

TIẾP CẬN ĐỊA KHÔNG GIAN TRONG ĐÁNH GIÁ PHÂN MẢNH MÔI TRƯỜNG SỐNG GẮN VỚI THAY ĐỔI SỬ DỤNG ĐẤT: NGHIÊN CỨU ĐIỂM TẠI CÔNG VIÊN ĐỊA CHẤT TOÀN CẦU UNESCO ĐẮK NÔNG, VIỆT NAM

Đỗ Thị Nhung¹, Nguyễn Thị Thảo Vân², Nguyễn Thị Diễm My¹
Đặng Đỗ Lâm Phương¹, Bùi Thị Thúy Đào³, Phạm Văn Mạnh¹

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

²Cục Viễn thám Quốc gia

³Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Sự phân mảnh môi trường sống, sự không đồng nhất và kết nối ở cả hai cấp độ lớp cảnh quan và toàn bộ cảnh quan sẽ cung cấp thông tin quan trọng trong bối cảnh quản lý môi trường và bảo tồn đa dạng sinh học. Mặt khác, các số liệu cảnh quan dựa trên thông tin lớp phủ/sử dụng đất cho phép đặc tả được các mô hình cảnh quan và tính biến đổi của các đường ranh giới bị chi phối bởi động lực phân mảnh. Nghiên cứu này, đã phân tích sự phân mảnh môi trường sống đối với kết nối cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông trong thời gian 20 năm (2003 - 2023) bằng cách sử dụng phép đo trắc lượng hình thái và lựa chọn được bảy chỉ số độ đo cảnh quan (LPI, PAFRAC, DCAD, TECI, LSI và SHDI) để định lượng sự thay đổi của các mẫu dạng cảnh quan. Kết quả cho thấy, sự gia tăng của các khu vực xây dựng cũng như mức độ đa dạng và phân mảnh cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất góp phần phục vụ hiệu quả trong hoạt động ra quyết định quy hoạch bảo tồn và tổ chức không gian lãnh thổ cho phát triển kinh tế - xã hội.

Từ khóa: Địa không gian; Phân mảnh môi trường sống; Lớp phủ/sử dụng đất; Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông, Việt Nam.

Abstract

Geospatial approach in assessing habitat fragmentation associated with changes of land use: A case study in Dak Nong UNESCO global geopark, Viet Nam

Habitat fragmentation, heterogeneity and connectivity at both class-level and landscape-level will provide important information in the context of environmental management and biodiversity conservation. On the other hand, landscape metrics based on land cover/land use information allow the specification of landscape pattern and variability of boundaries governed by fragmentation dynamics. This study, analyzed habitat fragmentation for landscape connectivity in the Dak Nong UNESCO global geopark over a 20-year period (2003 - 2023) by using morphological measurement and selected seven landscape metrics (LPI, PAFRAC, DCAD, TECI, LSI and SHDI) to quantify the change of landscape patterns. The results show that the increase of built - up areas as well as the degree of landscape diversity and fragmentation in the geopark area contributes to effective service in decision - making in conservation planning and spatial organization and economic development.

Keywords: Geospatial; Habitat fragmentation; Land-use/land-cover; Dak Nong UNESCO global geopark, Viet Nam.

1. Đặt vấn đề

Thay đổi sử dụng đất có thể dẫn đến mất và phân mảnh môi trường sống, đây là hai trong số những mối đe dọa lớn nhất đối với cảnh quan các hệ sinh thái [1, 2]. Sự hủy hoại môi trường sống thường dẫn tới sự phân mảnh, phá vỡ môi trường sống liên tục thành những mảnh nhỏ hơn, ít kết nối và biệt lập hơn được ngăn cách bởi ma trận chuyển đổi liên quan đến các chính sách sử dụng đất và xây dựng cơ sở hạ tầng [3]. Sự suy giảm môi trường sống và sự phân mảnh dẫn đến việc thay đổi môi trường sống của các loài bản địa và xâm nhập ngoại lai. Bởi quá trình khai hoang và thực hiện các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội với các mức độ và cường độ khác nhau đối với tự nhiên đã hình thành nên nhiều mô hình lớp phủ/sử dụng đất (LULC) đã làm thay đổi cấu trúc và chức năng ban đầu của môi trường tự nhiên. Do đó, việc phân tích định lượng sự thay đổi của các mẫu dạng cảnh quan và sử dụng đất trong khu vực này là rất quan trọng. Hơn nữa, để đánh giá tác động của quá trình phát triển kinh tế - xã hội đối với môi trường sống tự nhiên và hệ sinh thái, hiểu được mối quan hệ giữa mất môi trường sống và sự phân mảnh môi trường sống trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội này là cần thiết.

Từ đầu thế kỷ XXI đến nay, số lượng các ấn phẩm khoa học về sự phân mảnh môi trường sống đã tăng lên đáng kể. Trong các nghiên cứu trước đây, cấu hình không gian đề cập đến sự phân mảnh, sắp xếp, vị trí và hướng của các mảnh rời rạc trong các lớp hoặc toàn bộ cảnh quan [3, 4]. Các phương pháp tiếp cận để xác định và định lượng các mẫu dạng cảnh quan đã được phát triển. Trong đó, phương pháp

sử dụng các chỉ số độ đo mẫu dạng cảnh quan là phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất. Bên cạnh đó, các nghiên cứu về phân mảnh môi trường sống hiện nay đang sử dụng rất nhiều dữ liệu không gian, đặc biệt là từ dữ liệu viễn thám cho phép thành lập bản đồ và mô hình hóa các thay đổi diễn ra trên bề mặt Trái đất, hỗ trợ nhiều trong lĩnh vực sinh thái cảnh quan từ quy mô địa phương đến toàn cầu [5]. Dữ liệu ảnh vệ tinh đa thời gian cho phép đánh giá sự thay đổi của các yếu tố phân bố theo không gian một cách nhanh chóng và chính xác, trong đó có sự thay đổi về LULC. Dữ liệu viễn thám cung cấp nhiều thông tin để phát triển các phương pháp mới cho việc lập bản đồ và phân tích định lượng mẫu dạng cảnh quan. Số liệu cảnh quan dựa trên thông tin LULC cho phép đặc tả được các mô hình cảnh quan và tính biến đổi của ranh giới bị chi phối bởi động lực phân mảnh. Dựa trên các tài liệu công bố hiện có, các độ đo cảnh quan của các nghiên cứu đi trước, nghiên cứu này đã lựa chọn được các chỉ số độ đo phù hợp với khu vực nghiên cứu từ sáu nhóm chỉ số Fragstals (Area - Edge metrics; Shape metrics; Core - area metrics; Contrast metrics; Aggregation metrics; Diversity metrics) để phân tích mẫu dạng cảnh quan theo không gian - thời gian trong các thành phần cấu trúc cảnh quan, sự phức tạp của cảnh quan và đánh giá sự phá hủy, phục hồi của cảnh quan [3, 6].

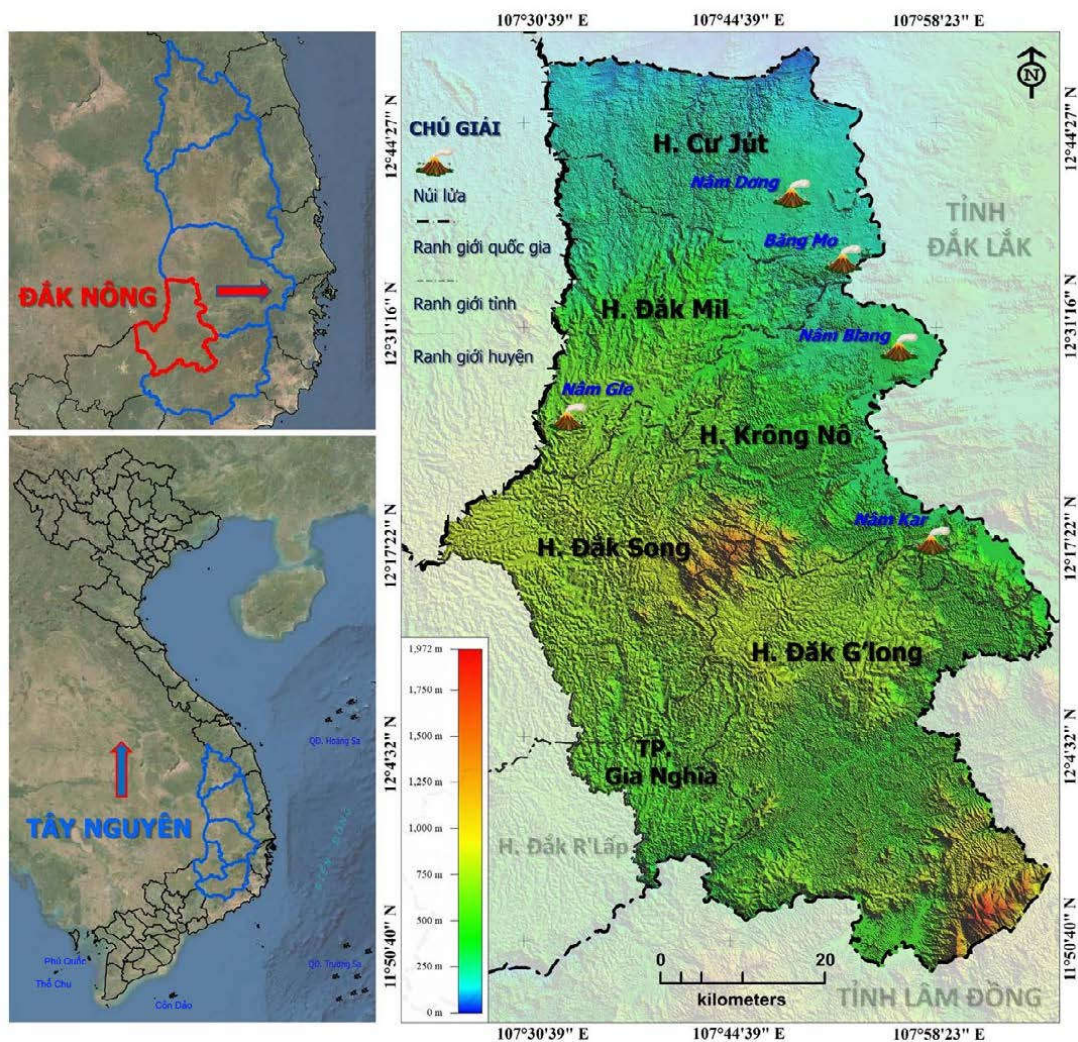
Nghiên cứu này, nhằm mục đích điều tra, đánh giá mức độ thay đổi môi trường sống liên quan đến thay đổi các mô hình sử dụng đất tại Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông, nơi đang phải đối mặt với nhiều vấn đề gây ảnh hưởng tiêu cực, cụ thể là rừng tự nhiên trên địa

bàn và đặc biệt là xung quanh khu vực các miệng núi lửa và hang động đang bị lấn chiếm chủ yếu để lấy đất canh tác. Các bước cụ thể như sau: (1) Tìm mối quan hệ giữa phân mảnh môi trường sống và biến đổi sử dụng đất theo thời gian và không gian; (2) Đánh giá sự thay đổi kết nối cảnh quan bằng cách phân tích độ nhạy của các quá trình sinh thái cảnh quan. Mục tiêu

của nghiên cứu hướng tới việc ứng dụng tiếp cận địa không gian nhằm xây dựng bức tranh tổng thể, chi tiết về sự biến động và phân mảnh mẫu dạng cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông hướng đến để bảo tồn, sử dụng bền vững các công viên địa chất toàn cầu, hang động núi lửa, hướng tới các mục tiêu phát triển bền vững.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu



Hình 1: Vị trí khu vực nghiên cứu trên lãnh thổ Việt Nam và ở Tây Nguyên

Công viên địa chất toàn cầu Đắk Nông được UNESCO công nhận vào năm 2020 có diện tích khoảng 4.760 km², trải dài trên địa bàn 5 huyện: Krông Nô, Cư

Jút, Đắk Mil, Đắk Song, Đắk Glông và thành phố Gia Nghĩa của tỉnh Đắk Nông. Điểm nổi bật nhất trong Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông là hệ

Nghiên cứu

thống hang động núi lửa phân bố khu vực dọc sông Krông Nô được phát hiện từ năm 2007, hoàn toàn hoang sơ, chưa có sự tác động của con người. Hệ thống này có hàng chục hang động lớn nhỏ khác nhau, với tổng chiều dài khoảng 25 km từ miệng núi lửa Buôn Choánh dọc theo sông Sêrêpôk đến khu vực thác Dray Sáp. Chính vì những đặc trưng nổi bật này đã tạo nên một bức tranh tổng thể và độc lạ của khu vực Công viên địa chất toàn cầu Đắk Nông hội đủ tiêu chí của UNESCO để trở thành công viên địa chất toàn cầu cả về địa chất, địa mạo, văn hóa cũng như đa dạng sinh học và hệ sinh thái rừng nhiệt đới.

Trong bối cảnh phát triển kinh tế - xã hội, các hoạt động của con người đã tác động trực tiếp đến khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông. Các khu vực này rất dễ bị tác động đặc biệt là quá trình phá hủy cảnh quan phục vụ cho các hoạt động phát triển kinh tế của con người đang ngày càng gia tăng và rất khó có thể phục hồi về trạng thái ban đầu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xử lý dữ liệu không gian

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat với mức độ che phủ mây dưới 5 % trong khoảng thời gian hai mươi năm từ 2003 đến 2023, bao gồm các ảnh từ Landsat-7 (năm 2003), Landsat-8 (năm 2013) và Landsat-9 (năm 2023). Để đảm bảo chất lượng dữ liệu, tất cả các ảnh Landsat đã được hiệu chỉnh bức xạ/ảnh hưởng khí quyển bằng phương pháp COST (Cosine of the Solar Zenith Angle) được tích hợp trong phần mềm CATALYST Professional. Phương pháp phân loại dựa trên đối tượng địa

lý (GEOBIA) với thuật toán học máy Random Trees được sử dụng để phân loại lớp phủ/sử dụng đất (LULC) từ các ảnh vệ tinh [7]. Quá trình đánh giá kết quả phân loại được thực hiện bằng cách thống kê số lượng các điểm phân loại sai lệch giữa các loại hình sử dụng đất riêng lẻ. Mẫu kiểm tra được phân bố đều trong toàn bộ khu vực nghiên cứu và được đánh giá bằng sai số tổng thể (OA) và hệ số Kappa. Ngoài ra, để tăng độ chính xác của kết quả phân loại, các vùng rời rạc nhỏ tiếp tục được sàng lọc (loại bỏ các vùng đơn lẻ) và so sánh với các vùng khóa giải đoán trên ảnh để chỉnh sửa nhầm lẫn giữa các loại hình LULC.

2.2.2. Lựa chọn chỉ số độ đo cảnh quan thích hợp

Chỉ số độ đo cảnh quan là chỉ số mô tả các yếu tố đặc trưng của mẫu dạng cảnh quan (Landscape patterns), tương tác giữa các mảnh rời rạc (patch) trong một đơn vị cảnh quan, sự thay đổi của mô hình và các tương tác theo thời gian [8]. Để lập được bản đồ phân bố không gian của mẫu dạng cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông. Dựa trên các công trình nghiên cứu đi trước [3, 6, 9], nghiên cứu này đã lựa chọn được sáu chỉ số độ đo mẫu dạng cảnh quan phù hợp với đặc điểm của khu vực nghiên cứu là các chỉ số LPI, PAFRAC, DCAD, TECI, LSI và SHDI từ sáu nhóm chỉ số Fragstals (Area - Edge metrics; Shape metrics; Core - area metrics; Contrast metrics; Aggregation metrics; Diversity metrics) để phân tích định lượng mẫu dạng cảnh quan theo không gian - thời gian và được tính toán cho hai hệ thống độ đo: (i) Lớp cảnh quan (Class - level metrics) và (ii) Toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics).

2.2.3. Đánh giá biến động lớp phủ/sử dụng đất trên cơ sở phân tích độ đo cảnh quan

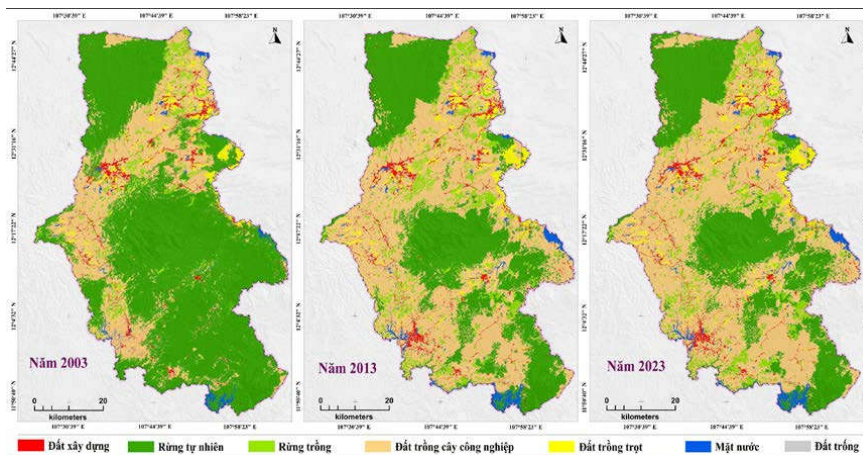
Biến động của các loại hình lớp phủ/sử dụng đất (LULC) được xác định thông qua so sánh các thông tin sử dụng đất đa thời gian. Trên cơ sở sử dụng một dữ liệu thời điểm ban đầu làm cơ sở, các kết quả phân loại tiếp theo được sử dụng để phân tích sự thay đổi của loại hình LULC. Bằng cách này, độ chính xác tổng thể của quá trình phân loại LULC đạt được ở mức cao hơn so với thông thường [7]. Cách tiếp cận phân loại dựa trên đối tượng chỉ tập trung vào các vị trí có thay đổi nhờ quá trình phân mảnh (segmentation), giúp quá trình đánh giá biến động LULC tăng được tính chính xác và hiệu quả hơn, đặc biệt là tại khu vực đất xây dựng (nơi có biến động lớn về sử dụng đất). Ngoài ra, quá trình đánh giá biến động được xác định thông qua phân tích số liệu đặc tả định lượng thành phần và cấu trúc của đối tượng trong không gian và theo thời gian. Dựa trên các số liệu về độ đo cảnh quan, một tập hợp các số liệu định lượng sẽ cung cấp một phương thức tiếp cận hiệu quả để đánh giá những thay đổi này. Trong nghiên cứu này, các chỉ số độ đo

cảnh quan đã đề cập ở phần 2.2.2 (lựa chọn chỉ số độ đo cảnh quan thích hợp), được sử dụng để phân tích sự phân mảnh môi trường số gắn với sự thay đổi mô hình sử dụng đất trong khoảng thời gian 20 năm (2003 - 2023).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân loại ảnh vệ tinh Landsat giai đoạn từ 2003 - 2023

Sử dụng học máy (machine learning) với thuật toán Random Trees trong phân loại dựa trên đối tượng địa lý (GEOBIA) cho ảnh vệ tinh độ phân giải không gian trung bình. Sau khi gộp các lớp nhỏ và tinh chỉnh kết quả phân loại, đánh giá độ chính xác được thực hiện với độ chính xác tổng thể (OA) đạt được là 86,96 % (2003); 87,68 % (2013) và 90,15 % năm 2023. Trong khi đó, hệ số Kappa lần lượt là 0,84 (2003); 0,85 (2013) và 0,88 (2023), kết quả phân loại LULC dựa trên GEOBIA với thuật toán học máy Random Trees đều có độ chính xác phân loại tốt trên 86 % đối với OA và hệ số Kappa đạt trên 0,84. Kết quả phân loại hoàn toàn đáp ứng tốt được minh họa trong Hình 2 và được sử dụng để thực hiện các công đoạn tiếp theo của nghiên cứu.



Hình 2: Kết quả phân khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông

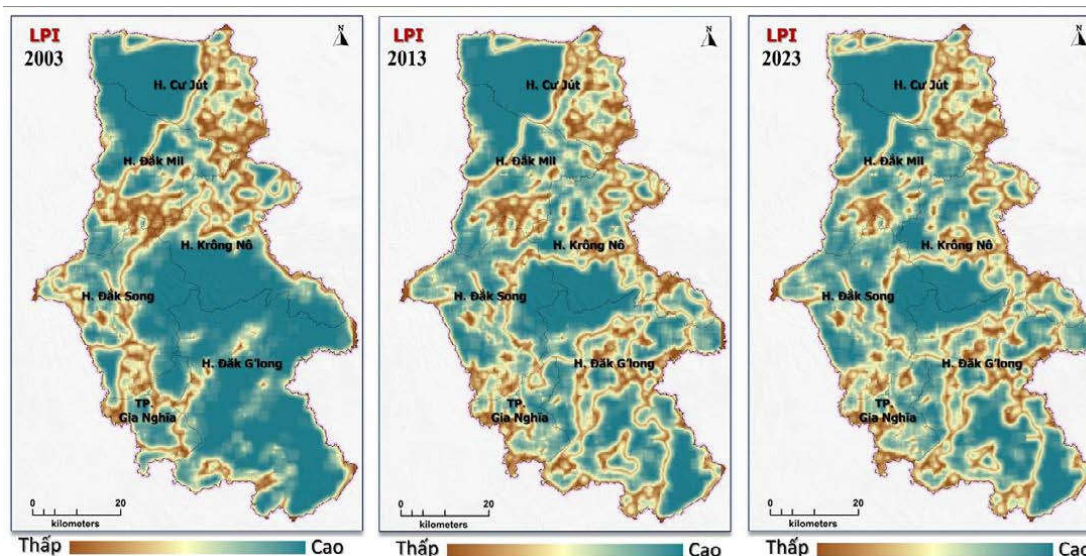
Nghiên cứu

3.2. Phân tích đặc trưng đa dạng của khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông trên cơ sở độ đo cảnh quan

Kết quả phân tích phân mảnh cảnh quan trên cơ sở biến động các loại hình cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông từ 2003 đến 2023 được xác định dựa trên các số liệu không gian trong nghiên cứu: LPI (Largest Patch Index - Chỉ số mảnh rời rạc lớn nhất), PAFRAC (Perimeter - Area Fractal Dimension - Số chiều fractal chu vi - diện tích), DCAD (Disjunct Core Area Density - Mật độ phân đoạn lõi), TECI (Total Edge Contrast Index - Tổng số độ tương phản biên), LSI (Landscape Shape Index - Chỉ số hình dạng cảnh quan) và SHDI (Shannon's Diversity Index - Chỉ số đa dạng Shannon). Kết quả nghiên cứu được tính toán cho hai hệ thống độ đo: (i) Lớp cảnh quan (Class - level metrics)

và (ii) Toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics). Hình 2 thể hiện sự phân bố không gian của LPI trong thời gian 20 năm từ 2003 đến năm 2023, một số đặc điểm của những thay đổi thiết yếu trong cấu trúc cảnh quan của Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông.

- *Độ đo về diện tích - (Area - Edge metrics):* Trong hệ thống độ đo toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics), nhận thấy rằng chỉ số LPI giảm trong giai đoạn 2003 - 2023, phần trăm mảnh rời rạc lớn nhất chiếm 26,23 % (2003) đến năm 2013 còn 22,98 % và đến năm 2023 giảm xuống còn 21,58 %. Điều đó cho thấy phần trăm diện tích mảnh rời rạc lớn nhất (LPI) trong khu vực có sự thay đổi giảm dần. Trong hệ thống độ đo lớp cảnh quan (Class - level metrics), chỉ số LPI của các mô hình cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông được thống kê chi tiết trong Bảng 1.



Hình 3: Phân bố không gian - thời gian của chỉ số LPI

Trong đó, rừng tự nhiên có sự suy giảm về kích thước mảnh rời rạc lớn nhất từ 27,2 % (2003) xuống còn 7,5 % (2013) và 6,53 % (2023). Ngược lại LPI

của đất trồng cây công nghiệp lại có xu hướng gia tăng năm 2003 (5,51 %) lên 22,98 % năm 2013 và tiếp tục tăng lên 24,58 % vào năm 2023. Với kết quả số

liệu định lượng cho thấy trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông có sự suy giảm kích thước của rừng tự nhiên và gia tăng kích thước của đất trồng cây công nghiệp, quá trình chuyển đổi mục đích sử dụng đất đã cho

thấy phần lớn diện tích rừng tự nhiên đã chuyển đổi sang các loại hình sử dụng đất khác, phần lớn là chuyển sang đất trồng cây công nghiệp. Các lớp đất trồng trọt, rừng trồng, đất xây dựng có xu hướng tăng nhưng chưa rõ rệt.

Bảng 1. Tính toán các số liệu không gian trong năm 2003, 2013 và 2023

Lớp cảnh quan (Class - level metrics)		LPI	PAFRAC	DCAD	TECI	LSI	SHDI
2003	Đất trồng	15,20	1,15	0,20	26,25	5,96	-
	Đất trồng cây công nghiệp	5,51	1,33	0,89	68,69	70,24	-
	Rừng trồng	0,17	1,32	0,28	67,47	54,24	-
	Mặt nước	0,06	1,38	0,11	59,07	32,46	-
	Rừng tự nhiên	27,20	1,42	0,10	74,85	33,05	-
	Đất xây dựng	0,13	1,38	0,35	72,98	59,43	-
	Đất trồng trọt	0,12	1,31	0,07	58,19	26,54	-
<i>Toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics)</i>		26,23	1,34	1,99	66,61	26,24	1,25
2013	Đất trồng	15,19	1,15	0,15	37,42	5,62	-
	Đất trồng cây công nghiệp	22,98	1,33	0,44	65,58	61,40	-
	Rừng trồng	0,20	1,32	0,18	58,24	56,05	-
	Mặt nước	0,34	1,40	0,07	56,91	30,31	-
	Rừng tự nhiên	7,50	1,36	0,12	75,55	31,78	-
	Đất xây dựng	0,15	1,38	0,41	74,73	66,74	-
	Đất trồng trọt	0,21	1,32	0,03	71,64	25,79	-
<i>Toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics)</i>		22,98	1,33	1,41	64,99	39,36	1,37
2023	Đất trồng	15,19	1,15	0,01	33,18	4,36	-
	Đất trồng cây công nghiệp	24,58	1,34	0,38	66,06	58,55	-
	Rừng trồng	0,20	1,33	0,15	57,79	52,91	-
	Mặt nước	0,33	1,41	0,09	57,13	31,71	-
	Rừng tự nhiên	6,53	1,35	0,11	74,99	30,11	-
	Đất xây dựng	0,17	1,39	0,57	74,89	75,65	-
	Đất trồng trọt	0,24	1,33	0,05	70,83	27,71	-
<i>Toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics)</i>		21,58	1,34	1,34	65,21	39,36	1,38

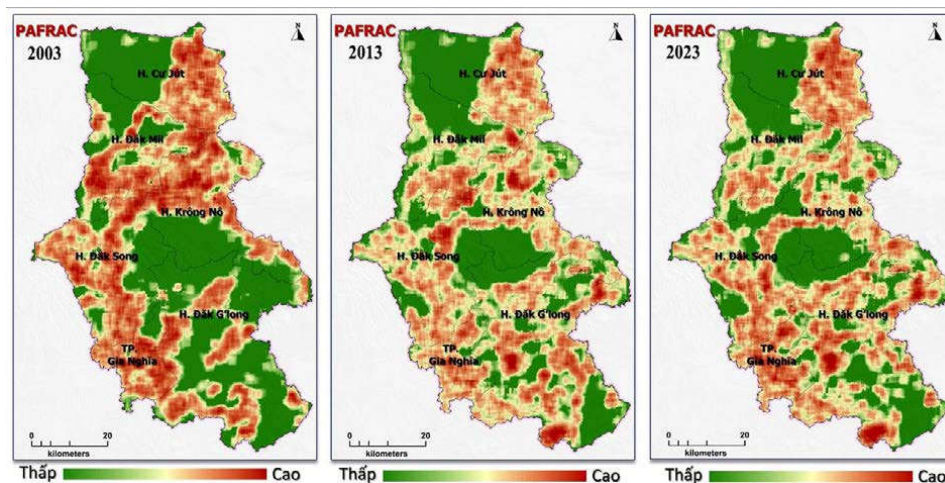
- *Độ đo về hình dạng (Shape metrics):*
 Trong hệ thống độ đo toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics), cho thấy chỉ số PAFRAC năm 2003 (1,34) đến 2013 đã giảm xuống (1,33) nhưng đến năm 2023 chỉ số PAFRAC lại tăng lên (1,34). Điều đó có thể thấy rằng, khu vực Công viên

địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông có độ phức tạp về hình dạng của các mảnh rời rạc ở mức trung bình. Trong khi đó, đất xây dựng, đất trồng trọt, rừng trồng và mặt nước rời rạc hơn với độ cong và độ phức tạp cao hơn ở hình dạng so với rừng tự nhiên, đất trồng cây công nghiệp,

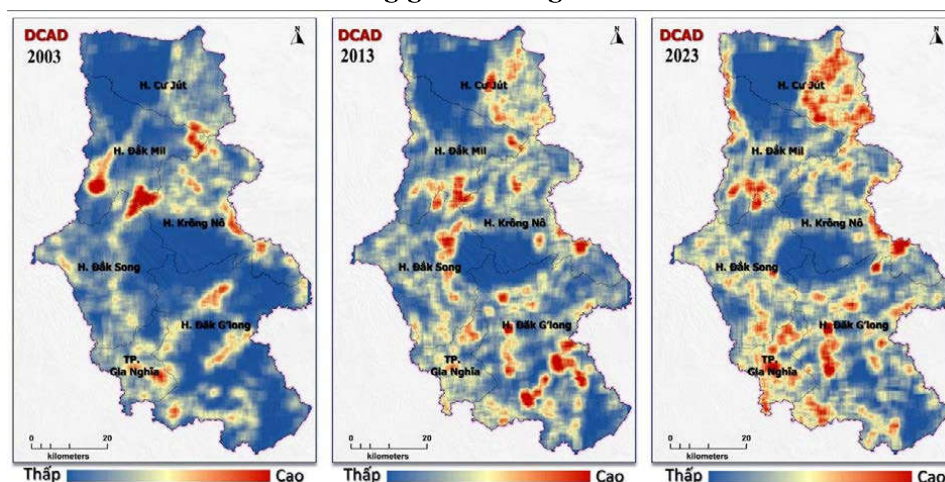
Nghiên cứu

đất trồng. Trong hệ thống độ đo lớp cảnh quan (Class - level metrics), chỉ số chiều PAFRAC của các đối tượng cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông được thống kê trong

Bảng 1. Qua bảng thống kê cho thấy, các lớp đối tượng của lớp cảnh quan tại khu vực này có giá trị trung bình, tức là các mảnh rời rạc có chu vi ở mức đơn giản và không quá phức tạp (Hình 4).



Hình 4: Phân bố không gian - thời gian của chỉ số PAFRAC



Hình 5: Phân bố không gian - thời gian của chỉ số DCAD

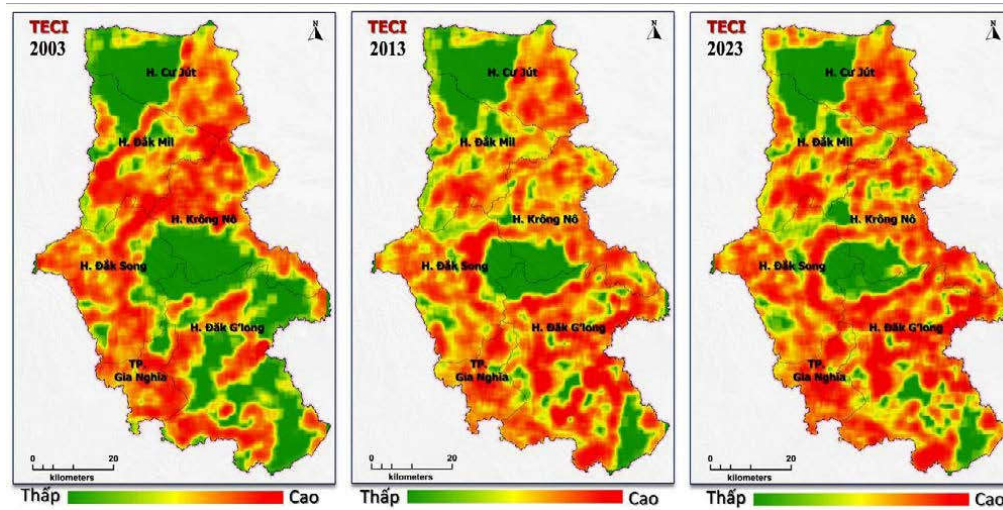
- Độ đo về chỉ số diện tích lõi (Core area metrics): Trong hệ thống độ đo toàn bộ cảnh quan (Landscape - level metrics), chỉ số DCAD có sự suy giảm qua các thời kỳ, từ năm 2003 là cao nhất (1,99/100 ha), năm 2003 (1,41/100 ha) và DCAD thấp nhất vào năm 2023 (1,34/100 ha) (Bảng 1). Chỉ số DCAD giảm dần qua các năm chứng tỏ rằng trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông, các mảnh cảnh quan rời rạc có kích thước

lớn dần. Các khu vực có sự phân đoạn lõi cao ngày càng mở rộng và xuất hiện nhiều hơn (Hình 5). Đặc biệt là khu vực huyện Cư Jút và thành phố Gia Nghĩa nơi có mật độ xây dựng bắt đầu gia tăng. Trong hệ thống độ đo lớp cảnh quan (Class - level metrics), chỉ số mật độ phân đoạn lõi DCAD của đối tượng cảnh quan đất xây dựng có xu hướng tăng dần đều từ năm 2003 chỉ số DCAD (0,35/100 ha), 2013 chỉ số DCAD (0,41/100 ha) và đến năm

2023 chỉ số DCAD (0,57/100 ha). Ngược lại, chỉ số DCAD của đối tượng cảnh quan đất trồng cây công nghiệp có xu hướng giảm từ năm 2003 (0,89/100 ha) đến năm 2023 (0,38/100 ha). Các loại hình cảnh quan khác tăng, giảm theo các thời kỳ khác nhau trong vòng 20 năm. Hình 5 thể hiện sự phân bố không gian của chỉ số DCAD trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông.

- *Độ đo về chỉ số mức độ tương phản (Contrast metrics):* Hệ thống độ đo toàn bộ cảnh quan, chỉ số đo tổng số độ tương phản biên TECI định lượng độ tương phản dưới dạng tỷ lệ phần trăm so với độ tương phản biên lớn nhất, biểu thị mức độ khác biệt giữa các kiểu mảnh rời rạc liền kề với

nhau. Chỉ số TECI tại khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông ở các thời kỳ có sự suy giảm, năm 2003 (66,61 %), năm 2013 (64,99 %), đến năm 2023 chỉ số TECI tăng lên (65,21 %). Dựa trên sự phân bố không gian của chỉ số TECI (Hình 6) cho thấy, tổng mức độ tương phản cao được phân bố tại nơi có loại hình cảnh quan đất xây dựng tập trung chủ yếu. Khi mức độ tương phản cao sẽ gây cản trở cho các đối tượng sinh vật tiếp cận nguồn tài nguyên từ các mảnh rời rạc xung quanh. Tuy nhiên, độ đo tổng số độ tương phản biên TECI chỉ định lượng độ tương phản đối với hệ thống độ đo toàn bộ cảnh quan, đặc điểm khác biệt của các mảnh rời rạc bị bỏ qua trong nhóm độ đo này.



Hình 6: Phân bố không gian - thời gian của chỉ số TECI

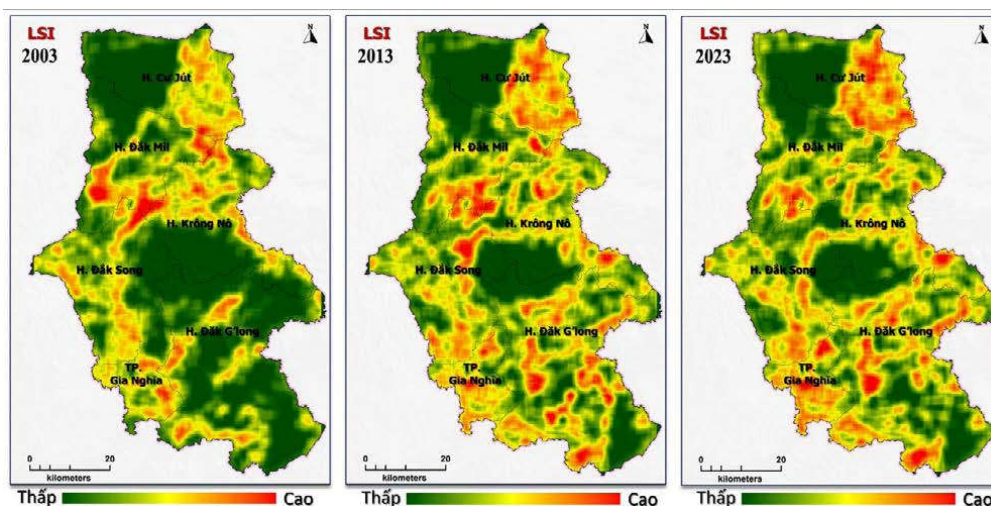
- *Độ đo về chỉ số miêu tả về độ đo tổng hợp (Aggregation metrics):* Chỉ số hình dạng cảnh quan LSI trong khu vực nghiên cứu có xu hướng phát triển từ năm 2003 đến 2023 (Bảng 1). Hình 7 cho thấy hình dạng, cấu trúc không gian của các mảnh cảnh quan của Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông ngày càng phức tạp. Giai đoạn từ 2003 - 2023, LSI tăng từ 26,24 % lên tới 39,36 %. Giá trị

LSI tăng cao chỉ thị mẫu dạng cảnh quan của khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông có các mảnh rời rạc phân bố rải rác trong toàn khu vực, chủ yếu ở thành phố Gia Nghĩa và huyện Cư Jút, đây là nơi các khu rừng tự nhiên bị suy thoái bởi các hoạt động khai thác và chuyển đổi mục đích sử dụng đất trong khu vực. Trong khi, chỉ số hình dạng cảnh quan (LSI) của hệ thống lớp cảnh quan.

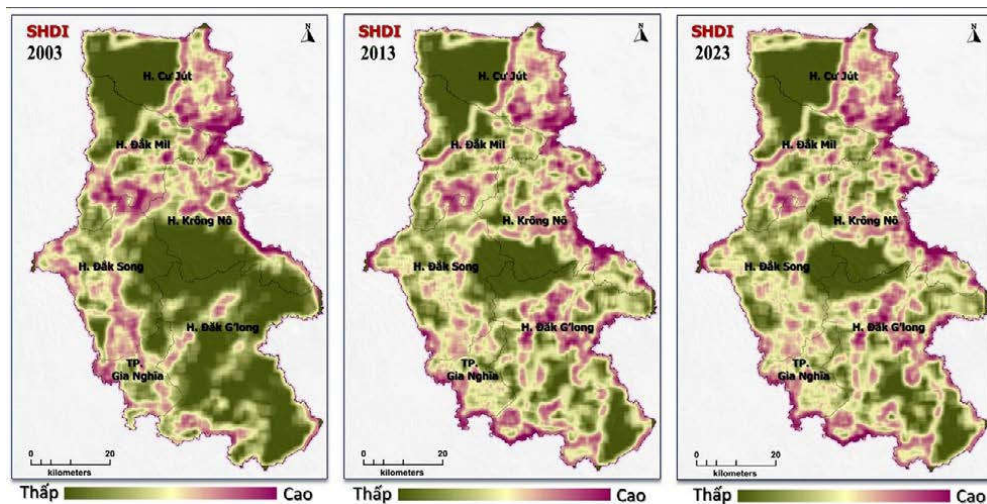
Nghiên cứu

Loại hình cảnh quan đất xây dựng tăng dần đều, từ năm 2003 chỉ số LSI là 59,43 %, năm 2013 LSI là 66,74 % và đến năm 2023 chỉ số LSI là 75,65 %. Chỉ số LSI của đối tượng đất trồng cây công nghiệp có xu hướng giảm từ 70,24 % (2003), 61,40 % (2013) đến năm 2023 thì còn 58,55 %. Chỉ số LSI của đối tượng rừng tự nhiên có xu hướng giảm giống với đất trồng cây công nghiệp, từ 33,05 % (2003) xuống đến 31,78 % (2013) và còn 30,11 % (2023). Điều đó cho thấy cảnh

quan đất xây dựng có mức độ phức tạp và các mảnh rời rạc phân bố rải rác; Còn rừng tự nhiên và đất trồng cây công nghiệp bắt đầu có dấu hiệu bị phân mảnh rời rạc qua các thời kỳ. Đây là một cách thể hiện mức độ nghiêm trọng xuống cấp của các mảnh rời rạc có kích thước lớn nhất, thay đổi từ “xâm lấn” thành “biến mất”. Điều này cho thấy các mảnh cảnh quan ngày càng bị rời rạc và do đó cho thấy sự giảm kết tụ và lan truyền.



Hình 7: Phân bố không gian - thời gian của chỉ số LSI



Hình 8: Phân bố không gian - thời gian của chỉ số SHDI

- Độ đo về chỉ số về độ đo đa dạng (Diversity metrics): Chỉ số đa dạng Shannon (SHDI) biểu thị khối lượng

thông tin trong mỗi mảnh rời rạc và có tính nhạy cảm với sự phân bố không cân bằng của các mảnh rời rạc trong cảnh quan. Sự

gia tăng của SHDI từ năm 2003 đến năm 2013 cho thấy rằng, các hình dạng cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông đã trở nên phức tạp hơn do các hoạt động phát triển kinh tế của con người.

Từ các số liệu thống kê cho thấy quá trình phát triển kinh tế - xã hội ở khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông đã thay đổi tương đối nhanh như thể hiện sự gia tăng của các khu vực đất xây dựng cũng như mức độ đa dạng và phân mảnh của các loại hình cảnh quan. Trong khi sự chuyển đổi mục đích sử dụng đất có thể đem lại một số giá trị kinh tế tích cực trong ngắn hạn, tuy nhiên với sự phát triển này đã ảnh hưởng đáng kể đến cảnh quan không gian của công viên địa chất này. Nhìn chung, tình trạng hiện tại của khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông làm tăng mối lo ngại của các nhà hoạt động bảo tồn, những người tuyên bố bảo vệ địa chất toàn cầu khỏi sự can thiệp của nơi cư trú, sinh hoạt và tương tác với các khu vực xung quanh. Kết quả là, các mô hình lớp phủ/sử dụng đất (LULC) bị phân tán và không đồng đều làm cho mật độ mảnh rời rạc của toàn bộ cảnh quan khác nhau đáng kể về không gian và thời gian. Mặc dù Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông đã được Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa Liên Hợp quốc đưa vào danh sách di sản thế giới năm 2020, nhưng những nỗ lực bảo tồn tính toàn vẹn của công viên địa chất toàn cầu này đã được tăng cường kể từ khi mục tiêu phát triển kinh tế chiến lược và trở thành mức độ ưu tiên cao. Duy trì các đặc điểm cảnh quan thiên nhiên và điều kiện sinh thái xung quanh ngày càng trở nên quan trọng trong tình hình các

hoạt động phát triển kinh tế, du lịch ngày càng gia tăng ở đây.

Công viên địa chất toàn cầu Đắk Nông là một địa điểm quan trọng được UNESCO công nhận với danh hiệu di sản cao quý. Công viên này vinh danh và bảo tồn những giá trị về khoa học địa chất và địa mạo theo các tiêu chí khắt khe. Việc tham gia mạng lưới công viên địa chất toàn cầu giúp các quốc gia bảo tồn và phát triển giá trị của di sản đặc biệt này, đồng thời thúc đẩy hoạt động du lịch và phát triển kinh tế - xã hội cộng đồng. Tuy nhiên, để duy trì danh hiệu này, tỉnh Đắk Nông cần tuân thủ các quy định của UNESCO và luật pháp Việt Nam liên quan đến bảo tồn và phát huy giá trị của di sản này. Việc thực hiện cam kết với UNESCO bao gồm xây dựng các chính sách và chiến lược phát triển kinh tế rõ ràng, đầu tư vào cơ sở hạ tầng thích hợp, tăng cường hoạt động tuyên truyền và giáo dục để nâng cao ý thức và trách nhiệm của chính quyền và cộng đồng trong việc bảo vệ môi trường và giữ gìn giá trị thiên nhiên của di sản này. Việc duy trì và phát triển danh hiệu Công viên địa chất toàn cầu Đắk Nông không chỉ góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế bền vững của tỉnh mà còn giúp bảo vệ và tôn vinh các giá trị thiên nhiên, địa chất và văn hóa độc đáo của khu vực này.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã sử dụng các chỉ số độ đo cảnh quan để đánh giá một cách định lượng mức độ tác động của thay đổi lớp phủ/sử dụng đất trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông trong 20 năm. Nghiên cứu đã vận dụng được các chỉ số độ đo cảnh quan (LPI, PAFRAC, DCAD, TECI, LSI và SHDI).

Đây được coi là các chỉ số định lượng có ý nghĩa trong việc đánh giá, phân tích mảnh của một số yếu tố cảnh quan trong các khu vực cần bảo tồn. Những thay đổi trong khu vực này đã và đang tạo ra các nguy cơ tiêu cực về không gian cảnh quan, phá hủy nét đẹp hoang sơ vốn có của khu vực, đe dọa tới mục tiêu phát triển bền vững của lãnh thổ trong tương lai. Sự thay đổi của các độ đo cảnh quan cho phép giải thích được một cách định lượng của thay đổi lớp phủ/sử dụng đất theo không gian - thời gian, qua đó chỉ báo mức độ phân mảnh của từng loại hình cảnh quan chịu tác động của quá trình phát triển kinh tế - xã hội.

Cho đến nay, vẫn còn thiếu một phân tích toàn diện về tác động của phát triển kinh tế - xã hội và sự đóng góp của chúng đối với sự đa dạng của cộng đồng trên các quy mô không gian. Tuy nhiên, cảnh quan mà con người tác động đến thường là tiêu cực bởi sự mở rộng và củng cố ranh giới của các hoạt động nông - lâm nghiệp thương mại, cơ sở hạ tầng giao thông đường bộ hoặc đô thị hóa, nơi rừng bị đe dọa bởi sự cạnh tranh trong thay đổi mô hình sử dụng đất dẫn đến suy thoái phức tạp và phân mảnh môi trường sống chính. Nghiên cứu này đánh giá về sự phân mảnh môi trường sống, sự không đồng nhất và kết nối ở cả hai cấp độ cảnh quan (lớp cảnh quan và toàn bộ cảnh quan) cung cấp thêm thông tin quan trọng trong bối cảnh quản lý môi trường và để bảo tồn tài nguyên cảnh quan của công viên địa chất toàn cầu. Góp phần lưu giữ các giá trị đặc trưng về đa dạng sinh học, nhiều nét độc đáo về văn hóa, địa chất, tự nhiên cũng như dấu tích hoạt động của người tiền sử.

Đây được coi là một cách tiếp cận định lượng hiệu quả nhằm theo dõi xu thế

thay đổi của các loại hình lớp phủ/sử dụng đất, phù hợp cho nhiều quy mô lãnh thổ và đa thời gian. Do vậy, nghiên cứu này có khả năng ứng dụng được trong các khu vực khác để phân tích sự thay đổi của mẫu dạng cảnh quan. Các chỉ số độ đo cảnh quan được áp dụng cho phép chỉ ra mức độ tác động thay đổi của mô hình sử dụng đất dẫn đến tính phân mảnh của mẫu dạng cảnh quan trong khu vực Công viên địa chất toàn cầu UNESCO Đắk Nông.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. A. Adhikari and A. J. Hansen (2018). *Land use change and habitat fragmentation of wildland ecosystems of the North Central United States*. Landsc. Urban Plan., vol. 177, p. 196 - 216. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2018.04.014.

[2]. M. V. Jiménez-Franco et al. (2022). *Problems seeded in the past: lagged effects of historical land-use changes can cause an extinction debt in long-lived species due to movement limitation*. Landsc. Ecol., vol. 37, no. 5, p. 1331 - 1346. Doi: 10.1007/s10980-021-01388-3.

[3]. V.-M. Pham, S. Van Nghiem, C. Van Pham, M. P. T. Luu and Q.-T. Bui (2021). *Urbanization impact on landscape patterns in cultural heritage preservation sites: A case study of the complex of Hue monuments, Viet Nam*. Landsc. Ecol., vol. 36, no. 4. Doi: 10.1007/s10980-020-01189-0.

[4]. Phạm Văn Mạnh, Phạm Minh Hải, Đỗ Thị Ngọc Ánh, Nguyễn Ngọc Thạch (2020). *Ứng dụng phương pháp viễn thám và trắc lượng hình thái trong phân tích ảnh hưởng của thay đổi lớp phủ thực vật và phân mảnh môi trường sống*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 46, tr. 7 - 13. Doi: 10.54491/jgac.2020.46.46.

[5]. Q. Meng (2015). *Regional landscape mapping through a method of chain standardization of Landsat images*. Landsc. Urban Plan., vol. 134, p. 1 - 9. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.10.004.

- [6]. Đỗ Thị Nhung và cộng sự (2023). *Đánh giá tác động của dự án đầu tư đến khu dự trữ sinh quyển thế giới sử dụng thuật toán học máy và độ đo cảnh quan*. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 56, tr. 34 - 41.
- [7]. V.-M. Pham, S. Van Nghiem, Q.-T. Bui, T. M. Pham and C. Van Pham (2019). *Quantitative assessment of urbanization and impacts in the complex of Hue Monuments, Viet Nam*. Appl. Geogr., vol. 112, p. 102096. Doi: 10.1016/j.apgeog.2019.102096.
- [8]. A. M. Lechner, K. J. Reinke, Y. Wang and L. Bastin (2013). *Interactions between landcover pattern and geospatial processing methods: Effects on landscape metrics and classification accuracy*. Ecol. Complex., vol. 15, p. 71 - 82. Doi: 10.1016/j.ecocom.2013.03.003.
- [9]. F. Kong, H. Yin and N. Nakagoshi (2007). *Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City, China*. Landsc. Urban Plan., vol. 79, no. 3 - 4, Art. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2006.02.013.
- BBT nhận bài: 13/7/2023; Phản biện xong: 24/7/2023; Chấp nhận đăng: 26/9/2023