



Original Article

Assessment of Climate Change Impacts on the Distribution of the Annamite Striped Rabbit (*Nesolagus timminsi*)

Nguyen Tuan Anh^{1,*}, Le Duc Minh^{1,2}, Nguyen Van Linh³

¹*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science,
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

²*Central Institute of Natural Resources and Environment, VNU University of Science,
19 Le Thanh Tong, Cua Nam, Hanoi, Vietnam*

³*Southern Institute of Ecology, Vietnam Academy of Science and Technology,
1D Thanh Loc 29, An Phu Dong, Ho Chi Minh City, Vietnam*

Received 08th August 2025

Revised 15th September 2025; Accepted 30th September 2025

Abstract: The Annamite striped rabbit (*Nesolagus timminsi*) is an endangered lagomorph, formally described in the early 2000s and found only in Vietnam and Laos. Although it is a recently discovered mammal, its populations have already been significantly reduced across most of its key habitats due to illegal hunting and habitat destruction. Climate change impacts, which have been considered an emerging threat to threatened mammals in Vietnam, on the Annamite striped rabbit have not been fully assessed. In this study, we employed MaxEnt, a widely used species distribution modeling method, to predict changes in the distribution range of *N. timminsi* in the future using a range of different climate change scenarios. Our prediction results showed that in most climate change scenarios and timeframes, the rabbits may face significant habitat loss, up to 68.73%, and fragmentation in its currently important distribution ranges. In such cases, the climatically stable regions that distribute along the border between Vietnam and Laos can serve as the “refugia” for the species. We suggest those regions being the focus of the rabbits’ conservation effort in the future, and cooperation between Vietnam and Laos’ government agencies and conservation organizations will be crucial in securing the remaining habitat of this endangered small mammal.

Keywords: Maxent, Annamite striped rabbit, Climate change, Distribution.

* Corresponding author.

E-mail address: tuananhnguyen@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5408>

Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn (*Nesolagus timminsi*)

Nguyễn Tuấn Anh^{1,*}, Lê Đức Minh^{1,2}, Nguyễn Văn Linh³

¹Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội,
334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

²Viện Tài nguyên và Môi trường, Đại học Quốc gia Hà Nội,
19 Lê Thánh Tông, Cửa Nam, Hà Nội, Việt Nam

³Viện Sinh thái học miền Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
1D Thạnh Lộc 29, An Phú Đông, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2025

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 9 năm 2025; Chấp nhận đăng ngày 30 tháng 9 năm 2025

Tóm tắt: Thỏ vằn Trường Sơn (*Nesolagus timminsi*) là một loài thú nguy cấp, quý, hiếm, mới được chính thức mô tả từ đầu những năm 2000, chỉ được tìm thấy ở Việt Nam và Lào. Dù là loài mới được phát hiện, nhưng quần thể của loài này đã bị suy giảm nghiêm trọng ở đại đa số các khu vực phân bố chính do tình trạng săn bắn trái phép và sự thay đổi về sinh cảnh. Tuy nhiên, ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, vốn được coi là nguy cơ mới đối với các loài thú của Việt Nam, đến vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn vẫn chưa được đánh giá cụ thể. Trong nghiên cứu này, thuật toán Maximum Entropy (MaxEnt) đã được sử dụng để mô hình hóa khả năng thay đổi vùng phân bố của loài trong tương lai theo các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau. Kết quả nghiên cứu cho thấy, đa số các kịch bản biến đổi khí hậu, các sinh cảnh quan trọng của *N. timminsi* sẽ có khả năng bị thu hẹp và phân mảnh nghiêm trọng, với mức suy giảm lên đến khoảng 68,73%. Khi đó, các khu vực có điều kiện khí hậu tương đối ổn định trong tương lai sẽ là những vùng “trú ẩn” quan trọng của loài và những khu vực này tập trung chủ yếu theo dọc theo các dãy rừng ở khu vực cảnh quan Trường Sơn Bắc và Trường Sơn Nam. Những khu vực này cần được ưu tiên là trọng tâm của các chương trình bảo tồn Thỏ vằn Trường Sơn trong tương lai và việc hợp tác giữa các cơ quan, tổ chức của hai nước Việt Nam và Lào sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực của biến đổi khí hậu đến các sinh cảnh quan trọng của loài thú nguy cấp này.

Từ khóa: Maxent, Thỏ vằn Trường Sơn, biến đổi khí hậu, vùng phân bố.

1. Mở đầu

Thỏ vằn Trường Sơn (*N. timminsi*) là loài thú nguy cấp chỉ được tìm thấy ở các khu rừng dọc theo vùng cảnh quan sinh thái Trường Sơn giữa Việt Nam và Lào [1]. Loài này được phát hiện tương đối muộn so với các loài thú khác, chỉ được mô tả chính thức vào năm 2000 từ mẫu thu

được ở tỉnh Hà Tĩnh, Việt Nam [2]. Mặc dù vậy, quần thể của loài trên toàn vùng phân bố đã phải đối mặt với hai nguy cơ chính là tình trạng săn bắn trái phép và phá hủy sinh cảnh [3]. Do vậy, Thỏ vằn Trường Sơn đã bị đánh giá ở tình trạng bảo tồn là Nguy cấp theo Sách đỏ Việt Nam 2024 và nằm trong danh mục IB theo Thông tư số 27/2025/TT-BNNMT [4, 5].

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: tuananhnguyen@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.5408>

Do là loài được phát hiện muộn và tương đối hiếm gặp, vùng phân bố chính xác của Thỏ vằn Trường Sơn vẫn chưa được xác định rõ ràng và có khả năng vẫn còn có các khu vực có quần thể chưa được biết đến của loài. Ví dụ, trước năm 2020, các nghiên cứu đều cho rằng giới hạn phía Nam vùng phân bố của loài là khu cảnh quan Trung Trường Sơn, (Vườn Quốc gia Sông Thanh, Thành phố Đà Nẵng). Tuy nhiên, điều tra bằng ảnh vệ tinh ở giai đoạn 2019-2020 đã ghi nhận mở rộng một quần thể hoàn toàn mới của loài ở Vườn Quốc gia Bidoup - Núi Bà (Lâm Đồng), cách giới hạn phân bố của loài này khoảng 400 km về phía Nam [6]. Các nghiên cứu sau năm 2021 đã ghi nhận một số quần thể đơn lẻ khác của loài này ở vùng Tây Nguyên và vì thế mở rộng đáng kể vùng phân bố đã biết của loài này [1, 7]. Dù chưa có nghiên cứu cụ thể, nhưng các đánh giá từ số liệu thực địa gần đây cho thấy, nguy cơ ảnh hưởng chính đối với Thỏ vằn Trường Sơn là mất vùng sống, với khoảng 50% diện tích sinh cảnh phù hợp của loài đã bị mất đi trong 20 năm qua [5]. Do vậy, có thể nhiều quần thể chưa được biết đến của loài này đã hoàn toàn biến mất.

Trong những năm gần đây, tác động của biến đổi khí hậu đến các loài động vật nguy cấp, quý hiếm được coi là một nguy cơ mới nổi, có khả năng đe dọa nghiêm trọng đến sự tồn tại của các loài này. Biến đổi khí hậu có thể có nhiều tác động khác nhau đến các loài thú, nhưng một trong những tác động nghiêm trọng nhất là làm suy giảm diện tích các vùng phân bố thích hợp còn lại cho loài [8]. Tuy nhiên, ảnh hưởng có thể của biến đổi khí hậu lên *N. timminsi* vẫn chưa được nghiên cứu rõ ràng. Với những loài có quần thể hạn chế và phân bố phân mảnh, việc đánh giá và lượng hóa được ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến Thỏ vằn Trường Sơn, là hết sức cần thiết, nhằm cung cấp cơ sở khoa học trong việc hoạch định các chiến lược bảo tồn dài hạn cho loài.

Hiện nay, có nhiều cách tiếp cận để đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vùng phân bố của các loài động vật quý hiếm. Trong đó, phương pháp phổ biến nhất là mô hình hóa phân bố bằng thuật toán Maximum Entropy (MaxEnt) [9]. MaxEnt có khả năng tìm ra mối quan hệ ẩn

từ dữ liệu các điểm ghi nhận đã biết của loài và các biến môi trường có khả năng ảnh hưởng đến phân bố của loài, từ đó suy ra được vùng phân bố tiềm năng của loài nghiên cứu [10]. Do vậy, phương pháp này đã được ứng dụng rộng rãi, bao gồm tìm quần thể chưa biết của các loài quý hiếm [1], xác định khu vực ưu tiên bảo tồn [11], phát hiện đặc điểm sinh thái ẩn của loài [12] và đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên vùng phân bố của loài [13].

Nghiên cứu này đã sử dụng các dữ liệu các điểm ghi nhận của loài Thỏ vằn Trường Sơn từ các nghiên cứu trước đây và quá trình thực địa ở Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Quảng Nam (Thành phố Đà Nẵng), làm dữ liệu đầu vào cho mô hình MaxEnt để xác định vùng phân bố tiềm năng cho loài Thỏ vằn Trường Sơn. Kết quả mô hình tối ưu được lựa chọn và sử dụng cho nhiều kịch bản biến đổi khí hậu, nhằm đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn. Dựa vào kết quả của mô hình, một số khuyến nghị bảo tồn đã được đưa ra để bảo vệ quần thể còn lại của loài thú nguy cấp này.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Tổng hợp và phân loại dữ liệu thứ cấp

Để tổng hợp các điểm ghi nhận của Thỏ vằn Trường Sơn, nghiên cứu đã sử dụng quy trình của Nguyen (2022) [11], trong đó tìm kiếm trên các cơ sở dữ liệu đa dạng sinh học chính bằng tổ hợp các từ khóa như: “*Nesolagus timminsi*”, “*Nesolagus*”, “Annamite”, “Striped rabbit”, “Thỏ vằn”, “Trường Sơn” và “Trung Bộ”. Các công trình nghiên cứu, sách tham khảo, báo cáo thực địa đang được lưu trữ ở các viện nghiên cứu và tổ chức bảo tồn cũng được tham khảo. Các điểm ghi nhận loài này sau đó được đánh giá và lọc theo quy trình của Chapman (2005) để đảm bảo độ chính xác [14].

2.2. Điều tra thực địa

Tập hợp các điểm ghi nhận đã được sử dụng để xác định các vùng tiềm năng của các quần thể

Thỏ vằn Trường Sơn quan trọng. Từ đó, nghiên cứu thực hiện điều tra thực địa bằng phương pháp bẫy ảnh theo quy trình bẫy ảnh hệ thống tại Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Quảng Nam (Thành phố Đà Nẵng) [15]. Tổng cộng, 32 điểm bẫy ảnh đã được đặt trong thời gian từ 06/2024 đến 09/2024. Tất cả các điểm ghi nhận từ điều tra thực địa được tập hợp chung với bộ dữ liệu các điểm ghi nhận trước đây và bộ dữ liệu tổng hợp này được dùng làm dữ liệu đầu vào cho mô hình MaxEnt.

2.3. Xử lý dữ liệu và xây dựng mô hình

Để giảm ảnh hưởng của hiện tượng tương quan về không gian đối với dữ liệu điểm ghi nhận, gói tiện ích spThin [16] trong phần mềm R được sử dụng để loại bỏ các cặp điểm có khoảng cách nhỏ hơn 10 km [17]. Mô hình phân bố của loài được xây dựng, sử dụng 19 biến sinh khí hậu với độ phân giải 30 giây (xấp xỉ 1 km²) được tham khảo từ cơ sở dữ liệu WorldClim 2.1 [18]. Ranh giới nghiên cứu được giới hạn bằng khoảng cách 200 km tính từ đa giác lõi tối thiểu của các điểm ghi nhận sau xử lý [19].

Các mô hình được xây dựng bằng thuật toán MaxEnt phiên bản 3.4.4 [20]. Tuy nhiên, do MaxEnt có xu hướng tạo ra mô hình quá khớp và ít có tính dự báo nếu không được căn chỉnh phù hợp, nên nghiên cứu sử dụng quy trình của Nguyen (2024) cho việc xây dựng mô hình phân bố tối ưu [1]. Theo đó, quá trình căn chỉnh mô hình được chạy bằng gói tiện ích ENMeval và sử dụng tất cả các tổ hợp thuộc tính và tất cả các giá trị nhân tử chính quy hóa từ 1,0 đến 10,0 với mức tăng 0,5 cho mỗi lần chạy lặp. Các tham số khác của mô hình, như ngưỡng hội tụ, loại lớp được chọn theo quy chuẩn đã được khuyến nghị. Phương pháp kiểm tra mô hình là phương pháp chia khối không gian, đã được chứng minh là cách tiếp cận hiệu quả trong việc tìm vùng phân bố mới của loài trong điều kiện khí hậu mới [21].

Để đánh giá khả năng dự đoán của mô hình và lựa chọn mô hình tối ưu, mức thiếu sót 10% được sử dụng để chọn ra các mô hình có hiện tượng quá khớp thấp nhất. Từ nhóm này, các mô hình có giá trị diện tích dưới đường cong (Area Under the Curve - AUC) cao nhất được chọn.

Tập hợp mô hình còn lại được so sánh bằng cách dùng chỉ số thông tin Akaike (Akaike information criterion - AIC), có khả năng cân bằng giữa khả năng dự báo và độ phức tạp của mô hình. Sau khi đã chọn được mô hình tối ưu, ngưỡng xuất hiện 10% được sử dụng để phân biệt giữa vùng có điều kiện phù hợp và không phù hợp cho loài Thỏ vằn Trường Sơn [1].

2.4. Đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu

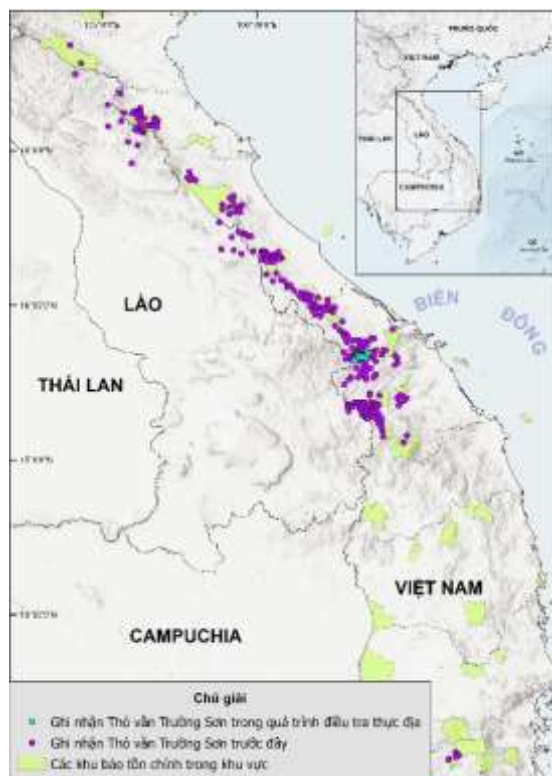
Mô hình tối ưu được sử dụng làm đầu vào cho thuật toán MaxEnt với bốn mô hình hoàn lưu khí hậu toàn cầu, bao gồm ACCESS-CM2, CNRM-ESM2-1, IPSL-CM6A-LR và MIROC6, với bước thời gian là 20 năm ở ba giai đoạn là 2041-2060, 2061-2080 và 2081-2100. Với mỗi mô hình hoàn lưu khí hậu toàn cầu ở mỗi giai đoạn cụ thể, tất cả các kịch bản phát triển kinh tế xã hội (SSP) có sẵn, bao gồm SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, and SSP5-8.5, đã được sử dụng. Các kịch bản SSP thay đổi từ SSP1-2.6, bao gồm sự chuyển hướng mô hình phát triển chung trên quy mô toàn cầu theo hướng thân thiện với môi trường và giảm thiểu phát thải, cho đến SSP5-8.5, bao gồm việc phát triển nền kinh tế thế giới theo hướng tiêu thụ tối đa tài nguyên thiên nhiên và nhiên liệu hóa thạch [22]. Các kết quả đầu ra cho cùng một mô hình hoàn lưu khí hậu toàn cầu ở cùng một giai đoạn được cộng chung với nhau và tính trung bình, để thành lập bản đồ xác suất phân bố cho loài Thỏ vằn Trường Sơn [23].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tổng hợp các điểm ghi nhận của Thỏ vằn Trường Sơn

Kết quả tổng hợp và kế thừa dữ liệu thứ cấp đã thống kê được 134 điểm ghi nhận của loài Thỏ vằn Trường Sơn. Quá trình điều tra thực địa bằng bẫy ảnh đã ghi nhận thêm loài này ở tổng cộng bảy điểm bẫy ảnh ở Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Quảng Nam (Thành phố Đà Nẵng). Tất cả các điểm ghi nhận của loài này được thể hiện chi tiết trong Hình 1. Sau khi xử lý bằng gói tiện ích spThin, từ 390 điểm ghi nhận ban đầu, tổng số

địa điểm ghi nhận độc lập không gian còn lại cho mô hình là 44 điểm đại diện.



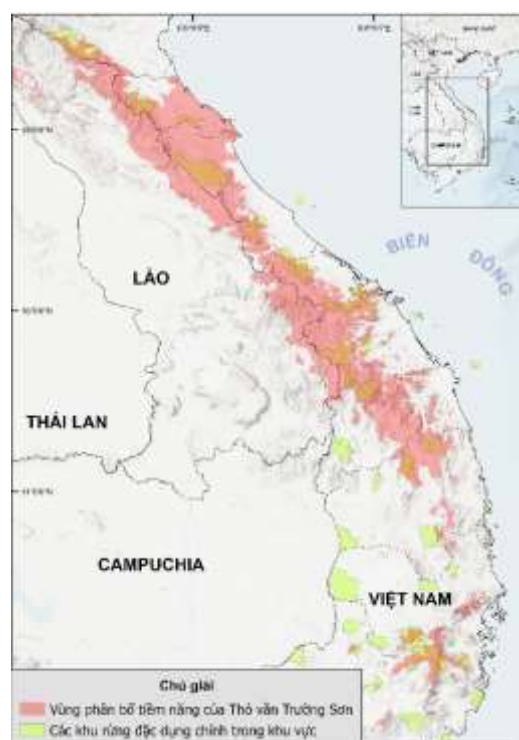
Hình 1. Các điểm ghi nhận được tổng hợp trong nghiên cứu này.

3.2. Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu tới vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn

Kết quả mô hình hóa vùng phân bố tiềm năng của Thỏ vằn Trường Sơn cho thấy, các mô hình MaxEnt đều thể hiện khả năng dự đoán rất tốt, với giá trị AUC trung bình $> 0,92$. Mô hình tối ưu có giá trị nhân tử chính quy hóa là 3,5 và AUC là 0,927. Sau quá trình căn chỉnh và lựa chọn, các mô hình cuối cùng đều tương đồng trong kết quả dự đoán vùng phân bố tiềm năng của loài *N. timminsi* và chỉ có một số khác biệt nhỏ ở vị trí chính xác và tổng diện tích vùng phân bố tiềm năng (Hình 2).

Tuy nhiên, giá trị nhân tử chính quy hóa là 3,5 cho mô hình tối ưu cũng có nghĩa là kết quả vùng phân bố của loài khá linh hoạt và vì thế vùng phân bố dự đoán được từ mô hình có thể

lớn hơn vùng phân bố thực tế. Do vậy, kết quả mô hình hóa vùng phân bố được trình bày ở đây nên được hiểu là vùng “tiềm năng”, tức là có thể bao gồm những vùng không/chưa ghi nhận được loài do nhiều lý do khác nhau và không nên xem đây là vùng “lỗi”. Theo kết quả mô hình, vùng phân bố tiềm năng ở điều kiện hiện tại của Thỏ vằn Trường Sơn có diện tích vào khoảng 63.000 km². Mô hình tối ưu bao gồm tất cả các điểm ghi nhận đã biết của loài, tuy nhiên đồng thời có dự báo lớn hơn thực tế ở giới hạn vùng phân bố phía Bắc của *N. timminsi*.



Hình 2. Vùng phân bố tiềm năng ở điều kiện hiện tại của Thỏ vằn Trường Sơn.

Các kịch bản biến đổi khí hậu tương lai thể hiện rõ xu hướng thay đổi trong vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn. Những sự thay đổi chính được thể hiện ở Hình 3, là các bản đồ mật độ xác suất, thể hiện xác suất vẫn còn tồn tại vùng phân bố của loài này trong các điều kiện khác nhau từ tập hợp kết quả mô hình ban đầu. Mỗi bản đồ là một tập hợp từ cả bốn mô hình đầu ra ở cùng một giai đoạn và từ cùng một mô hình

hoàn lưu khí hậu toàn cầu. Giá trị cao nhất (100%) thể hiện khu vực được tính toán là phù hợp cho *N. timminsi* ở tất cả các kịch bản SSP. Mặc dù các bản đồ tập hợp khác nhau về vị trí cụ thể của sự thay đổi vùng phân bố, có hai xu hướng chung rõ ràng về thay đổi vùng phân bố của loài trong tương lai. Xu hướng thứ nhất cho thấy vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn trong tương lai có xu hướng thu hẹp dần so với hiện tại, với mức giảm trung bình khoảng 68,73% (độ lệch chuẩn $\pm 16,32\%$) cho tổng diện

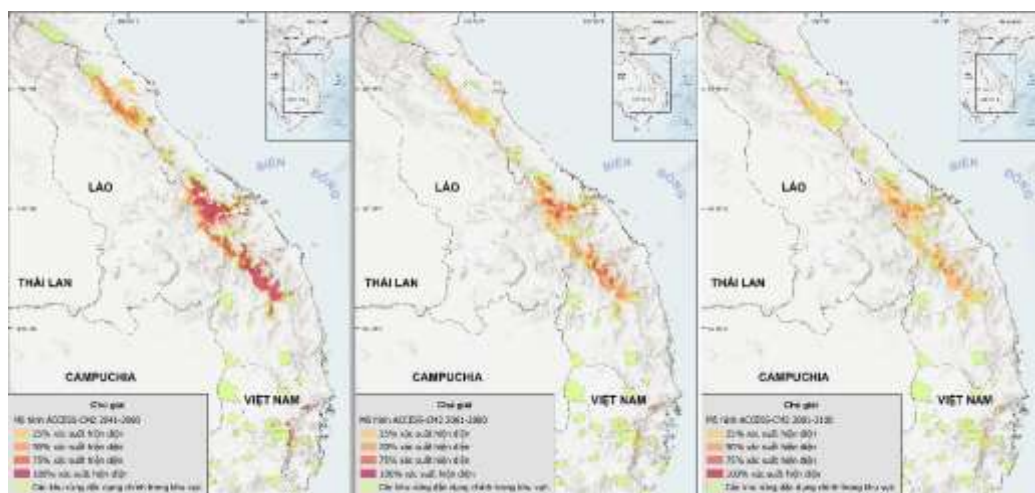
tích, kể cả ở các kịch bản tốt nhất (Bảng 1). Đồng thời, cho các giai đoạn khác nhau, cả bốn mô hình hoàn lưu khí hậu toàn cầu đều thể hiện vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn sẽ bị thu hẹp nhiều nhất trong giai đoạn 2081-2100 (giảm trung bình khoảng 49.000 km²), sau đó là đến giai đoạn 2061 - 2080 (giảm trung bình khoảng 44.000 km²). Vì vậy, trong dài hạn, biến đổi khí hậu sẽ càng ngày càng tác động nghiêm trọng hơn tới những quần thể còn lại của Thỏ vằn Trường Sơn.

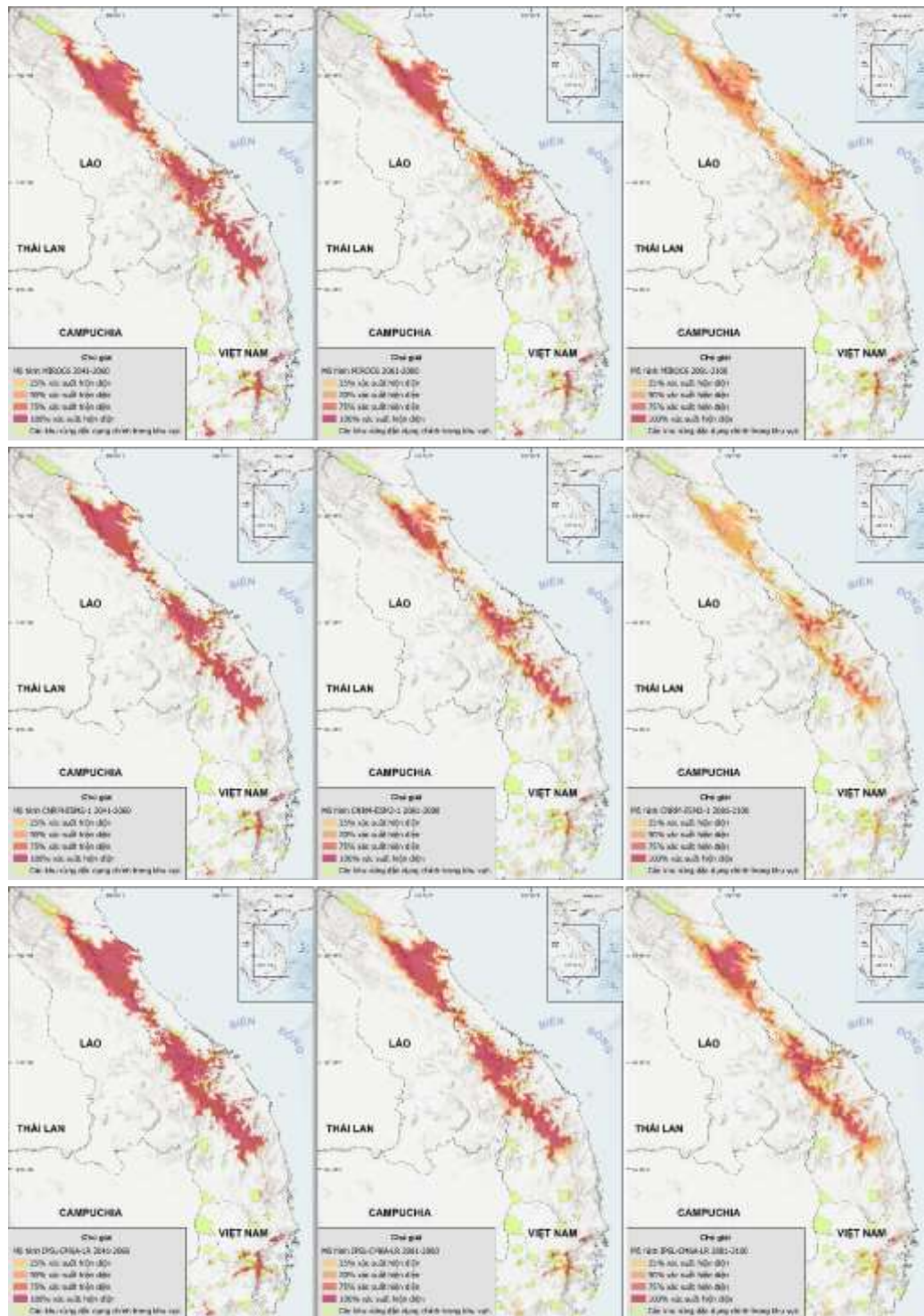
Bảng 1. Thay đổi diện tích vùng phân bố phù hợp của Thỏ vằn Trường Sơn theo các kịch bản khí hậu toàn cầu

	2041-2060		2061-2080		2081-2100	
	Diện tích thay đổi (km ²)	Tỉ lệ thay đổi (%)	Diện tích thay đổi (km ²)	Tỉ lệ thay đổi (%)	Diện tích thay đổi (km ²)	Tỉ lệ thay đổi (%)
ACCESS-CM2	-53.251	-84,04	-57.668	-91,01	-59.281	-93,56
MIROC6	-29.597	-46,71	-39.639	-62,56	-43.312	-68,36
CNRM-ESM2-1	-37.444	-59,09	-45.432	-71,70	-52.129	-82,27
IPSL-CM6A-LR	-28.087	-44,33	-35.392	-55,86	-41.327	-65,22
Trung bình	-37.095	-58,54	-44.533	-70,28	-49.012	-77,35

Xu hướng thứ hai thể hiện rõ vùng phân bố của loài có khả năng chịu ảnh hưởng phân mảnh sinh cảnh, do điều kiện sống phù hợp với loài sẽ thu hẹp dần lên các khu vực có độ cao lớn phù hợp với xu hướng dịch chuyển lên độ cao lớn hơn khi Trái đất nóng lên do biến đổi khí hậu. Trong trường hợp đó, các vùng phân bố ở độ cao thấp của loài trở thành khu vực có điều kiện khí hậu không thích hợp, đặc biệt là khu vực giữa Quảng Trị - Huế hiện nay. Cụ thể, các quần thể

N. timminsi ở các Khu bảo tồn Động Châu - Khe Nước Trong, Bắc Hương Hóa và Đăkrong (Quảng Trị) và Phong Điền (Thành phố Huế) có thể bị thu hẹp dần và tập trung chủ yếu ở một số sinh cảnh rừng có độ cao lớn. Hai vùng có điều kiện khí hậu tương đối ổn định và phù hợp với Thỏ vằn Trường Sơn trong tương lai sẽ tập trung ở khu vực cảnh quan Bắc Trường Sơn và Nam Trường Sơn hiện nay và vì thế hai khu vực này có thể sẽ trở thành vùng “trú ẩn” chính cho loài.





Hình 3. Vùng phân bố tiềm năng của Thỏ vắn Trường Sơn theo các kịch bản khí hậu toàn cầu khác nhau trong tương lai.

3.3. Thảo luận

Dựa vào các kết quả từ mô hình, chúng tôi đề xuất các khu bảo tồn sau, vốn là các khu vực nằm trong vùng phân bố tiềm năng phù hợp với loài Thỏ vằn Trường Sơn trong nhiều kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau, được ưu tiên trong công tác bảo tồn:

Khu vực thứ nhất bao gồm khu bảo tồn thiên nhiên Phong Điền (Thành phố Huế), Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Huế (Thành phố Huế), Vườn Quốc gia Bạch Mã (Thành phố Huế và Thành phố Đà Nẵng), Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Quảng Nam (Thành phố Đà Nẵng) và Vườn Quốc gia Sông Thanh (Thành phố Đà Nẵng). Các khu vực này tạo thành một khối rừng liên vùng liên khoảnh lớn và có khả năng là nơi sống của các quần thể Thỏ vằn Trường Sơn trong bối cảnh biến đổi khí hậu diễn biến ngày một phức tạp. Nhiều diện tích rừng đặc dụng ở khu vực này vẫn còn chất lượng sinh cảnh tốt và vì vậy, khu vực này nên được ưu tiên cho công tác bảo tồn loài trong tương lai [3].

Khu vực thứ hai bao gồm các sinh cảnh từ Vườn Quốc gia Vũ Quang (Hà Tĩnh) và Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (Quảng Trị) tạo thành dải rừng tương đối liên vùng tiếp theo và là vùng cảnh quan sinh thái quan trọng cho công tác bảo tồn loài Thỏ vằn Trường Sơn. Dù vẫn có nhiều quần thể Thỏ vằn Trường Sơn được ghi nhận ở khu vực này, đây cũng là khu vực chịu nhiều tác động của con người. Vì vậy, công tác tuần tra, bảo vệ rừng và thực thi pháp luật về bảo tồn đa dạng sinh học sẽ đóng vai trò đặc biệt quan trọng để bảo vệ các quần thể *N. timminsi* ở khu vực cảnh quan này. Khu vực này đồng thời nằm liền kề với các khu bảo tồn tương tự ở Lào, bao gồm Khu bảo tồn đa dạng sinh học Nakai - Nam Theun và Vườn Quốc gia Hin Nam No, tạo thành dải rừng tương đối liên tục với tổng diện tích khoảng 350.000 ha. Vì vậy, việc hợp tác việc hợp tác giữa các cơ quan và tổ chức của hai nước Việt Nam và Lào sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực của biến đổi khí hậu đến loài thú nguy cấp này [24].

Một vấn đề lớn của hai khu vực này là các diện tích rừng đặc dụng ở đây tương đối tách biệt với nhau. Các hành lang đa dạng sinh học, bao

gồm các diện tích rừng phòng hộ ở hai khu vực này, có thể giúp kết nối các dải rừng này và hỗ trợ quá trình di chuyển tự nhiên của các quần thể Thỏ vằn Trường Sơn. Việc tăng khả năng di chuyển của các quần thể *N. timminsi* đồng thời có thể giúp làm giảm ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến loài này ở từng khu vực cụ thể.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, phương pháp mô hình hóa vùng phân bố bằng thuật toán MaxEnt đã được sử dụng để đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến vùng phân bố của Thỏ vằn Trường Sơn, một loài thú nguy cấp chỉ phân bố ở Việt Nam và Lào. Kết quả mô hình cho thấy, các vùng phù hợp tiềm năng với *N. timminsi* có xu hướng thu hẹp dần trong các điều kiện khí hậu tương lai, với mức giảm diện tích trung bình cho tổng diện tích là khoảng 68,73%, kể cả ở kịch bản tốt nhất. Vì vậy, trong tương lai, biến đổi khí hậu sẽ tác động ngày càng nghiêm trọng đối với loài Thỏ vằn Trường Sơn. Ngoài ra, vùng phân bố tiềm năng của Thỏ vằn Trường Sơn có thể chịu ảnh hưởng phân mảnh sinh cảnh rõ rệt, với xu hướng khu vực có điều kiện sống phù hợp dịch chuyển lên độ cao lớn hơn. Do vậy, những sinh cảnh ở những khu vực có độ cao thấp, đặc biệt là ở khu vực trung tâm của vùng phân bố chính, sẽ trở nên nhạy cảm và dễ bị tác động bởi ảnh hưởng tiêu cực của biến đổi khí hậu hơn.

Dựa vào kết quả thực địa và kết quả mô hình, nghiên cứu này đề xuất hai khu vực cảnh quan Nam Trường Sơn và Bắc Trường Sơn là các vùng phù hợp nhất về sinh khí hậu đối với loài Thỏ vằn Trường Sơn dưới tác động của biến đổi khí hậu. Vì vậy, các khu bảo tồn như Khu bảo tồn thiên nhiên Phong Điền, Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Huế, Vườn Quốc gia Bạch Mã, Khu bảo tồn thiên nhiên Sao la Quảng Nam và Vườn Quốc gia Sông Thanh, vốn là một dải rừng liên vùng liên khoảnh lớn và có khả năng là nơi sống của quần thể Thỏ vằn Trường Sơn quan trọng nhất trên thế giới, nên được ưu tiên cho công tác bảo tồn loài này trong tương lai. Ngoài ra, các khu vực bao gồm Vườn Quốc gia Vũ Quang và Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng, cùng với

các Khu bảo tồn thiên nhiên của nước bạn Lào, tạo thành dải rừng tương đối liên tục là vùng cảnh quan sinh thái quan trọng thứ hai của Thỏ vằn Trường Sơn, cũng cần ưu tiên bảo vệ.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đề tài ĐTĐL.CN-64/19, thuộc Chương trình 562, Bộ Khoa học và Công nghệ.

Tài liệu tham khảo

- [1] A. T. Nguyen, M. Le, Modeling-Facilitated Field Survey Discovers of a New Population of the Annamite Striped Rabbit in Kon Tum Province, Vietnam, *Ecology and Evolution*, Vol. 14, 2024, pp. 1-8, <https://doi.org/10.1002/ece3.70752>.
- [2] A. O. Averianov, A. V. Abramov, A. N. Tikhonov, A New Species of *Nesolagus* (Lagomorpha, Leporidae) from Vietnam with Osteological Description, *Contributions from the Zoological Institute, Russian Academy of Sciences*, Vol. 3, 2000, pp. 1-22.
- [3] A. Tilker, A. Nguyen, J. F. Abrams, T. Bhagwat, M. Le, T. V. Nguyen, A. T. Nguyen, J. Niedballa, R. Sollmann, A. Wilting, A Little-Known Endemic Caught in the South-East Asian Extinction Crisis: The Annamite Striped Rabbit *Nesolagus timminsi*, *Oryx*, Vol. 54, 2020, pp. 178-187, <https://doi.org/10.1017/S0030605318000534>.
- [4] Ministry of Agriculture and Environment, Circular No. 27/2025/TT-BNNMT of Ministry of Agriculture and Environment on Regulation of the Management of Endangered, Precious and Rare Species, The Breeding of Common Forest Species; and Implementation of Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Ministry of Agriculture and Environment, Hanoi, 2025 (in Vietnamese).
- [5] Vietnam Academy of Science and Technology, Vietnam Red Data Book - Part 1: Animals, Publishing House of Science and Technology, Hanoi, 2024 (in Vietnamese).
- [6] A. Nguyen, A. Tilker, D. Le, H. V. Le, S. V. Le, T. H. Luu, B. V. Tran, A. Wilting, New Records and Southern Range Extension of the Annamite Striped Rabbit *Nesolagus timminsi* in Vietnam, *Mammalia*, Vol. 85, 2021, pp. 417-421, <https://doi.org/10.1515/mammalia-2020-0189>.
- [7] A. T. Nguyen, A. Tilker, Q. Le, M. Le, New Records of the Annamite Striped Rabbit in Ngoc Linh, Quang Nam and Kon Tum Provinces, Vietnam, *Mammalia*, Vol. 87, 2023, pp. 374-378, <https://doi.org/10.1515/mammalia-2023-0005>.
- [8] G. T. Pecl, M. B. Araújo, J. D. Bell, J. Blanchard, T. C. Bonebrake, I. C. Chen, T. D. Clark, R. K. Colwell, F. Danielsen, B. Evengård, L. Falconi, S. Ferrier, S. Frusher, R. A. Garcia, R. B. Griffiths, A. J. Hobday, C. J. Scheepers, M. A. Jarzyna, S. Jennings, J. Lenoir, H. I. Linnertved, V. Y. Martin, P. C. McCormack, J. McDonald, N. J. Mitchell, T. Mustonen, J. M. Pandolfi, N. Pettorelli, E. Popova, S. A. Robinson, B. R. Scheffers, J. D. Shaw, C. J. B. Sorte, J. M. Strugnell, J. M. Sunday, M. N. Tuanmu, A. Vergés, C. Villanueva, T. Wernberg, E. Wapstra, S. E. Williams, Biodiversity Redistribution under Climate Change: Impacts on Ecosystems and Human Well-Being, *Science*, Vol. 355, 2017, pp. 1-9, <https://doi.org/10.1126/science.aai9214>.
- [9] N. U. Cardona, M. Blair, M. Londoño, R. Loyola, J. V. Tibatá, H. M. Devia, Species Distribution Modeling in Latin America: A 25-Year Retrospective Review, *Tropical Conservation Science*, Vol. 12, 2019, pp. 1-19, <https://doi.org/10.1177/1940082919854058>.
- [10] J. Elith, S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y. E. Chee, C. J. Yates, A Statistical Explanation of Maxent for Ecologists, *Diversity and Distributions*, Vol. 17, 2011, pp. 43-57, <https://doi.org/10.1111/j.14724642.2010.00725.x>.
- [11] T. A. Nguyen, C. T. H. Nhung, P. J. Galante, M. Le, Rapid Decline and Fragmentation of the Distribution of An Enigmatic Small Carnivore, the Owston's Civet, in Response to Future Climate Change, *Frontiers of Biogeography*, Vol. 14, 2022, pp. 1-12, <https://doi.org/10.21425/F5FBG53201>.
- [12] N. N. Bett, M. E. Blair, E. J. Sterling, Ecological Niche Conservatism in Doucs (Genus *Pygathrix*), *International Journal of Primatology*, Vol. 33, 2012, pp. 972-988, <https://doi.org/10.1007/s10764-012-9622-3>.
- [13] T. V. Nguyen, H. Man, A. Nguyen, An Assessment of Potential Distribution and Climate Change Impacts on a Critically Endangered Primate, the Delacour's Langur, the Raffles Bulletin of Zoology, Vol. 70, 2022, pp. 30-38, <https://doi.org/10.26107/RBZ-2022-0003>.
- [14] A. D. Chapman, Principles and Methods of Data Cleaning - Primary Species and Species-Occurrence Data, Report for the Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen, 2005.

- [15] A. T. Nguyen, M. Le, A. Tilker, First Record of a Mixed Species Association between Hatinh Langur (*Trachypithecus hatinhensis*) and Red-Shanked Douc (*Pygathrix nemaeus*), Ecology and Evolution, Vol. 14, 2024, pp. 1-6, <https://doi.org/10.1002/ece3.70122>.
- [16] M. E. A. Lammens, R. A. Boria, A. Radosavljevic, B. Vilela, R. P. Anderson, spThin: An R Package for Spatial Thinning of Species Occurrence Records for Use in Ecological Niche Models, Ecography, Vol. 38, 2015, pp. 541-545, <https://doi.org/10.1111/ecog.01132>.
- [17] R. G. Pearson, C. J. Raxworthy, M. Nakamura, A. T. Peterson, Predicting Species Distributions from Small Numbers of Occurrence Records: A Test Case Using Cryptic Geckos in Madagascar, Journal of Biogeography, Vol. 34, 2007, pp. 102-117, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>.
- [18] S. E. Fick, R. J. Hijmans, WorldClim 2: New 1-Km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas, International Journal of Climatology, Vol. 3, 2017, pp. 430-4315, <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- [19] R. P. Anderson, A. Raza, The Effect of the Extent of the Study Region on GIS Models of Species Geographic Distributions and Estimates of Niche Evolution: Preliminary Tests with Montane Rodents (Genus *Nephelomys*) in Venezuela, Journal of Biogeography, Vol. 37, 2010, pp. 1378-1393, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2010.02290.x>.
- [20] S. Phillips, R. Anderson, M. Dudík, R. Schapire, M. Blair, Opening the Black Box: An Open-Source Release of Maxent, Ecography, Vol. 40, 2017, pp. 887-893, <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>.
- [21] J. M. Kass, R. Muscarella, P. J. Galante, C. L. Bohl, G. E. P. Buitrago, R. A. Boria, M. S. Guardia, R. P. Anderson, ENMeval 2.0: Redesigned for Customizable and Reproducible Modeling of Species Niches and Distributions, Methods in Ecology and Evolution, Vol. 12, 2021, pp. 1602-1608, <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13628>.
- [22] K. Riahi, D. P. V. Vuuren, E. Kriegler, J. Edmonds, B. C. O'Neill, S. Fujimori, N. Bauer, K. Calvin, R. Dellink, O. Fricko, W. Lutz, A. Popp, J. C. Cuaresma, S. Kumar, M. Leimbach, L. Jiang, T. Kram, S. Rao, J. Emmerling, K. Ebi, T. Hasegawa, P. Havlik, F. Humpenöder, L. A. Da Silva, S. Smith, E. Stehfest, V. Bosetti, J. Eom, D. Gernaat, T. Masui, J. Rogelj, J. Streffler, L. Drouet, V. Krey, G. Luderer, M. Harmsen, K. Takahashi, L. Baumstark, J. C. Doelman, M. Kainuma, Z. Klimont, G. Marangoni, H. L. Campen, M. Obersteiner, A. Tabeau, M. Tavoni, The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: an Overview, Global Environmental Change, Vol. 42, 2017, pp. 153-168, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>.
- [23] M. B. Araujo, M. New, Ensemble Forecasting of Species Distributions, Trends in Ecology & Evolution, Vol. 22, 2007, pp. 4-47, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.010>.
- [24] A. T. Nguyen, A. Nguyen, M. Le, A. Wilting, A. Tilker, Camera-Trapping Reveals Both Defaunation and Conservation Priority Species in an Unprotected Forest in Vietnam, Global Ecology and Conservation, Vol. 61, 2025, pp. 1-8 e03644, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.e03644>.