

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO HOANG MẠC HÓA TỈNH NINH THUẬN

ĐINH ĐẠI GÁI

*Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
dinhgaits@gmail.com*

Tóm tắt. Hoang mạc hóa là quá trình suy thoái đất đai tại các vùng khô hạn, bán khô hạn, vùng ẩm nửa khô hạn do các nguyên nhân khác nhau, trong đó có biến đổi khí hậu và các hoạt động của con người gây ra. Ninh Thuận là một tỉnh duyên hải Nam Trung Bộ có lượng mưa trung bình hàng năm thấp và nhiệt độ cao là tiền đề cho quá trình hoang mạc hóa xảy ra. Nghiên cứu này được thực hiện trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận nhằm xây dựng bản đồ dự báo vùng nhạy cảm hoang mạc hóa và phân tích các nguyên nhân cơ bản ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình hoang mạc hóa vùng nghiên cứu. Đề tài sử dụng phương pháp Vùng nhạy cảm hoang mạc hóa để đánh giá đất nhạy cảm với quá trình HMH tại một thời điểm nhất định. Tỉnh Ninh Thuận đã được khảo sát với ba nhóm chỉ tiêu bao gồm (1) Chất lượng đất, (2) Chất lượng lớp phủ thực vật (Dựa vào bản đồ qui hoạch sử dụng đất đến năm 2020) và (3) Chất lượng khí hậu (Dựa vào kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng). Sự kết hợp chỉ số của ba nhóm chỉ tiêu khảo sát được phân thành 5 cấp độ nhạy cảm hoang mạc hóa bao gồm Không, Nhẹ, Trung Bình, Nặng và Rất Nặng (Hoang mạc đất cồn, hoang mạc cát, hoang mạc đá). Dự báo giai đoạn 2030 – 2035 vùng nghiên cứu có mức độ nhạy cảm III (HMH trung bình) có diện tích cao nhất, 94.250 ha, chiếm 28,08% tổng diện tích toàn vùng nghiên cứu; Mức độ nhạy cảm II (HMH nhẹ) có diện tích chiếm 27,56%, mức IV chiếm 14,39%, HMH (Hoang mạc hóa) đất cồn chiếm 8,83%, HMH đá 4,90%, chưa bị HMH 4,25% và thấp nhất là HMH cát chiếm 1,56%.

Từ khóa. Hoang Mạc Hóa, Chất Lượng Đất, Chất Lượng Khí Hậu, Chất Lượng Lớp Phủ Thực Vật, Ninh Thuận.

RESEARCH FORECASTING THE DESERTIFICATION OF NINH THUAN PROVINCE

Abstract. Desertification is a process that normally occurs in arid, semi-arid regions or semi-dry moisture, causing the soil to lose its productivity for various reasons. Ninh Thuan, a coastal province in the south-central region of Vietnam, has a low annual average rainfall and high temperatures, which are considered as a prerequisite for desertification. This study was conducted in Ninh Thuan province to forecast a map of the environmentally sensitive areas and to analyze the underlying causes directly affecting the desertification of the study area. The whole province was examined with three indicative groups including (1) soil quality, (2) plant cover quality (Based on the land use planning to 2020), (3) climatic quality (Based on climate change scenarios and sea level rise). The combined index of the three examined groups was classified into five sensitive levels, including Non-sensitive, slight, moderate, high, and most (Desert barren land, desert sand, desert rocks). In 2035 the study area will have sensitive level III has the highest area, 94,250 ha, accounting for 28.08% of the total area of the study area; Sensitivity level II has an area of 27.56%, level IV accounts for 14.39%, desert has an average of 8.83%, desert rocks is 4.90%, has not been desert 4.25% and lowest is desert sand accounts for 1.56%.

Keywords. Land desertification, Soil Quality, Climatic Quality, Plant Cover Quality, Ninh Thuan.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hoang mạc hóa (Desertification) là quá trình suy thoái đất đai tại các vùng khô hạn, bán khô hạn, vùng ẩm nửa khô hạn do các nguyên nhân khác nhau, trong đó có biến đổi khí hậu và các hoạt động của con người gây ra [1]. Như vậy, thực tế hoang mạc hóa (HMH) là quá trình suy thoái đất, làm mất đi năng suất sinh học của đất bởi các nhân tố do con người và biến đổi khí hậu [2]. Theo FAO-UNEP [1] các quá trình HMH chủ yếu bao gồm: Quá trình thoái hóa thảm thực vật, quá trình xói mòn do nước, quá trình xói mòn do gió, quá trình mặn hóa, quá trình suy giảm chất hữu cơ, quá trình kết von, đá ong và quá trình tích

lũy độc tố trong đất. Mặc dù có nhiều khái niệm khác nhau về HMH nhưng đều có nhận định chung đó là: Quá trình thoái hóa (suy thoái) đất dẫn đến giảm sức sản xuất của đất một cách nghiêm trọng, thậm chí làm mất đi sức sản xuất đất.

Những nguyên nhân tự nhiên gây nên sa mạc hóa không thể tách rời các yếu tố nhiệt độ, độ ẩm và lượng mưa. Các yếu tố này tác động cộng hợp với nhau tạo nên những vùng khí hậu hanh khô, tạo tiền đề cho sự HMH. Hậu quả từ áp lực quá cao của con người trong việc khai thác đất đai và cây trồng, đặc biệt vào những thời điểm hạn hán hoặc mưa quá mức. Vùng Dust Bowl, Great Plains của Hoa Kỳ, sự thoái hóa đất ở Sahel, cao nguyên Ethiopian và vùng Mendoza của Argentina hay là các vùng đồi dốc ven biển miền Trung, Nam Trung bộ của ta là tất cả những minh họa sống động của sự lạm dụng của con người vào đất đai.

Theo Nguyễn Lập Dân [3] năm 2000, nước ta có khoảng 9,3 triệu ha đất liên quan đến HMH, (chiếm khoảng 28% tổng diện tích đất của cả nước), trong đó có 5,06 triệu ha chưa sử dụng, khoảng 2 triệu ha đang sử dụng bị thoái hóa nặng và hơn 2 triệu ha đang có nguy cơ thoái hóa cao. Hoang mạc ở Việt Nam không tập trung thành vùng rộng hàng trăm ngàn ha như các quốc gia khác, mà phân bố rải khắp ở 4 vùng: Tây Bắc, Duyên hải miền Trung (DHMT), Tây Nguyên và Tứ Giác Long Xuyên. Trong đó, DHMT có nhiều hoang mạc hơn cả. Đó là các dải cát hẹp trải dài dọc biển, tập trung ở 10 tỉnh từ Quảng Bình đến Bình Thuận với diện tích khoảng 419.000 ha. Theo thống kê trên bản đồ của FAO - UNESCO, Việt Nam có khoảng 462.000 ha cát ven biển (chiếm khoảng 1,4% tổng diện tích tự nhiên toàn quốc) và 87.800 ha trong số này là các đụn cát, đồi cát lớn di động. Nguy cơ gia tăng HMH ở Việt Nam khá cao, thể hiện qua 8 quá trình thoái hóa đất như: quá trình cát bay gây lấp đồng ruộng, làng mạc ở Quảng Bình, Quảng Trị, quá trình cát chảy (cát chảy theo nước) phủ đồng ruộng quanh các cồn cát ven biển Quảng Bình; quá trình mặn hóa trên hầu khắp các tỉnh ven biển miền Trung do xâm nhập mặn từ biển, quá trình muối hóa vùng hẹp ven biển Ninh Thuận, Bình Thuận do khô hạn kéo dài, quá trình xâm nhập sỏi cát vào đồng ruộng do lũ lụt ở hạ lưu các con sông từ Quảng Ngãi đến Bình Định; quá trình khô hạn hóa do phá rừng đầu nguồn; quá trình đá ong hóa ở Trung Du Miền núi Phía Bắc, quá trình xói mòn, giảm độ phì của đất ở các vùng đồi núi [4]. Hiện nay, những hoang mạc cát ven biển đang mở rộng dần về phía Tây tới vùng bán sơn địa thuộc các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ. Ngoài ra, một số vùng đất bị thoái hóa nghiêm trọng ở Tây Bắc, Tây Nguyên và vùng núi phía Bắc (Sông Mã-Yên Châu, Sơn La; Ayunpa, Easup, Gia Lai; Mường Khương-Si Ma Cai, Lào Cai) cũng tiềm ẩn những nguy cơ hoang mạc hóa.

Hoang mạc hóa đất là vấn đề toàn cầu vì hiện nay có khoảng 41% diện tích đất toàn cầu bị khô hạn và đó là nơi sinh sống của khoảng 38% tổng dân số thế giới sống [5]. Ninh Thuận là một tỉnh ven biển Nam Trung Bộ có chiều dài đường bờ biển khoảng 105km và do đó có khí hậu chịu chi phối khá nhiều từ biển. Địa hình đặc thù của tỉnh là các dãy núi cao từ 1.200m đến 2.000m bao bọc xung quanh, chiếm khoảng 70% diện tích tự nhiên (DTTN), tạo nên một vòng cung chắn gió từ phía Bắc qua Tây và Tây Nam. Trong khi đó vào mùa gió Đông Bắc (Từ tháng IX đến tháng II năm sau) mang lại lượng mưa chủ yếu trong năm, bị các dãy núi cao ở phía Bắc chắn lại đã làm giảm đáng kể lượng mưa trong mùa mưa; ngoài khơi biển Đông thuộc khu vực Ninh Thuận có hai dòng hải lưu đối ngược nhau di chuyển gần bờ qua vùng biển này, trong đó có một dòng nóng di chuyển từ Phía Nam và một dòng lạnh từ phía Bắc xuống. Vị trí của hai dòng này đã quyết định khá lớn đến chi phối mưa từ biển vào Ninh Thuận; dòng biển lạnh di chuyển gần bờ, trong khi đó dòng biển nóng di chuyển ở ngoài, làm cản trở quá trình tạo mưa cho khu vực đất liền. Do đó, tỉnh Ninh Thuận có kiểu khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình với đặc trưng là khô nóng, gió nhiều, bốc hơi mạnh. Cùng với sự biến đổi khí hậu bất thường trong những năm gần đây, thực tế quá trình HMH trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận diễn ra khá phức tạp.

Hoang mạc hóa là quá trình thay đổi tính chất đất trong một khoảng thời gian nhất định nào đó. Điều này có nghĩa rằng tại một thời điểm khảo sát và đánh giá vùng đất khó có thể đưa ra những kết luận về mức độ HMH đất [6]. Các nghiên cứu trên thế giới cũng chưa đưa ra được phương thức đánh giá hoang mạc hóa đất tại một thời điểm lấy mẫu. Tuy nhiên Kosmas *et al.* (1999) đưa ra khái niệm và xây dựng phương pháp Vùng nhạy cảm hoang mạc hóa để đánh giá đất nhạy cảm với quá trình HMH tại một thời điểm nhất định. Phương pháp vùng nhạy cảm HMH dựa vào nguyên tắc của phương pháp đa yếu tố đánh giá sử dụng đất [7]. Phương pháp này sau đó đã được sử dụng để đánh giá tính nhạy cảm đối với HMH đất ở Iran [8]. Ở Việt Nam nhóm tác giả Lê Thị Thu Hiền gọi phương pháp này là “Tiếp cận nhạy cảm HMH” khi áp dụng để đánh giá tình trạng HMH tỉnh Bình Thuận [9]. Ưu điểm của phương pháp này là cho phép đánh giá chi tiết thông qua sự kết hợp cả ba nhóm chỉ số về khí hậu, đất đai và thực vật [6].

Phương pháp này còn cho phép xác định các yếu tố chính gây ra tình trạng HMH vùng nghiên cứu thông qua phép phân tích đa tiêu chí [9].

Trong những năm qua, có khá nhiều công trình nghiên cứu và dự án khoa học liên quan đến vấn đề HMH, đặc biệt từ 2005 trở lại đây. Nguyễn Văn Cư và các cộng sự [10] đã thực hiện đề tài cấp Nhà nước “Nguyên nhân, giải pháp phòng ngừa và ngăn chặn quá trình HMH vùng Nam Trung Bộ (vùng Ninh Thuận, Bình Thuận)”; Đề tài bước đầu đã xác định được hiện trạng của 4 loại hình hoang mạc, phân tích nguyên nhân và đề xuất giải pháp kiểm soát, cải tạo HMH cho vùng nghiên cứu. Ngô Đình Tuấn [11] đã chủ trì đề tài “Nghiên cứu ứng dụng đồng bộ các giải pháp khoa học và công nghệ nhằm phát triển bền vững kinh tế - xã hội - môi trường vùng khan hiếm nước Ninh Thuận, Bình Thuận phòng chống HMH”; Đề tài không chỉ đưa ra những cơ sở giải pháp khoa học đồng bộ phòng chống HMH mà còn đưa ra mô hình tưới tiết kiệm nước cho vùng khan hiếm nước Ninh Thuận và Bình Thuận. Nguyễn Lập Dân và các cộng sự đã thực hiện hai công trình “Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hạn hán và sa mạc hoá để xây dựng hệ thống quản lý, đề xuất các giải pháp chiến lược và tổng thể giảm thiểu tác hại: nghiên cứu điển hình cho Đồng bằng sông Hồng và Nam Trung Bộ” [3] và “quản lý hạn hán và sa mạc hóa vùng Nam Trung Bộ trong bối cảnh BĐKH” [12]; Trong hai tài liệu này, nhóm nghiên cứu đã đánh giá được thực trạng hạn hán nói chung và những tác động của hạn hán đến SXNN nói riêng, đưa ra được các kịch bản hạn hán trong bối cảnh BĐKH, từ đó đề xuất các giải pháp chiến lược và tổng thể quản lý hạn Quốc Gia, phòng ngừa, ngăn chặn và phục hồi các vùng HMH. Phạm Quang Vinh và cộng sự [13] đã thực hiện thành công đề tài hợp tác Nghị định thư Việt – Bi về đánh giá tác động của BĐKH và HMH đến môi trường tự nhiên – KTXH tỉnh Bình Thuận; Các điều kiện tự nhiên (đất, nước, thảm thực vật) và các điều kiện KTXH (các vấn đề xã hội, vấn đề sử dụng đất, vấn đề sử dụng tài nguyên nước) của tỉnh Bình Thuận đã được phân tích đánh giá trong mối quan hệ với hạn hán và HMH; Đề tài cũng đã xây dựng được kịch bản hạn hán theo kịch bản BĐKH, xây dựng dữ liệu GIS cho tỉnh Bình Thuận và đề xuất hệ thống giải pháp chiến lược ứng phó với hạn hán và HMH. Uông Đình Khanh [14] đã nghiên cứu đặc điểm địa mạo vùng đồi và đồng bằng ven biển Ninh Thuận, Bình Thuận và có những kiến nghị định hướng sử dụng lãnh thổ bảo vệ môi trường từ góc độ địa mạo; Những luận giải về các quá trình địa mạo trong công trình nghiên cứu này là cơ sở cho những phân tích thực trạng và dự tính HMH ở tỉnh Bình Thuận.

Trong nghiên cứu này tác giả thực hiện với mục tiêu *Dự báo vùng nhạy cảm HMH của tỉnh Ninh Thuận dựa trên kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng của Bộ TNMT* [Bộ Tài nguyên Môi trường, 2016] cũng như phân tích các nguyên nhân cơ bản trực tiếp gây ra sự nhạy cảm HMH trên địa bàn các đơn vị hành chính thuộc tỉnh Ninh Thuận. Nghiên cứu được thực hiện dựa vào phương pháp Vùng nhạy cảm HMH, ba nhóm tiêu chí được phân tích bao gồm chất lượng đất, chất lượng lớp phủ thực vật và chất lượng khí hậu có tham khảo hướng dẫn của Thông tư 14/2012/BTNMT.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận có tọa độ địa lý 11°18'14" đến 12°09'15" vĩ độ Bắc, 108°09'08" đến 109°14'25" kinh độ Đông, cách thủ đô Hà Nội 1.385km. Diện tích tự nhiên toàn tỉnh là 3.355,34 km², chiếm 1,045% tổng DTTN cả nước. Ninh Thuận có 7 đơn vị hành chính gồm 1 thành phố và 6 huyện. Thành phố Phan Rang Tháp Chàm là thành phố thuộc tỉnh, trung tâm chính trị, kinh tế và văn hoá của tỉnh.

Do nằm trong khu vực có vùng khô hạn nhất cả nước, nên tỉnh Ninh Thuận có kiểu khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình với đặc trưng là khô nóng, gió nhiều, bốc hơi mạnh từ 670-1.287mm/năm. Lượng mưa trung bình hàng năm khoảng 700 đến 800 mm ở Phan Rang và tăng dần theo độ cao lên đến 1.100 mm ở vùng núi. Nhiệt độ trung bình hàng năm là 27°C. Khí hậu hàng năm có 2 mùa rõ rệt: Mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 11; mùa khô từ tháng 12 đến tháng 8 năm sau. Do điều kiện khí hậu nắng nóng kéo dài gần như quanh năm, lượng bốc hơi lớn, tổng lượng mưa bình quân nhiều năm ở nhiều nơi vùng ven biển nhỏ hơn 500 - 600 mm, trong khi vùng sườn núi Trường Sơn có lượng mưa trên 1.500 mm.

2.2. Phương pháp Vùng nhạy cảm HMH

Phương pháp sử dụng để xây dựng bản đồ nhạy cảm HMH được nghiên cứu và phát triển bởi nhóm nghiên cứu của Parvari *et al.* [15]. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp này để phân tích

tình hình nhạy cảm HMH tỉnh Ninh Thuận với một số điều chỉnh các thông số cho phù hợp với điều kiện nghiên cứu. Các điểm chính của phương pháp Vùng nhạy cảm HMH như sau:

Nhóm chất lượng đất [6]

Nhóm chất lượng lớp phủ đất

Cơ sở để xây dựng bản đồ lớp phủ thực vật là các tài liệu sau: (1) Qui hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Ninh Thuận đến năm 2020 (Thủ tướng chính phủ phê duyệt tại Quyết định số: 1222/QĐ-TTg, ngày 22/7/2011); (2) Điều chỉnh Qui hoạch sử dụng đất đến năm 2020 và (3) Qui hoạch tổng thể phát triển ngành Nông - Lâm - Thủy sản tỉnh Ninh Thuận đến 2020. Việc xây dựng bản đồ dự báo lớp phủ thực vật căn cứ vào nhu cầu sử dụng đất đến năm 2020.

Tính chất lớp phủ thực vật được đánh giá theo 4 tiêu chí bao gồm nguy cơ cháy, tính chống xói mòn, tính chịu hạn, và độ che phủ. Điểm số của các chỉ số này cũng được lượng hóa như các chỉ số về tính chất đất [6].

Nhóm chất lượng khí hậu

Tính chất khí hậu sử dụng để đánh giá tính nhạy cảm trình HMH là tổng lượng mưa và lượng bốc hơi tiềm tàng (PET), số liệu lượng mưa, lượng bốc hơi căn cứ vào kịch bản Biến đổi khí hậu và nước biển dâng của tỉnh Ninh Thuận. Tỷ số giữa lượng mưa và lượng bốc hơi được sử dụng để đánh giá chất lượng khí hậu vùng nghiên cứu [6].

Phân hạng vùng nhạy cảm HMH

Từ kết quả đánh giá các nhóm chỉ tiêu đơn là chất lượng đất, chất lượng lớp phủ thực vật và tính chất khí hậu, chỉ số nhạy cảm HMH được tính toán và phân hạng theo Bảng 1:

Bảng 1. Tiêu chuẩn phân hạng vùng nhạy cảm HMH

Cấp độ HMH	Mô tả	Chỉ số nhạy cảm HMH
1	Chưa nhạy cảm với HMH	<1,2
2	Nhạy cảm nhẹ với HMH	1,2 – 1,4
3	Nhạy cảm trung bình với HMH	1,4 – 1,6
4	Nhạy cảm nặng với HMH	1,6 – 1,8
5	Nhạy cảm rất nặng với HMH	>1,8

2.3. Các bản đồ đầu vào

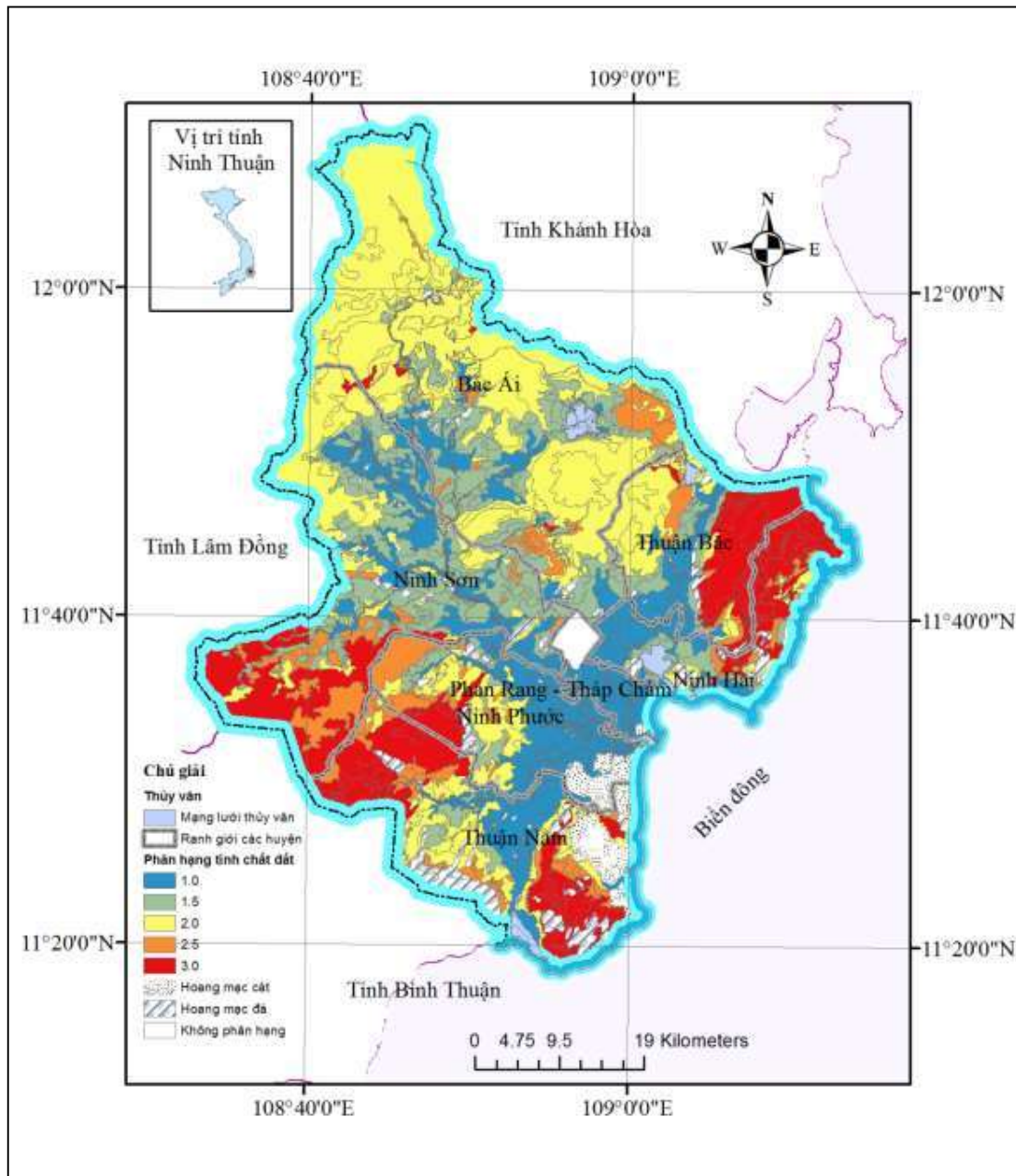
Để thực hiện nghiên cứu này, các bản đồ qui hoạch sử dụng đất, bản đồ đất và bản đồ hành chính tỉnh Ninh Thuận đã được sử dụng. Các bản đồ này được cung cấp bởi Sở Tài nguyên và MT tỉnh Ninh Thuận. Thêm vào đó, bản đồ dự báo tính chất khí hậu vùng nghiên cứu (lượng mưa và lượng bốc hơi tiềm tàng (PET) được tính toán và cung cấp bởi Đài Khí Tượng Thủy Văn tỉnh Ninh Thuận (Dựa vào Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng, của Bộ TNMT, 2016).

2.4. Xây dựng bản đồ nhạy cảm HMH

Quá trình xây dựng bản đồ nhạy cảm HMH được thực hiện theo tuần tự các bước: (1) Bản đồ thổ nhưỡng và căn cứ vào các tiêu chí về chất lượng đất để cho điểm từng tiểu khu vực một; (2) Bản đồ qui hoạch sử dụng đất và phân hạng các tiêu chí về lớp phủ thực vật của từng tiểu khu vực một; (3) xây dựng bản đồ lượng mưa và PET; (4) xây dựng bản đồ hệ số P/PET từ ArcGis 10.4; (5) chồng 3 lớp bản đồ theo mối liên hệ không gian; (6) phân hạng vùng nhạy cảm HMH dựa vào các thông tin ở bảng 4. Trong quá trình phân hạng, nếu vùng đất bị cát hoặc đá thì sẽ không tiến hành phân hạng và xếp các vùng này thuộc nhóm hoang mạc cát, hoặc hoang mạc đá [18]. Các vùng khác như sông suối, ao hồ cũng không được phân hạng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả phân hạng tính chất đất



Hình 1. Bản đồ phân hạng chất lượng đất tỉnh Ninh Thuận

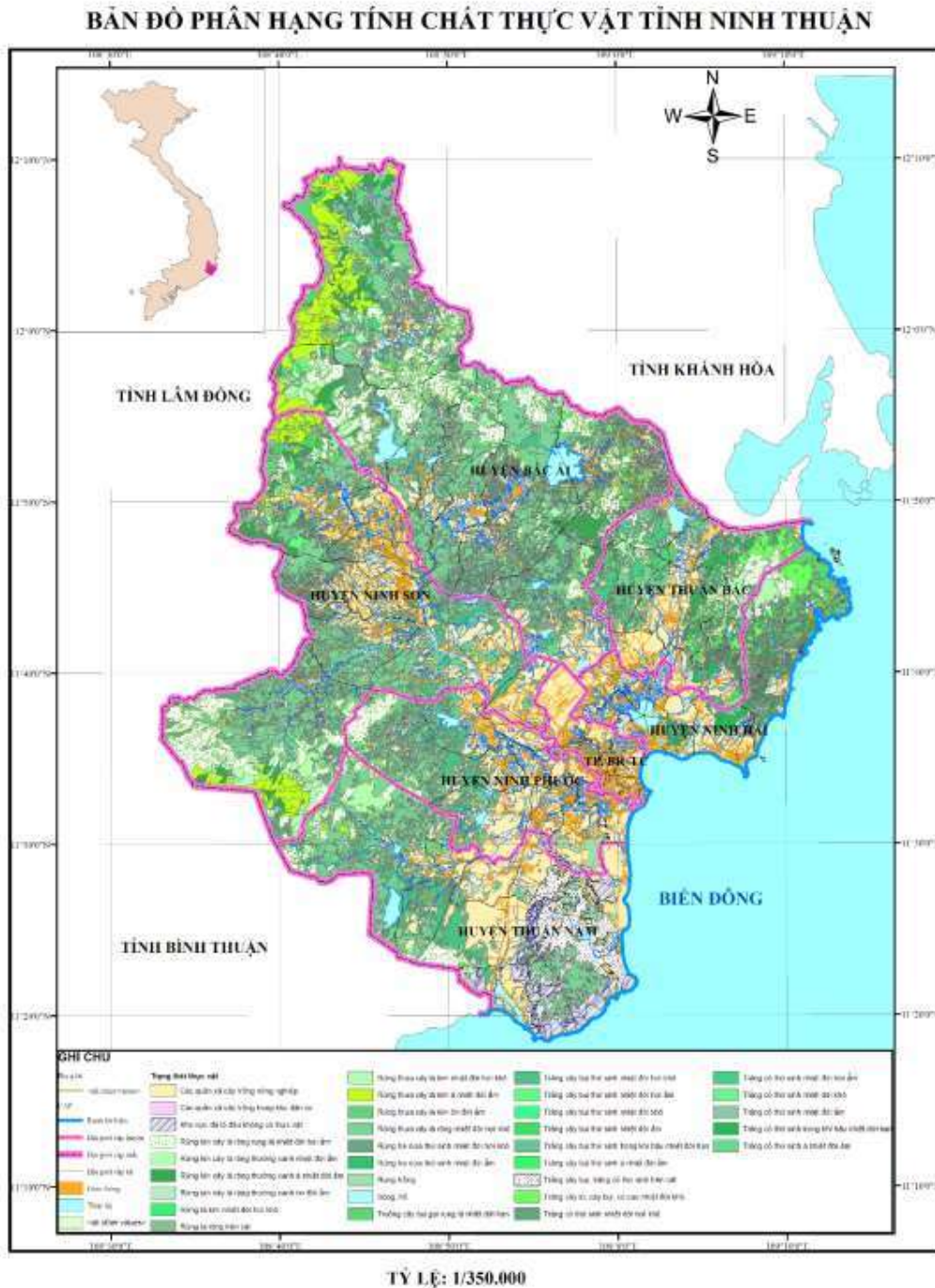
Diện tích đất có chất lượng kém với chỉ số chất lượng ở mức 2,5 đến 3 tập trung chủ yếu vào 3 vùng chính, Đông Nam, Đông Bắc, và vùng phía Tây Nam. Các yếu tố quyết định tính chất đất kém ở vùng này chủ yếu là do (1) thành phần cơ giới là cát, cát pha, hoặc sét (2) độ dốc cao, trên 18% và (3) tầng dày đất mỏng, <50cm.

Bảng 2. Diện tích đất tương ứng với các hệ số chất lượng tính chất đất

Huyện	Đơn vị	Hệ số chất lượng tính chất đất					Hoang mạc cát	Hoang mạc đá	Không phân hạng	Tổng
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0				
Bác Ái	Ha	6117	20042	68530	4803	555	339	1143	1194	102722
	%	1,8	6,0	20,4	1,4	0,2	0,1	0,3	0,4	30,6
Ninh Hải	Ha	4847	1996	957	1325	10049	1465	1711	3009	25358
	%	1,4	0,6	0,3	0,4	3,0	0,4	0,5	0,9	7,6
Ninh Phước	Ha	11795	2698	6779	4387	3173	499	1145	3720	34195
	%	3,5	0,8	2,0	1,3	0,9	0,1	0,3	1,1	10,2
Ninh Sơn	Ha	11828	22245	17767	6627	15176	364	1230	1944	77181
	%	3,5	6,6	5,3	2,0	4,5	0,1	0,4	0,6	23,0
Phan Rang - Tháp Chàm	Ha	4396	247	20	152	0	319	43	2743	7919
	%	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,8	2,4
Thuận Bắc	Ha	5288	3671	9559	1733	9598	210	963	805	31826
	%	1,6	1,1	2,8	0,5	2,9	0,1	0,3	0,2	9,5
Thuận Nam	Ha	7826	1626	9110	5965	16515	2238	7663	5389	56333
	%	2,3	0,5	2,7	1,8	4,9	0,7	2,3	1,6	16,8
Tổng	Ha	52096	52524	112722	24992	55066	5434	13897	18803	335534
	%	15,5	15,6	33,6	7,4	16,4	1,6	4,1	5,6	100,0

Số liệu ở bảng 5 cho thấy diện tích đất được phân hạng ở mức 2,5 đến 3 tập trung ở các huyện Ninh Hải (3,4%), Ninh Sơn (6,5%), và Thuận Nam (6,6%). Đối với toàn tỉnh tổng diện tích đất có tính chất ở hạng 2,5 đến 3 là khoảng 80.000ha, tương đương 24% tổng DTTN của vùng nghiên cứu. Phần diện tích thuộc thành phố Phan Rang – Tháp Chàm có tính chất đất rất tốt, với gần 100% tổng diện tích đất của đơn vị được đánh giá ở mức 1 và 1,5, ngoại trừ khoảng 319 ha thuộc các nhóm đất cát biển (hoang mạc cát). Hai huyện Bác Ái và Ninh Sơn có diện tích đất được phân hạng ở các mức 1 và 1,5 chiếm tỷ trọng khá lớn, tương ứng 26.000 ha và 34.000 ha. Toàn tỉnh có phần diện tích được phân ở nhóm 1 và 1,5 chiếm 105.000 ha, tương đương 16% tổng diện tích.

3.2. Kết quả phân hạng chỉ tiêu lớp che phủ đất



Hình 2. Bản đồ dự báo phân hạng chất lượng lớp phủ thực vật tỉnh Ninh Thuận năm 2035 thông qua tính chất sử dụng đất theo quy hoạch SĐĐ năm 2020

Chất lượng lớp phủ thực vật được đánh giá dựa vào 4 tiêu chí bao gồm nguy cơ cháy, tính chống xói mòn, tính chịu hạn, và độ che phủ, và được phân thành 5 mức độ. Tuy nhiên, vùng nghiên cứu không có diện tích nào được đánh giá ở mức kém nhất, mức độ 5, với hệ số chất lượng là 3 (Hình 2). Vùng đất có

hệ số chất lượng lớp phủ thực vật kém, 2,5, nằm ở khu vực trung tâm tỉnh về phía biển. Các vùng có hệ số chất lượng lớp phủ thực vật tốt nhất, hệ số 1, nằm ở hướng Tây Bắc, và Tây Nam.

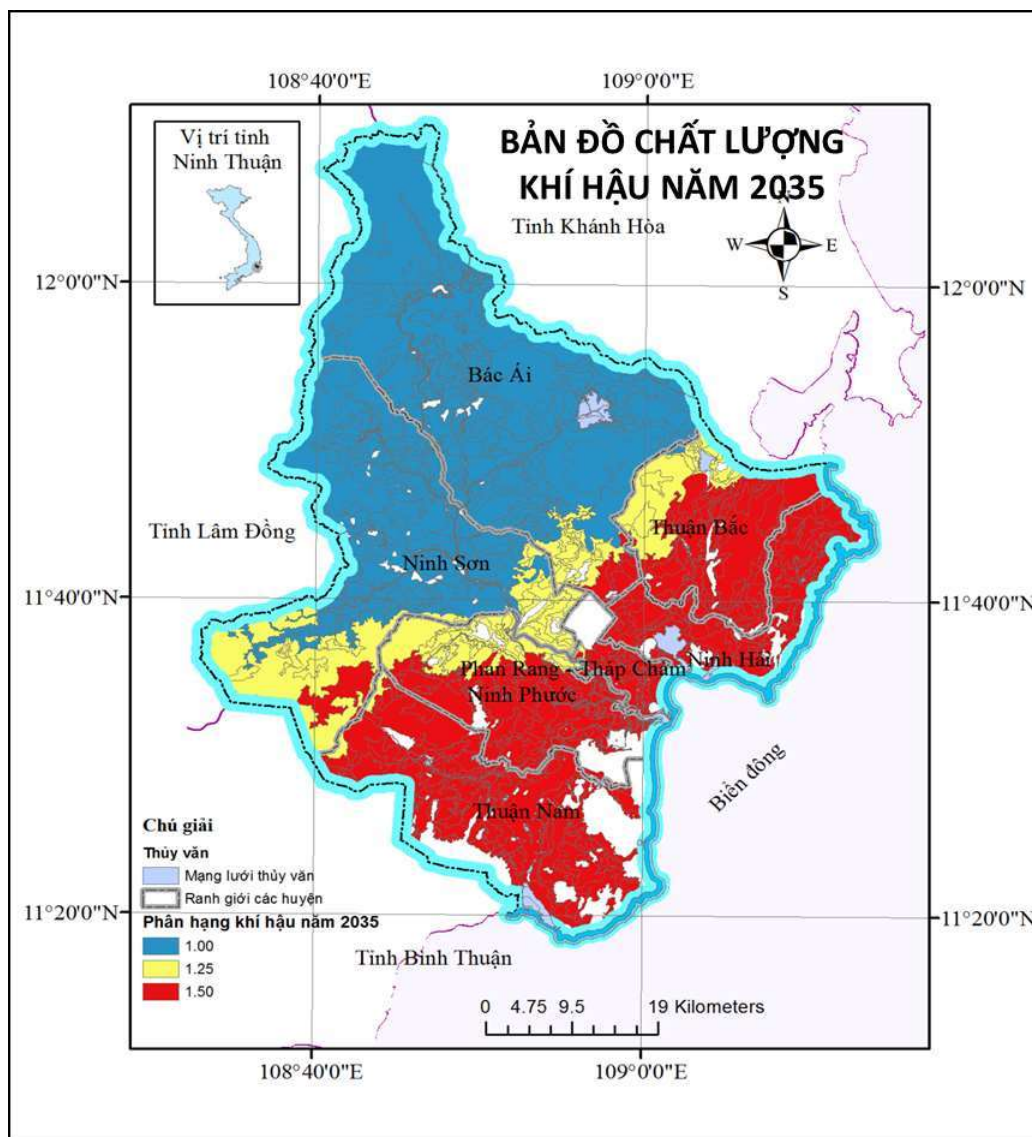
Bảng 3. Diện tích đất tương ứng với các hệ số chất lượng lớp phủ thực vật

Huyện	Đơn vị	Các mức độ về chất lượng sử dụng đất					Hoang mạc cát	Hoang mạc đá	Không phân hạng	Tổng
		1	1.5	2	2.5	3				
Bác Ái	Ha	69529	82	16463	10855	0.0	339	1105	4349	102722
	%	20.7	0.0	4.9	3.2	0.0	0.1	0.3	1.3	30.6
Ninh Hải	Ha	3791	11	7144	6562	0.0	1414	2259	4177	25358
	%	1.1	0.0	2.1	2.0	0.0	0.4	0.7	1.2	7.6
Ninh Phước	Ha	7532	164	6878	12738	0.0	497	1145	5242	34195
	%	2.2	0.0	2.0	3.8	0.0	0.1	0.3	1.6	10.2
Ninh Sơn	Ha	38504	39	9643	23167	0.0	364	1230	4234	77181
	%	11.5	0.0	2.9	6.9	0.0	0.1	0.4	1.3	23.0
Phan Rang – T. Chàm	Ha	0	0	254	1903	0.0	291	43	5428	7919
	%	0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	0.1	0.0	1.6	2.4
Thuận Bắc	Ha	15742	209	5320	6371	0.0	187	1042	2955	31826
	%	4.7	0.1	1.6	1.9	0.0	0.1	0.3	0.9	9.5
Thuận Nam	Ha	18393	169	5343	12156	0.0	2161	9649	8463	56333
	%	5.5	0.1	1.6	3.6	0.0	0.6	2.9	2.5	16.8
Tổng	Ha	153491	674	51045	73752	0.0	5253	16472	34847	335534
	%	45.7	0.2	15.2	22.0	0.0	1.6	4.9	10.4	100.0

Vùng nghiên cứu dự báo có đến 45,7% (Năm 2016 chỉ có 38%) tổng diện tích được che phủ bởi lớp phủ thực vật chất lượng tốt có hệ số chất lượng lớp phủ đất là 1 (Trong qui hoạch sử dụng đất bố trí trồng các loại cây lâu năm và trồng rừng, do vậy độ che phủ khá tốt). Trong lúc đó có 22% tổng diện tích vùng nghiên cứu có hệ số chất lượng lớp phủ thực vật là 2,5, và 15,2% có hệ số là 2. Hầu hết 100% diện tích thuộc thành phố Phan Rang – Tháp Chàm có hệ số chất lượng lớp phủ đất kém, có giá trị từ 2 đến 2.5. Lớp phủ thực vật ở đây có khả năng kháng hạn và bảo vệ xói mòn kém. Tương tự như vậy, huyện Ninh Hải cũng có hầu hết diện tích được phủ bởi lớp thực vật chất lượng kém, với hệ số là 2 và 2,5. Đối với hai huyện Bác Ái và Ninh Sơn nằm về phía Tây Bắc và Tây Nam của tỉnh có phần lớn diện tích được phân hạng tốt về tiêu chí lớp phủ thực vật. Diện tích của hai huyện này có hệ số chất lượng lớp phủ thực vật loại 1 là Bác Ái 69.529 ha (20,7%) và Ninh Sơn 38.504 ha (11,5%).

3.3. Kết quả phân hạng tiêu chí khí hậu

Theo kịch bản RCP 4.5, vào đầu thế kỷ 21, lượng mưa năm có xu thế tăng lên trên phạm vi toàn tỉnh Ninh Thuận, phổ biến từ 5 - 15% so với thời kỳ cơ sở 1986 -2005; tăng dưới 5% xảy ra ở một phần khu vực phía Tây huyện Bác Ái và huyện Ninh Sơn. Đến giữa thế kỷ 21, lượng mưa năm có mức tăng phổ biến từ 10 - 15%; xu thế tăng chậm hơn, dưới 10% trên khu vực vùng núi phía Tây của tỉnh. Đến cuối thế kỷ 21, mức biến đổi của lượng mưa năm có phân bố không gian tương tự như thời kỳ giữa thế kỷ, tuy nhiên vùng có mức tăng từ 10 - 15% thu hẹp hơn và một phần phía Tây huyện Bác Ái và Ninh Sơn lượng mưa tăng dưới 5%. (*Đài Khí tượng – Thủy văn Ninh Thuận, 2016*).



Hình 3. Bản đồ phân hạng dự báo tính chất khí hậu tỉnh Ninh Thuận giai đoạn 2030 - 2035

Đề tài sử dụng tính chất khí hậu để dự báo quá trình HMH là tổng lượng mưa và lượng bốc hơi tiềm năng (PET) cho toàn địa bàn tỉnh căn cứ vào kịch bản biến đổi khí hậu phát thải trung bình RCP 4.5 (do Đài Khí tượng Thủy văn Ninh Thuận cung cấp). Tỷ số giữa lượng mưa và lượng bốc hơi (chỉ số HMH) được sử dụng để đánh giá chất lượng khí hậu vùng nghiên cứu (Hadeel *et al.*, 2010). Bản đồ phân hạng tính chất khí hậu vùng nghiên cứu (Hình 3) cho thấy càng về phía biển chất lượng khí hậu càng giảm. Có nghĩa rằng đất càng dễ bị HMH khi càng gần phía biển. Càng xa biển hệ số chất lượng khí hậu vùng nghiên cứu càng tốt.

Bảng 4. Diện tích đất tương ứng với hệ số chất lượng khí hậu

Huyện	Đơn vị	Các vùng khí hậu theo chỉ số P/PET					Hoang mạc cát	Hoang mạc đá	Không phân hạng	Tổng
		1.0	1.25	1.50	1.75	2.0				
Bác Ái	Ha	91310	3999	1620	0.0	0.0	339	1105	4349	102722
	%	27.2	1.2	0.5	0.0	0.0	0.1	0.3	1.3	30.6
Ninh Hải	Ha	0	0	17508	0.0	0.0	1414	2259	4177	25358

	%	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.4	0.7	1.2	7.6
Ninh Phước	Ha	328	8963	18021	0.0	0.0	497	1145	5242	34195
	%	0.1	2.7	5.4	0.0	0.0	0.1	0.3	1.6	10.2
Ninh Sơn	Ha	47214	21644	2496	0.0	0.0	364	1230	4234	77181
	%	14.1	6.4	0.7	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	23.0
Phan Rang – T. Chàm	Ha	0	677	1480	0.0	0.0	291	43	5428	7919
	%	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	1.6	2.4
Thuận Bắc	Ha	1454	7772	18417	0.0	0.0	187	1042	2955	31826
	%	0.4	2.3	5.5	0.0	0.0	0.1	0.3	0.9	9.5
Thuận Nam	Ha	0	1652	34409	0.0	0.0	2161	9649	8463	56333
	%	0.0	0.5	10.2	0.0	0.0	0.6	2.9	2.5	16.8
Tổng	Ha	140306	44706	93950	0.0	0.0	5253	16472	34847	335534
	%	41.8	13.3	28.0	0.0	0.0	1.6	4.9	10.4	100.0

Vùng nghiên cứu không có khu vực nào có khí hậu với chất lượng quá kém, hệ số chất lượng từ 1,75 đến 2 (Bảng 4). Hầu hết diện tích huyện Ninh Hải, Thuận Nam và thành phố Phan Rang – Tháp Chàm có hệ số chất lượng khí hậu ở mức 1,5. Các huyện Bắc Ái và Ninh Sơn có diện tích trong vùng khí hậu chất lượng tốt (hệ số chất lượng mang giá trị 1) chiếm phần lớn, tương ứng là 27,2% và 14,1% tổng diện tích toàn vùng nghiên cứu. Các huyện Ninh Phước, Thuận Bắc và Thuận Nam có diện tích dàn trải trong cả ba vùng khí hậu, tuy nhiên phần diện tích trong vùng khí hậu chất lượng kém, hệ số 1,5, chiếm phần lớn so với hai vùng còn lại.

3.4. Vùng nhạy cảm HMH

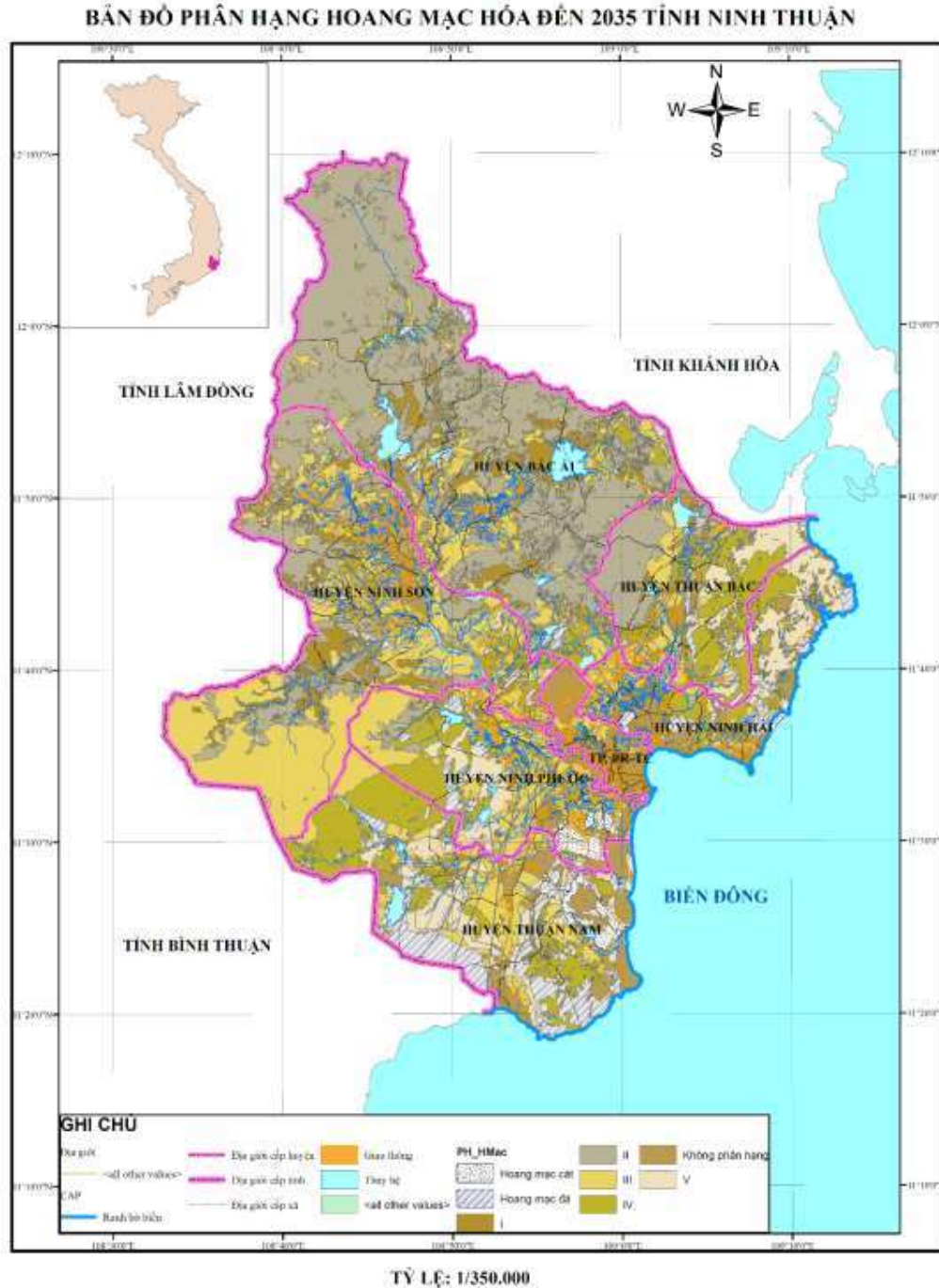
Các lớp bản đồ về chất lượng đất, chỉ số khí hậu và chất lượng lớp phủ thực vật được chồng lên nhau (overlay) dựa vào mối quan hệ không gian và sử dụng phần mềm ArcGis 10.4. Việc chồng lớp được thực hiện theo thứ tự từ lớp tính chất đất, tính chất khí hậu theo kịch bản biến đổi khí hậu và lớp phủ thực vật theo qui hoạch sử dụng đất 2020. Dự báo đến năm 2035 lượng mưa sẽ tăng từ 10 – 15%, nếu cơ cấu các loại cây trồng theo đúng dự báo của QHSDD (Lớp phủ thực vật) thì mức độ khô hạn, HMH sẽ được dự báo như sau:

Khu vực nghiên cứu được phân thành 7 vùng nhạy cảm HMH (Hình 4). Vùng phía Tây Bắc có có mức nhạy cảm HMH mức I, II và III. Khu vực hoang mạc cát nằm gần hoặc tiếp giáp biển, trong lúc đó vùng hoang mạc đá chủ yếu tập trung về phía Đông Nam của tỉnh. Phía Đông Bắc phần lớn tập trung vùng có mức độ HMH nặng (HMH đất cằn, HMH cát và HMH đá).

Bảng 5. Dự báo diện tích đất tương ứng với các hệ số vùng nhạy cảm HMH giai đoạn 2030-2035

Huyện	Đơn vị	Các mức độ HMH đất							Không phân hạng	Tổng
		I	II	III	IV	V (HM đất cằn)	V (HM cát)	V (HM đá)		
Bắc Ái	Ha	7331	65221	18264	5258	855	339	1105	4349	102722
	%	2.2	19.4	5.4	1.6	0.3	0.1	0.3	1.3	31.0
Ninh Hải	Ha	13	62.3	3731.0	6734.3	6967.0	1414.4	2258.9	4176.7	25358.1
	%	0.0	0.0	1.1	2.0	2.1	0.4	0.7	1.2	7.6
Ninh Phước	Ha	141	1455	15176	4904	5636	497	1145	5242	34195
	%	0.0	0.4	4.5	1.5	1.7	0.1	0.3	1.6	10.2
Ninh Sơn	Ha	6086	22702	34185	7476	904	364	1230	4234	77181
	%	1.8	6.8	10.2	2.2	0.3	0.1	0.4	1.3	23.0
Phan Rang – T.Chàm	Ha	0	33	3663	246	215	291	43	5428	9919
	%	0.0	0.0	1.1	0.1	0.1	0.1	0.0	1.6	3.0
Thuận Bắc	Ha	717	2956	7043	9640	5287	187	1042	2955	29826
	%	0.2	0.9	2.1	2.9	1.6	0.1	0.3	0.9	8.9
Thuận Nam	Ha	0	57.5	12188.3	14029.9	9784.6	2160.9	9649.1	8462.6	56333
	%	0.0	0.0	3.6	4.2	2.9	0.6	2.9	2.5	16.8
Tổng (1)	Ha	14289	92487	94250	48288	29648	5253	16472	34847	335534

	%	4.3	27.5	28.1	14.4	8.8	1.6	4.9	10.4	100.0
Năm 2017 (2)	Ha	16434	84136	103282	58478	35155	5258	18580	14211	335534
	%	4,9	25,1	30,8	17,4	10,5	1,6	5,5	4,2	100,0
So sánh (1) - (2)	Ha	-2145	8351	-9032	-10190	-5507	-5	-2108	20636	0
	%	-0.6	2.4	-2.7	-3	-1.7	0	-0.6	6.2	0



Hình 4. Bản đồ dự báo vùng nhạy cảm HMH tỉnh Ninh Thuận giai đoạn 2030 - 2035

Đất chưa bị khô hạn, HMH (I) là 14.289 ha (chiếm 4,3% DTTN), phân bố chủ yếu ở huyện Bác Ái (9.131 ha, 2,7% DTTN), Ninh Sơn (7.130 ha, 2,1% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH nhẹ (II) là 92.487 ha (chiếm 27,5% DTTN), phân bố chủ yếu ở huyện Bác Ái (65.221 ha, 19,4% DTTN), Ninh Sơn (6.086 ha, 1,8% DTTN), Thuận Bắc (2.956 ha, 0,9% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH trung bình (III) là 94.250 ha (chiếm 28,1% DTTN), phân bố chủ yếu ở huyện Ninh Sơn (34.185 ha, 10,2% DTTN), Bác Ái (14.264 ha, 5,4% DTTN), Ninh Phước (15.176 ha, 4,5% DTTN), Thuận Nam (12.188 ha, 3,6% DTTN), Thuận Bắc (7.043 ha, 2,1% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH nặng (IV) là 48.288 ha (chiếm 14,4% DTTN), phân bố chủ yếu ở huyện Thuận Nam (14.030 ha, 4,2% DTTN), Thuận Bắc (9.640 ha, 2,9% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH rất nặng (V) là 51.373 ha (chiếm 15,3% DTTN); trong đó hoang mạc đất cằn 29.648 ha (chiếm 8,8% DTTN), hoang mạc cát 5.253 ha (1,6%), hoang mạc đá 16.472 ha (4,9%). (Bảng 5).

Trong 7 mức độ nhạy cảm HMH thì mức độ nhạy cảm III có diện tích cao nhất, 94.250 ha, chiếm 28,08% tổng diện tích toàn vùng nghiên cứu (Bảng 8). Mức độ nhạy cảm II có diện tích chiếm 27,56%, mức IV chiếm 14,39%, HMH đất cằn chiếm 8,83%, HMH đá 4,90%, chưa bị HMH 4,25% và thấp nhất là HMH cát chiếm 1,56%.

So sánh với mức độ nhạy cảm HMH năm 2017 có sự thay đổi như sau: Đất chưa bị khô hạn, HMH (I) giảm 2145 ha (- 0,6% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH nhẹ (II) tăng 8351 ha (+ 2,4% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH trung bình (III) giảm 9032 ha (- 2,7% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH nặng (IV) giảm 10190 ha (- 3,0% DTTN). Đất bị khô hạn, HMH rất nặng (V) giảm 5507 ha (- 1,7% DTTN); trong đó hoang mạc đất cằn giảm 5 ha, hoang mạc cát giảm 2108 ha (- 0,6%). (Bảng 5).

Phương pháp nhạy cảm HMH đã được nghiên cứu và báo cáo từ năm 1999 trong dự án nghiên cứu đánh giá quá trình HMH và sử dụng đất vùng Địa Trung Hải [19]. Phương pháp này sau đó được ứng dụng để phân tích đánh giá mức độ nhạy cảm HMH ở các nước khác nhau trên thế giới. Hầu hết các tác giả cũng cho rằng hệ số chất lượng đất và lớp phủ thực vật kém là nguyên nhân làm cho đất nhạy cảm với HMH.

Trong nghiên cứu trên địa bàn tỉnh Bình Thuận (Địa bàn có điều kiện tự nhiên gần giống với Ninh Thuận) sử dụng phương pháp tương tự như trong nghiên cứu này, Lê Thị Thu Hiền [9] kết luận rằng tỉnh Bình Thuận có mức nhạy cảm HMH nghiêm trọng là vùng tiếp giáp biển, điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của đề tài. Trong nghiên cứu này, hệ số chất lượng đất và chất lượng khí hậu đóng vai trò quan trọng, quyết định mức độ nhạy cảm HMH trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận. Các khu vực gần biển chất lượng đất bị ảnh hưởng bởi thành phần cơ giới là cát hoặc cát pha thịt, hoặc sét đối với khu vực có đá mẹ là phiến thạch sét; trong lúc đó các khu vực này có lượng mưa thấp nhất tỉnh cũng như lượng bốc hơi tiềm tàng cao. Đây là các nguyên nhân ảnh hưởng trực tiếp đến mức nhạy cảm HMH khu vực này. Ngược lại các khu vực phía Tây Bắc và Tây Nam ở vị trí địa lý tương đối cao, cũng như có lượng mưa tốt hơn các khu vực ven biển. Mặc dù khu vực này có độ dốc lớn và do đó xói mòn xảy ra mạnh hơn làm cho đất bị mất tầng mặt. Tuy nhiên với phương pháp đánh giá đa tiêu chí như được áp dụng trong nghiên cứu này, khu vực có địa hình cao phía Tây Bắc hoặc Tây Nam thường có mức độ nhạy cảm HMH yếu hơn các khu vực khác.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Khu vực nghiên cứu dự báo HMH giai đoạn 2030 – 2035: **(1)** Vùng chưa bị hoang mạc 14.289 ha (4,3% DTTN), phân bố chủ yếu 2 huyện phía Tây là Bác Ái (2,2%) và Ninh Sơn (1,8%). **(2)** Vùng hoang mạc nhẹ 92.478 ha (27,5%), phân bố tập trung cũng ở 2 huyện phía Tây là Bác Ái (19,4%) và Ninh Sơn (6,8%). **(3)** Vùng hoang mạc trung bình chiếm diện tích lớn nhất 94.250 ha (28,1%), cũng phân bố chủ yếu ở 2 huyện phía Tây là Bác Ái (5,4%) và Ninh Sơn (10,2%); ngoài ra còn phân bố rải rác ở Ninh Phước (4,5%), Thuận Nam (3,6%), Thuận Bắc (2,1%), Ninh Hải, Phan Rang – Tháp Chàm (1,0%). **(4)** Vùng hoang mạc nặng 48.288 ha (14,4%), phân bố tập trung 3 huyện phía Đông, giáp biển; Thuận Nam (4,2%), Thuận Bắc (2,9%) và Ninh Hải (2,0%). **(5)** Vùng hoang mạc đất cằn chiếm 29.648 ha (8,8%), phân bố tập trung cũng ở 3 huyện phía Đông, Thuận Nam (2,9%), Thuận Bắc (1,6%) và Ninh Hải (2,1%); ngoài ra có một ít ở Ninh Phước. **(6)** Vùng hoang mạc cát 5.253 ha (1,6%), tập trung 2 huyện phía Đông là Thuận Nam (0,6%) và Ninh Hải (0,4%). **(7)** Vùng hoang mạc đá 16.472 ha (4,9%), tập trung ở Ninh Hải (0,7%) và Thuận Nam (2,9%); ngoài ra còn phân bố rải rác ở Ninh Sơn (0,4%), Bác Ái, Ninh Phước, Thuận Bắc (0,3%).

Ba loại hoang mạc rất nặng đều giảm so với hiện trạng (năm 2016 có 14,85% - 2,67% và 5,59%); cả 3 loại hoang mạc này đều giảm, điều này lí giải qui hoạch sử dụng đất đã chú trọng đến việc cải tạo các vùng đất cằn, đất trống đồi trọc và đất cát để tăng độ che phủ.

Đề tài sử dụng 3 nhóm chỉ tiêu để dự báo HMH giai đoạn 2030 – 2035, chỉ tiêu khí hậu căn cứ vào kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng của Bộ TNMT (2016); chỉ tiêu chất lượng đất căn cứ vào bản đồ đất được xây dựng năm 2004 (Viện Quy hoạch Thiết kế Nông nghiệp Miền Nam), đã qua 15 năm sử dụng, vì vậy cần điều tra bổ sung đề cập nhật; Riêng đối với nhóm chỉ tiêu chất lượng lớp phủ do điều kiện dữ liệu hạn chế (Sử dụng bản đồ Quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020), vì vậy khi có qui hoạch sử dụng đất đến năm 2030 thì sẽ tính toán lại chỉ tiêu chất lượng lớp phủ.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Sở Khoa Học và Công Nghệ tỉnh Ninh Thuận trong dự án “Điều tra, đánh giá và đề xuất biện pháp quản lý tổng hợp để hạn chế quá trình thoái hóa đất do bị khô hạn, HMH trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận”. Tác giả chân thành cảm ơn Trường đại học Công nghiệp Thành Phố Hồ Chí Minh, Viện Khoa Học Công Nghệ và Quản Lý Môi Trường đã tạo điều kiện để đề tài được thực hiện và hoàn thành đúng tiến độ. Tác giả cũng xin cảm ơn các các sinh viên, các đồng nghiệp đã giúp đỡ bằng nhiều cách khác nhau như khảo sát, lấy mẫu, và góp ý hoàn thiện đề tài cũng như báo cáo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] FAO-UNEP, "Công ước chống HMH, Hội nghị thượng đỉnh của Liên Hiệp Quốc về Môi trường và phát triển," Brazil, Rio de Janeiro, 1992.
- [2] Nguyễn Ngọc Thạch, Phạm Xuân Cảnh, "Tích hợp viễn thám và GIS thành lập bản đồ HMH ở Việt Nam," Hà Nội, Việt Nam, 2011.
- [3] N. L. Dân, "Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hạn hán và sa mạc hóa để xây dựng hệ thống quản lý, đề xuất các giải pháp chiến lược và tổng thể giảm thiểu tác hại; Nghiên cứu điển hình cho đồng bằng sông Hồng và Nam Trung Bộ," Hà Nội, 2010.
- [4] N. Q. Kim, "Nghiên cứu dự tính hạn hán vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên và xây dựng các giải pháp phòng chống," Hà Nội, 2005.
- [5] Reynold,J.F et al, "Global desertification: building a science for dryland development," *Science* 316(5826): 847, no. Science, 2007.
- [6] Nguyễn Thanh Bình, Đinh Đại Gái, Lê Bá Long, "Xây dựng bản đồ nhạy cảm hoang mạc hóa tỉnh Ninh Thuận," *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, Vols. 31-2018, no. Trường ĐH Công nghiệp TP. HCM, pp. 3-15, 2018.
- [7] Aliyu, M. & Ludin, A. N. M., "A review of spatial multi criteria analysis (smca) methods for sustainable land use planning (slup)," *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, vol. 2(9), 2015.
- [8] Sobhani, A. & Khosravi, H., "Assessing environmental sensitivity areas to desertification in North of Iran," *Current World Environment*, vol. 10(3), no. Iran, 2015.
- [9] L. T. T. Hiền, "Tiếp cận đánh giá nhạy cảm HMH bằng phân tích đa chỉ tiêu trong hệ thống tin địa lý (lấy thí dụ khu vực ven biển tỉnh Bình Thuận)," Hà Nội, 2013.
- [10] Nguyễn Văn Cư và nnk, "Nghiên cứu, xác định nguyên nhân và giải pháp phòng ngừa ngăn chặn quá trình HMH ở khu vực Nam Trung Bộ Việt Nam vùng Ninh Thuận, Bình Thuận," Đề tài NCKH cấp nhà nước KHCN-07-01, Hà Nội, 2001.
- [11] N. Đ. Tuấn, "Nghiên cứu ứng dụng đồng bộ các giải pháp khoa học và công nghệ nhằm phát triển bền vững KTXH môi trường vùng khan hiếm nước Ninh Thuận, Bình Thuận," Đề tài NCKH cấp Nhà nước, Hà Nội, 2010.
- [12] Nguyễn Lập Dân, Nguyễn Đình Kỳ, Vũ Thị Thu Lan, "Quản lý hạn hán, sa mạc hóa vùng Nam Trung Bộ trong bối cảnh biến đổi khí hậu," NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội, Hà Nội, 2012.
- [13] Phạm Quang Vinh và nnk, "Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu và HMH đến môi trường tự nhiên và kinh tế - xã hội ở khu vực Nam Trung Bộ," Hà Nội, 2012.
- [14] U. Đ. Khanh, "Đặc điểm địa mạo vùng đồi và đồng bằng ven biển Ninh Thuận - Bình Thuận," Lưu trữ thư viện Viện Địa Lý, Hà Nội, 2002.

- [15] Parvari, S. H., Pahlavanravi, A., N.A.R., M., Dehvari, A. & Parvari, D., "Application of methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification in dry bed of hamoun wetland (Iran)," *ECOPERSIA*, vol. 1(1), no. Iran, pp. 65-80, 2011.
- [16] Ahmed, A. A., Gad, A. & Refat, A., "Use of GIS and remote sensing for environmental sensitivity assessment of North Coastal Part, Egypt," *Journal of American Science*, vol. 6(11), pp. 632-646, 2010.
- [17] Hadeel, A. S., Jabbar, M. T. & Chen, X., "Application of remote sensing and GIS in the study of environmental sensitivity to desertification: a case study in Basrah Province, southern part of Iraq," *Applied Geomatics*, vol. 2(3), pp. 101-112, 2010.
- [18] B. T. N. v. M. Trường, "Thông tư Ban hành quy định kỹ thuật điều tra thoái hóa đất, thông tư số 14/2012/TT-BTNMT," Hà Nội, 2012.
- [19] Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., Kosma, D. & Yassoglou, N., "Environmentally sensitive areas and indicators of desertification In Desertification in the Mediterranean Region," *Springer Netherlands*, no. A Security Issue, pp. 525-547 (Eds W. G. Kepner, J. L. Rubio, D. A. Mouat and F., 2006.

Ngày nhận bài: 05/07/2019

Ngày chấp nhận đăng: 23/09/2019