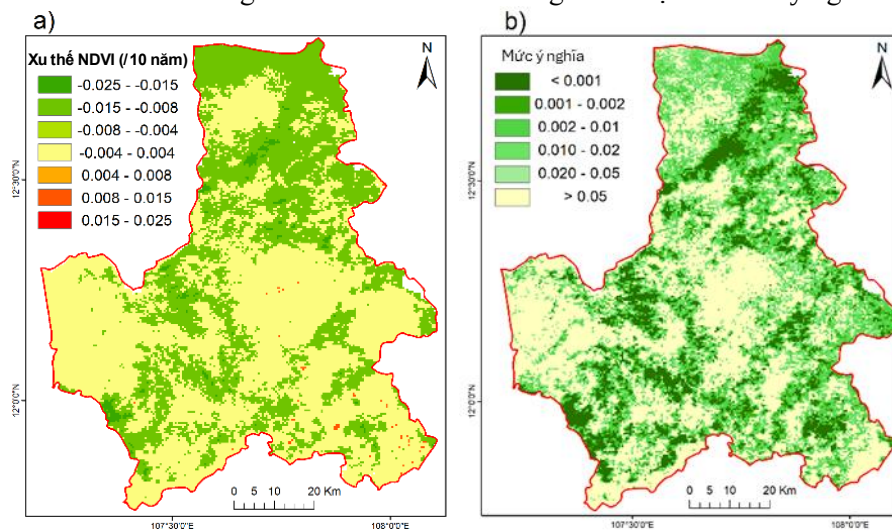
$$U_{t,n} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^n \text{Sign}(x_t - x_j) \quad (5)$$

Điểm chuyển đáng kể nhất được tìm thấy khi giá trị $|U_{t,n}|$ là tối đa. Đặt $K_t = \max |U_{t,n}|$ và mức ý nghĩa liên quan đến K_t và được xác định bởi hệ số $\rho = \exp\left(\frac{-6K_t^2}{n^3+n^2}\right)$. Nếu giá trị của ρ nhỏ hơn mức ý nghĩa α thì giả thuyết không bị bác bỏ, hay chuỗi có điểm chuyển. Nói cách khác, nếu tồn tại một điểm chuyển thì chuỗi thời gian được chia thành hai phần tại vị trí của điểm chuyển và có đặc trưng thống kê khác nhau.

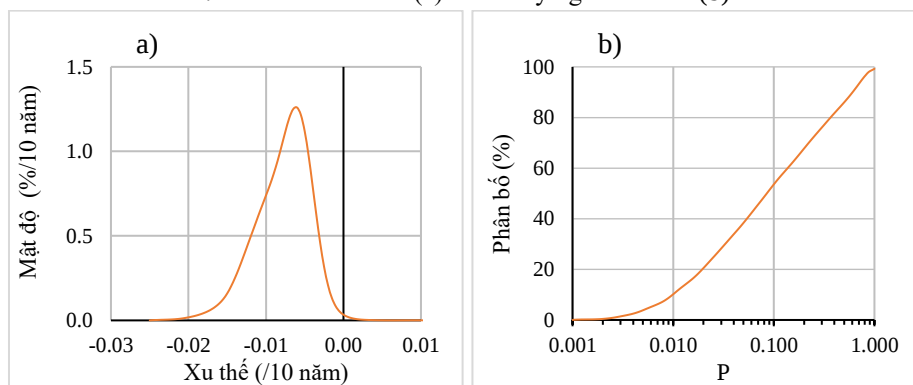
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xu thế của NDVI

Trên khu vực nghiên cứu có 28000 ô lưới và việc xác định xu thế của NDVI được thực hiện cho từng ô lưới. Kết quả xác định độ dốc của đường xu thế và mức ý nghĩa của nó được trình bày trên Hình 2 và Hình 3. Theo Hình 2 thì xu thế của NDVI là không đồng đều giữa các ô lưới, những nơi có độ dốc lớn không phải là nơi luôn có độ tin cậy ở mức cao. Theo Hình 3a thì phần lớn các ô lưới trên khu vực này có NDVI giảm và theo Hình 3b thì có khoảng 39% số ô lưới có xu thế giảm rõ rệt với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

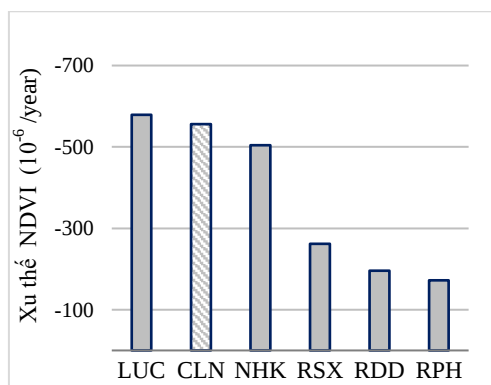


Hình 2. Xu thế của NDVI (a) và mức ý nghĩa của nó (b)



Hình 3. Hàm mật độ của xu thế NDVI (a), và hàm phân bố về mức ý nghĩa của xu thế NDVI (b)

Kết quả thống kê giá trị trung bình về xu thế của NDVI được trình bày trong Bảng 2 và Hình 4. Kết quả kiểm tra t-Test cho thấy có sự khác biệt đáng kể về xu thế của NDVI theo các dạng sử dụng đất ngoại trừ cặp CLN và LUC.



Hình 4. Giá trị trung bình về độ dốc của NDVI theo các dạng sử dụng đất. Các cột sọc thể hiện không có sự khác biệt về giá trị trung bình với loại sử dụng đất trước nó.

XU THẾ CỦA NDVI TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐẮK NÔNG

Theo các báo cáo [13, 14, 21] thì các chỉ số thực vật xuất hiện cả xu thế tăng và giảm. Theo đó, mức tăng hay giảm phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên và mức độ tác động của con người. Xu thế giảm là chủ yếu của NDVI trên khu vực này cần được giải thích.

Theo Hình 4, thì xu thế giảm của NDVI tăng dần từ RPH, RDD, RSX, NHK, CLN rồi đến LUC. Nhóm cây trồng là nhóm có xu thế NDVI giảm rõ rệt nhất, cao hơn khoảng 2,6 lần so với nhóm cây rừng. Theo Bảng 2, ngoại trừ lúa thì các cây chiếm diện tích lớn cũng là các cây có mức giảm NDVI lớn.

Mức giảm cao của NDVI trên phần diện tích lúa là do thay đổi giống và mật độ gieo trồng. Trước đây các giống lúa có thời gian sinh trưởng dài, thân cao, tán lá dày và rộng thường được sử dụng. Ngày nay nó đã được thay bằng các giống ngắn ngày với mật độ trồng thấp và có độ che phủ thấp hơn. Sự thay đổi này đã làm cho NDVI trên vùng trồng lúa giảm. Ngược lại, sự suy giảm NDVI trên vùng CLN và ngắn hạn khác lại liên quan đến những chuyển đổi về sử dụng đất. Diện tích của tỉnh Đắk Nông là 651562 ha, vào năm 2005 diện tích rừng là 403193 ha chiếm 61,9%. Đến 2023 diện tích rừng là 254327 ha, chỉ còn 39%. Như vậy đã có 148866 ha rừng đã được chuyển đổi thành đất trồng trọt và các dạng sử dụng đất khác. Diện tích cây lâu năm của tỉnh này vào năm 2023 là 237995 ha, tăng so với năm 2005 là 134410 ha. Như vậy phần lớn diện tích rừng giảm là được chuyển sang CLN. Đặc điểm của cây rừng là khả năng hấp thụ bức xạ quang hợp cao và có tán lá dày với nhiều tầng nên NDVI của rừng thường cao hơn so với cây lâu năm. Việc chuyển từ đất rừng sang đất trồng đã làm cho NDVI giảm. Hay sự suy giảm mạnh của diện tích rừng đã giải thích cho chiều hướng giảm nhanh của NDVI trên khu vực này.

Bảng 2. Sử dụng đất khu vực nghiên cứu và xu thế của NDVI

Ký hiệu	Tên	Diện tích (%)	Xu thế NDVI (10^{-6} /năm)
LUC	Lúa	1,4	-579
CLN	Cây lâu năm	42,2	-556
NHK	Cây ngắn hạn	16,0	-504
RSX	Rừng sản xuất	26,8	-262
RDD	Rừng đặc dụng	5,5	-196
RPH	Rừng phòng hộ	6,2	-172

3.2. Phân loại mức độ thay đổi NDVI

Dựa vào kết quả xác định xu thế của NDVI cùng độ tin cậy trên Hình 2 và áp dụng Bảng 1 về phân loại xu thế của thảm phủ, kết quả phân loại mức độ thay đổi NDVI trên khu vực nghiên cứu được xây dựng và trình bày trên Hình 5a. Từ hình này, kết quả thống kê về phần trăm diện tích ứng với các mức tăng giảm của thảm phủ được thể hiện trong Hình 5b và Bảng 3.

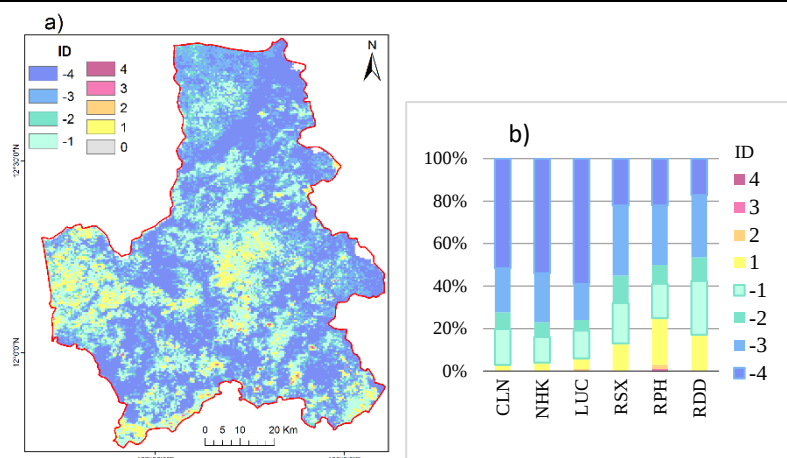
Kết quả này cho thấy NDVI có khuynh hướng suy giảm ở mức rất mạnh và rõ rệt chiếm phần chủ yếu với tổng diện tích là 67% (Bảng 3). Theo các nhóm cây thì cây trồng thể hiện mức độ suy giảm mạnh hơn so với cây rừng. Với nhóm cây trồng thì diện tích suy giảm chủ yếu nằm trong mức suy giảm rất mạnh. Còn với nhóm cây rừng thì diện tích suy giảm lại chủ yếu nằm trong mức suy giảm rõ rệt.

Phần diện tích có sự cải thiện thể hiện qua phần diện tích có xu thế tăng là không đáng kể, chỉ chiếm 7% và chỉ ở mức tăng không rõ rệt. Với diện tích giảm rất mạnh chiếm tới 41% cho thấy xu thế của thảm phủ qua NDVI là đáng báo động.

Bảng 3. Phần trăm diện tích ứng với các trạng thái của thảm phủ

ID	Các mức thay đổi	Diện tích của cây trồng (%)	Diện tích của cây rừng (%)	Toàn bộ (%)
4	Tăng mạnh	0	0	0
3	Tăng rõ rệt	0	0	0
2	Tăng nhẹ	0	1	0
1	Tăng không rõ rệt	3	15	7
-1	Suy giảm không rõ rệt	15	19	17
-2	Suy giảm nhẹ	8	12	9

-3	Suy giảm rõ rệt	22	32	25
-4	Suy giảm rất mạnh	52	21	41



Hình 5. Phân bố mức giảm NDVI (a) theo không gian và thống kê mức giảm theo các dạng lớp phủ (b).

Hình 5b thể hiện mức độ thay đổi NDVI theo các dạng lớp phủ, theo đó mức xếp hạng đều nằm trong khoảng từ suy giảm không rõ rệt đến tăng nhẹ. Hình này cho thấy nhóm cây trồng có diện tích nằm ở mức “Suy giảm rất mạnh” là chủ yếu, chiếm từ 52-59%. Ngoài ra còn có khoảng 20% diện tích nằm ở mức “Suy giảm rõ rệt”. Không có sự khác biệt đáng kể về phần trăm diện tích trong mỗi mức khi so sánh giữa các cây trồng. So với cây trồng, cây rừng có sự khác biệt đáng kể về các mức thay đổi. Phần lớn diện tích của nó nằm trong nhóm “Suy giảm rõ rệt”, chiếm khoảng 30%. Phần còn lại nằm trong mức từ tăng không rõ rệt đến suy mạnh và có giá trị trong khoảng từ 10-25%.

Giá trị về độ dốc và độ tin cậy của xu thế NDVI của cây rừng đều cao hơn so với cây trồng. Khi độ dốc cao và độ tin cậy cùng cao hoặc ngược lại thì chúng là nhất quán. Trên nhóm cây trồng, do có một phần nguồn gốc của nó là từ đất rừng nên mức độ suy giảm NDVI là khá lớn. Độ tin cậy về độ dốc của đường xu thế càng cao thì mức suy giảm càng rõ rệt và có khả năng duy trì xu thế cũ trong tương lai.

3.3. Điểm chuyển của NDVI

Kết quả xác định điểm chuyển của NDVI được trình bày trên Hình 6 qua các phân bố theo không gian về thời gian xuất hiện điểm chuyển và mức chênh lệch về giá trị trung bình và xu thế giữa sau và trước điểm chuyển. Các ô trống có màu trắng trong hình này thể hiện không có điểm chuyển rõ rệt với mức ý nghĩa $\alpha = 0,05$.

Điểm chuyển chia chuỗi quan trắc thành các phần có đặc trưng thống kê và xu thế khác nhau nhờ đó cho ta biết được thời điểm mà kể từ đó các tác động đến đối tượng phân tích là được tăng cường hay suy giảm. Các tác động của con người đến thảm thực vật là khác nhau theo không gian nên cần được thực hiện riêng cho từng ô lưới. Mức độ tác động phụ thuộc vào yếu tố thị trường và công tác quản lý cây trồng và quản lý rừng.

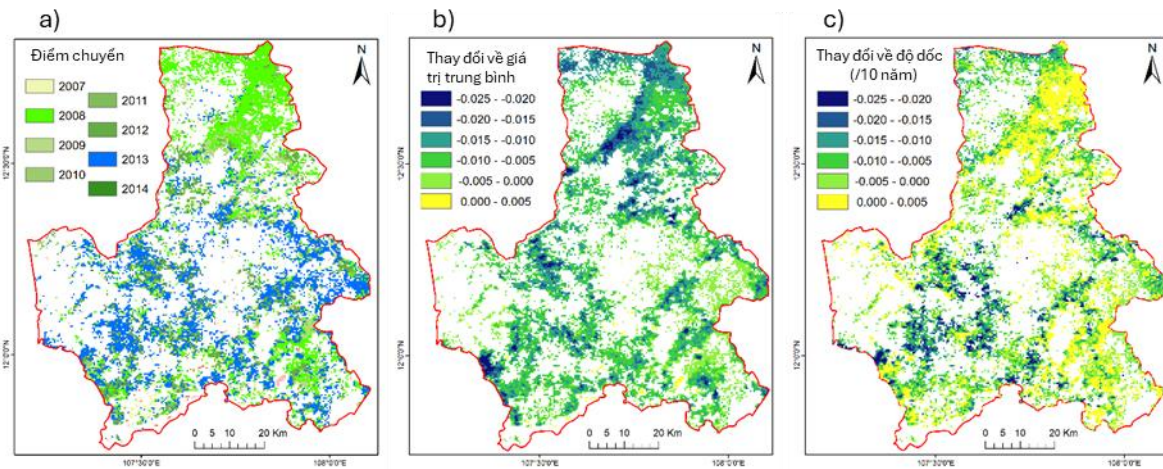
Bảng 4 là thống kê phần diện tích có sự thay đổi về xu thế thảm thực vật tại các thời điểm chuyển. Lưu ý rằng trong bảng này về phạm vi không gian của các dạng sử dụng đất được lấy theo bản đồ được xây dựng vào cuối giai đoạn. Theo bảng này thì khoảng 40% diện tích khu vực nghiên cứu có điểm chuyển rõ rệt. Điểm chuyển thường xuất hiện vào các năm 2008 và 2013, chiếm tương ứng là 12,3% và 14% diện tích khu vực nghiên cứu. Năm 2009 và năm 2012 là các năm liền kề cũng có nhiều nơi xuất hiện điểm chuyển với diện tích chiếm tương ứng là 4,5% và 6,1%.

Theo Bảng 4 thì điểm chuyển xuất hiện chính trên nhóm CLN, NHK và RSX, chiếm diện tích tương ứng là 21,3%, 8,3% và 7,1%. Nhóm rừng tự nhiên có diện tích xuất hiện điểm chuyển nhỏ hơn và chỉ chiếm khoảng 2,5%. Các thay đổi lớn trên nhóm CLN, NHK và RSX và thay đổi nhỏ trên nhóm cây rừng tự nhiên là do bản đồ sử dụng đất làm cơ sở để phân loại được lấy vào thời điểm cuối, hay các điểm chuyển của nhóm CLN, NHK và RSX có một phần xuất hiện do chuyển đổi sử dụng đất và trên nhóm rừng tự nhiên là do khai thác rừng hoặc phá rừng.

XU THẾ CỦA NDVI TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐẮK NÔNG

Bảng 4. Phân diện tích khu vực nghiên cứu có sự thay đổi về xu thế thảm thực vật

Điểm chuyển	CLN	NHK	LUC	RSX	RPH	RDD	Tổng
2007	1,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,1	2,0
2008	5,1	3,0	0,4	2,8	0,4	0,5	12,3
2009	2,6	1,0	0,0	0,6	0,1	0,0	4,5
2010	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,6
2011	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4
2012	3,6	1,1	0,1	0,8	0,2	0,2	6,1
2013	8,3	2,5	0,1	2,2	0,3	0,5	14,0
2014	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Tổng	21,3	8,2	0,8	7,1	1,2	1,3	40,0

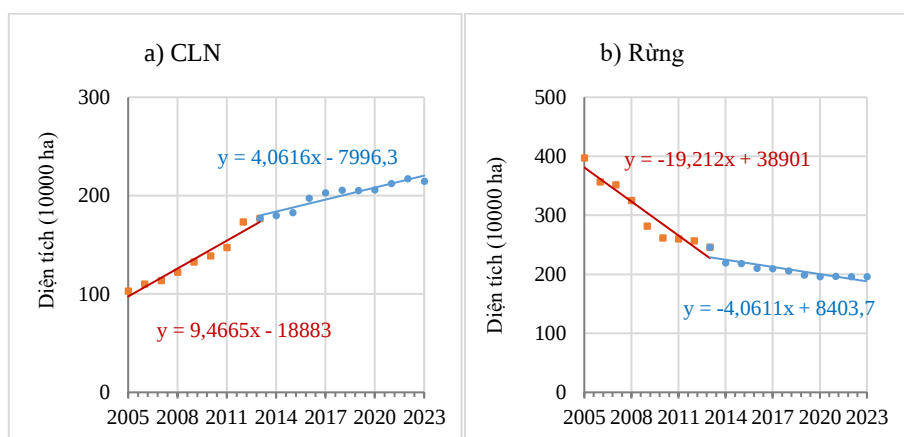


Hình 6. Phân bố về thời gian xuất hiện điểm chuyển của NDVI (a), chênh lệch giữa NDVI trung bình trước và sau điểm chuyển (b), và chênh lệch giữa độ dốc của NDVI trước và sau điểm chuyển.

Theo Hình 6b, mức chênh về giá trị trung bình và độ dốc của NDVI trước và sau điểm chuyển đều âm, điều này cho thấy NDVI giai đoạn sau là thấp hơn. Theo Hình 6c, mức chênh độ dốc của NDVI cũng đều âm cho thấy mức giảm của NDVI trong giai đoạn sau đang giảm đi so với giai đoạn trước, điều này là tín hiệu tốt với thảm thực vật.

Do được thành lập từ năm 2004, niên giám thống kê của tỉnh Đắk Nông chỉ có từ năm 2005. Dựa trên số liệu về diện tích CLN và diện tích rừng của tỉnh trong giai đoạn 2005-2023, xu thế và điểm chuyển của nó được trình bày trên Hình 7. Trong đó diện tích rừng gồm cả ba dạng là rừng sản xuất, rừng đặc dụng và rừng phòng hộ. Theo Hình này diện tích CLN và rừng đều có điểm chuyển rõ rệt vào năm 2013 với mức ý nghĩa 0,001. Giai đoạn trước thời điểm chuyển này thì diện tích CLN có xu hướng tăng nhanh và diện tích rừng có xu hướng giảm mạnh, hay một diện tích rừng rộng lớn đã bị phá và chuyển đổi sang CLN. Thời điểm chuyển này cũng phù hợp với thời điểm chuyển của NDVI trong đa số các ô lưới.

Theo Hình 7, độ dốc của đường xu thế trước điểm chuyển lớn hơn sau điểm chuyển khoảng trên 2 lần với CLN và khoảng gần 5 lần so với rừng. Hay trong giai đoạn sau, lớp phủ là CLN và rừng đã ổn định hơn và ít có sự chuyển đổi giữa chúng. Cũng theo hình này thì trong giai đoạn 2005-2013 cứ mỗi năm diện tích rừng bị mất đi là khoảng 19 ngàn ha và CLN tăng lên khoảng 9,4 ngàn ha. Như vậy khoảng một nửa diện tích rừng bị mất đi là do chuyển sang các dạng bề mặt khác như đất chưa sử dụng, mặt nước cho các công trình thủy điện và thủy lợi, đất trồng cây ngắn hạn, đất ở và các loại đất khác. Từ năm 2013 trở về sau, diện tích CLN vẫn tiếp tục tăng và diện tích rừng giảm với cùng mức giảm là khoảng 4 ngàn ha/năm.



Hình 7. Điểm chuyển và xu thế về diện tích cây lâu năm và rừng.

Từ kết quả này cho thấy sự suy giảm diện tích rừng đáng kể vào giai đoạn 2005 - 2013 đã tạo ra các điểm chuyển của NDVI rõ rệt vào các năm 2008 và 2013. Tốc độ suy giảm của NDVI giai đoạn sau điểm chuyển tuy có giảm nhưng vẫn ở mức cao, đòi hỏi công tác quản lý rừng và quản lý đất đai cần phải được tăng cường.

4. KẾT LUẬN

NDVI trên khu vực nghiên cứu đã có sự suy giảm mạnh thể hiện qua phần lớn các ô lưới đưa vào phân tích đều có xu thế NDVI giảm và có đến 39% số ô lưới có xu thế giảm rõ rệt với mức nghĩa 0,05. Xu thế giảm của NDVI có sự khác biệt giữa các dạng sử dụng đất và mức giảm là tăng dần từ RPH, RDD, RSX, NHK, CLN rồi đến LUC. Trong đó nhóm cây trồng có xu thế NDVI giảm cao hơn khoảng 2,6 lần so với nhóm cây rừng.

Theo phân loại về mức độ suy giảm thì phần lớn cây trồng nằm ở mức “Suy giảm rất mạnh”, chiếm từ 52-59%. Nhóm cây rừng có diện tích suy giảm chủ yếu nằm ở mức “Suy giảm rõ rệt”, chiếm khoảng 30%. Sự khác biệt về xu thế và mức độ suy giảm giữa nhóm cây có nguyên nhân chủ yếu từ diện tích rừng giảm và được thay thế bằng các cây trồng khác.

Kết quả phân tích cho thấy điểm chuyển của NDVI và của diện tích rừng và cây lâu năm thường xuất hiện vào năm 2013. Mức độ suy giảm diện tích rừng trong giai đoạn trước điểm chuyển là 19 ngàn ha/năm và sau điểm chuyển là 4 ngàn ha/năm đã làm cho xu thế của NDVI giảm mạnh mà nhất là trong giai đoạn đầu. Theo các dạng lớp phủ hiện tại thì điểm chuyển xuất hiện chủ yếu trên vùng có sự chuyển đổi thành CLN và NHK.

NDVI là thước đo tình trạng sức khỏe của cây trồng và các thay đổi về sử dụng đất. Diện tích mà NDVI ở mức “Suy giảm rất mạnh” chiếm tới 41% diện tích của khu vực nghiên cứu cho thấy cần có những thay đổi trong công tác quản lý để thu hẹp diện tích này cũng như tránh các tác động mà nó gây ra.

Ngoài các hoạt động của con người, biến đổi khí hậu cũng ảnh hưởng đến xu thế của NDVI mà nó chưa được xem xét tách biệt trong nghiên cứu này. Để định lượng mức độ đóng góp của chúng thì cần có các nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] F.J. Kriegl, W.A. Malila, R.F. Nalepka, W. Richardson, “Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition”, *Remote Sensing of Environment*, 6, 97–132, 1969.
- [2] S. Huang, L. Tang, J.P. Hupy, “A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing”, *Journal of Forestry Research*, 32, 1–6, 2021.
- [3] F. Baret, G. Guyot, “Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment”, *Remote Sensing of Environment*, 46, 213–222, 1991.
- [4] A. Bannari, D. Morin, F. Bonn, A.R. Huete, “A review of vegetation indices”, *Remote Sensing Reviews*, 13, 95–

120, 1995.

- [5] J. Tian, L. Wang, X. Li, H. Gong, C. Shi, R. Zhong, X. Liu, “Comparison of UAV and WorldView-2 imagery for mapping leaf area index of mangrove forest”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 61, 22–31, 2017.
- [6] X. Zhu, D. Liu, “Improving forest aboveground biomass estimation using seasonal Landsat NDVI time-series”, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 102, 222–231, 2015.
- [7] J. Pastor-Guzman, P. Atkinson, J. Dash, R. Rioja-Nieto, “Spatiotemporal variation in mangrove chlorophyll concentration using Landsat 8”, *Remote Sens*, 7(11), 14530–14558, 2015.
- [8] R.O. Chavez, J. Clevers, M. Decuyper, S.D. Bruin, M. Herold, “50 years of water extraction in the Pampa del Tamarugal basin: Can *Prosopis tamarugo* trees survive in the hyper-arid Atacama Desert (Northern Chile)”, *Journal of Arid Environments*, 124, 292–303, 2016.
- [9] S.M. Vicente-Serrano, J.J. Camarero, J.M. Olano, N. Martín-Hernández, M. Peña-Gallardo, M. Tomás-Burguera, A. Gazol, C. Azorin-Molina, U. Bhuyan, A. El Kenawy, “Diverse relationships between forest growth and the normalized difference vegetation index at a global scale”, *Remote Sensing of Environment*, 187, 14–29, 2016.
- [10] J. Shuai, Z. Zhang, F. Tao, P. Shi, “How ENSO affects maize yields in China: understanding the impact mechanisms using a process-based crop model”, *International Journal of Climatology*, 36, 424–438, 2016.
- [11] B. Baniya, Q. Tang, X. Xu, G.D. Haile, G. Chhipi-Shrestha, “Spatial and Temporal Variation of Drought Based on Satellite Derived Vegetation Condition Index in Nepal from 1982–2015”, *Sensors*, 19, 430, 2019.
- [12] J. Moussa Kourouma, E. Eze, E. Negash, D. Phiri, R. Vinya, A. Girma, & A. Zenebe, “Assessing the spatio-temporal variability of NDVI and VCI as indices of crops productivity in Ethiopia: a remote sensing approach”, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12, 2880 – 2903, 2021.
- [13] M.R. Da Silva Melo, J.V. Rocha, V.D. Manabe, R.A.C. Lamparelli, “Intensity of Land Use Changes in a Sugarcane Expansion Region”, *Brazil. J. Land Use Sci.*, 13, 182–197, 2018.
- [14] J. Tomasella, R.M. Silva Pinto Vieira, A.A. Barbosa, D.A. Rodriguez, M. de Oliveira Santana, M.F. Sestini, “Desertification Trends in the Northeast of Brazil over the Period 2000–2016”, *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 73, 197–206, 2018.
- [15] H.M. Imran, A. Hossain, A.K.M.S Islamm, “Impact of Land Cover Changes on Land Surface Temperature and Human Thermal Comfort in Dhaka City of Bangladesh”, *Earth Systems and Environment*, 5, 667–693, 2021.
- [16] C.P. Nzoiwu, E.I. Agulue, S. Mbah, C.P. Igboanugo, “Impact of land use/land cover change on surface temperature condition of Awka Town, Nigeria”, *Journal of Geographic Information System*, 09(06), 763–776, 2017.
- [17] H.B. Mann, “Nonparametric tests against trend”, *Econometrica*, 13, 245–259, 1945.
- [18] M.G. Kendall, “Rank correlation methods”, *London: Charles Griffin*, 272 p, 1975
- [19] K. Sen, P, “Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall’s Tau”, *Journal of the American Statistical Association*, 63, 1379–1389, 1968.
- [20] A.N. Pettitt, “A non-parametric approach to the change point problem”, *Journal of the Royal Statistical Society Series C, Applied Statistics*, 28, 126–135, 1979.
- [21] Y. Liu, J. Tian, R. Liu, L. Ding, “Influences of Climate Change and Human Activities on NDVI Changes in China”, *Remote Sensing*, 13(21), 4326, 2021.

NDVI TRENDS IN DAK NONG PROVINCE

LUONG VAN VIET

Institute for Environmental Science, Engineering and Managemen

Industrial University of Ho Chi Minh City

Corresponding author: luongvanviet@iuh.edu.vn

Abstract. This study aims to analyze the vegetation cover trend of Dak Nong province based on the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI data were obtained from MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) and were collected from 2000-2023. This data has a resolution of 463 m x 463 m. The methods used in the study are trend analysis and change point detection. Mann-Kendall test and Sen's slope estimator were used in trend analysis. The Pettitt method was used to detect the change points. The analysis results showed that most of the grid cells had a decreasing trend of NDVI, of which 39% had a significant decrease at the 0,05 significance level. The decreasing trend of NDVI is different between land use types, in which the crop group has a decrease of about 2,6 times higher than the forest group. The analysis results show that the change point of NDVI and the area of forest and perennial trees usually appeared in 2013. The rapid decline of forests, especially in the period 2000-2013, which was the period before the change point, caused a sharp decline in NDVI in this region. NDVI is a measure of vegetation health and land use change. The area with “Very Strongly Degraded” NDVI is 30%, indicating high vulnerability to human-caused damage to vegetation in this region.

Keywords. Land use change, NDVI, slope, change point.

Ngày gửi bài: 13/3/2025

Ngày chấp nhận đăng: 04/7/2025