

# ĐẶC ĐIỂM THẠCH ĐỊA HÓA, TUỔI ĐỒNG VỊ U-PB ZIRCON CỦA CÁC ĐÁ PHUN TRÀO AXIT - TRUNG TÍNH KHU VỰC BÃI TIÊN - NHA TRANG

NGUYỄN THỊ TRƯỜNG GIANG<sup>1</sup>, PHẠM TRUNG HIẾU<sup>1</sup>, PHẠM MINH<sup>1</sup>,  
LƯU THỂ LONG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM,  
Số 227 Nguyễn Văn Cừ, Quận 5, TP. Hồ Chí Minh,

<sup>2</sup>Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, 200 Lý Chính Thắng, Quận 3, TP Hồ Chí Minh  
Tác giả liên hệ: [ngttgiang@hcmus.edu.vn](mailto:ngttgiang@hcmus.edu.vn)

**Tóm tắt:** Các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên - Nha Trang lộ ra dọc theo quốc lộ DT6571 với diện tích khoảng 5 km<sup>2</sup>. Thành phần thạch học chủ yếu gồm rhyolit, rhyodacit và dacit với hàm lượng cao của SiO<sub>2</sub> (64,65-75,22%) và tổng lượng kiềm (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O=6,89-8,88%), thuộc loạt vôi kiềm, cao kali. Thành phần các nguyên tố chính tương ứng với granit kiểu I. Nhiệt độ kết tinh vào khoảng 750 - 850°C. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb từ các hạt zircon tách từ mẫu đá dacit thu thập ở khu vực Bãi Tiên, Nha Trang bằng phương pháp LA-ICP-MS cho tuổi kết tinh là 103 Tr.n, tương ứng với Creta sớm. Cơ chế thành tạo chúng có thể liên quan đến quá trình hút chìm vỏ đại dương xuống vỏ lục địa tạo ra các thành tạo magma rìa lục địa tích cực, các thành tạo phun trào trung tính-axit khu vực nghiên cứu liên quan mật thiết với các đá granitoid phức hệ Định Quán và phức hệ Đèo Cả.

**Từ khóa:** Rhyolit, Bãi Tiên, Nha Trang, địa hóa, tuổi U-Pb zircon

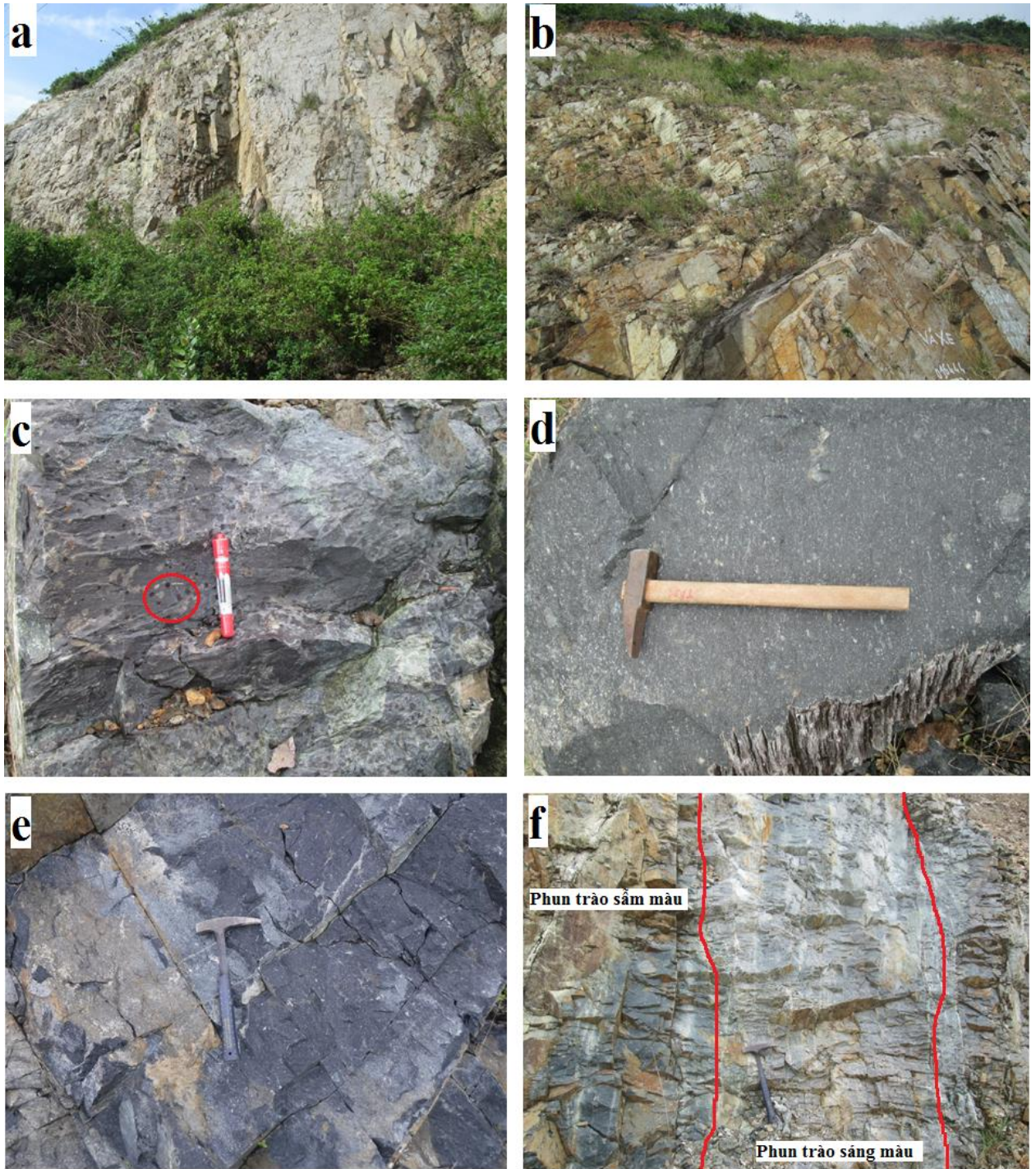
## 1. Mở đầu

Các đá phun trào phân bố ở khu vực Bãi Tiên - Nha Trang được xếp vào hệ tầng Nha Trang bởi Belousov và nhóm nghiên cứu lần đầu tiên năm 1984. Năm 1998, Nguyễn Đức Thắng và nhóm tác giả khi vẽ Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam 1:200.000 từ Nha Trang đã nghiên cứu khá chi tiết về dạng nằm, quy mô phân bố, thành phần thạch học. Trên quy mô khu vực, các đá thuộc hệ tầng Nha Trang phân bố chủ yếu ở Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ, từ Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận đến Lâm Đồng và Bà Rịa - Vũng Tàu. Thành phần thạch học của hệ tầng Nha Trang bao gồm andesit, rhyolit, rhyolit phân dải, tuf dacit, tuf felsit và rhyolit porphyr. Tuy nhiên đến nay chưa có nhiều các nghiên cứu chuyên sâu về đặc điểm thạch địa hóa, tuổi tuyệt đối cũng như luận giải nguồn gốc thành tạo của chúng. Các nhà địa chất trước đây cũng xếp các đá này vào tuổi Creta (Belousov và nnk, 1984), dựa trên việc các thành tạo phun trào này phủ trên granodiorit phức hệ Định Quán tuổi Jura muộn, tuy nhiên vẫn chưa có nghiên cứu định lượng về tuổi đồng vị.

Đối tượng nghiên cứu trong công trình này là các đá phun trào trong khu vực Bãi Tiên. Đây là một bộ phận nhỏ nằm trong đại xâm nhập - núi lửa Mesozoi Nha Trang - Đà Lạt. Các thành tạo phun trào có thành phần chủ yếu từ axit đến trung tính. Về nguồn gốc thành tạo, rhyolit và dacit là các loại đá magma phun trào liên quan đến một đới hút chìm, ở đó vỏ đại dương bị hút chìm xuống dưới vỏ lục địa hoặc có sự va chạm giữa

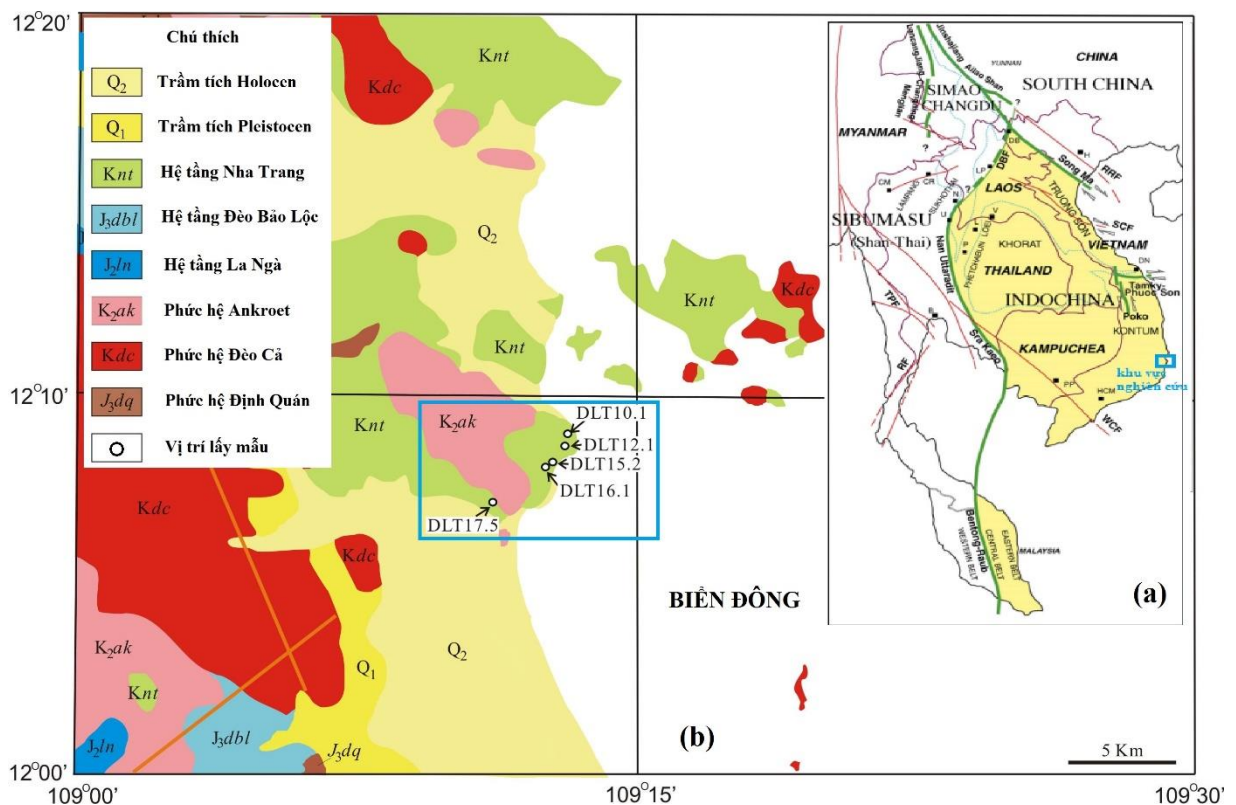
lục địa - lục địa. Các đá rhyolit, dacit hình thành ở các giai đoạn phun trào muộn hơn nên thành phần axit hơn.

Nhóm tác giả nghiên cứu chi tiết về địa chất, thạch học - khoáng vật, thạch địa hóa của các đá phun trào axit - trung tính tại khu vực Bãi Tiên với kết quả có tính định lượng cao sẽ bổ sung vào nguồn tài liệu nghiên cứu địa chất khu vực. Đồng thời, cung cấp thông tin mới để đối sánh với các thành tạo địa chất trong khu vực nghiên cứu và vùng phụ cận, phục vụ cho việc khôi phục lịch sử phát triển địa chất, tiến hóa kiến tạo trong khu vực Nam Việt Nam. Từ các kết quả phân tích thành phần vật chất và luận giải nguồn gốc, điều kiện thành tạo, kết quả nghiên cứu của công trình này sẽ là định hướng quan trọng cho công tác đo vẽ lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản khu vực Nha Trang.



Hình 1. Đặc điểm địa chất các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên - Nha Trang. a) Moong đá lộ ra với chiều cao từ 5 - 10 m trong khu vực nghiên cứu; (b) Các thành tạo phun trào bị phong hóa vật lý mạnh mẽ; (c) Các thể tù sẫm màu bắt gặp trong các đá phun trào; (d) Kiến trúc ban tinh trên nền vi tinh của các thành tạo phun trào; (e) Hệ thống khe nứt gần vuông góc với nhau; (f) Ranh giới giữa các thành tạo phun trào sẫm màu và sáng màu.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích XRF để xác định thành phần hóa học của các khoáng vật tạo đá và đồng vị U-Pb zircon phân tích trên thiết bị LA-ICP-MS để xác định tuổi thành tạo và luận giải bối cảnh sinh thành các đá magma vùng nghiên cứu. Đây là kết quả nghiên cứu định lượng về đồng vị đầu tiên được thực hiện cho các thành tạo phun trào hệ tầng Nha Trang tại khu vực này, hy vọng sẽ mang lại những hiểu biết mới về quá trình thành tạo chúng.



Hình 2. (a) Vị trí khu vực nghiên cứu trong sơ đồ phân bố địa khối Đông Dương (theo M. Sone, I. Metcalf, 2008); (b) Sơ đồ địa chất khu vực Bãi Tiên - Nha Trang (trích lược và chỉnh sửa từ bản đồ địa chất - khoáng sản nhóm từ Nha Trang tỷ lệ 1: 200.000) và vị trí lấy mẫu

## 2. Đặc điểm địa chất khu vực nghiên cứu

Theo các tài liệu nghiên cứu trước, đới Đà Lạt là bộ phận của miền hoạt động magma - kiến tạo chồng gối vào Mesozoi muộn-Kainozoi Đông Dương thuộc đai xâm nhập-núi lửa Thái Bình Dương, phát sinh và phát triển trên miền uốn nếp Tiền Cambri và lớp phủ Paleozoi - Mesozoi sớm. Vào Creta, đới Đà Lạt phát triển mạnh mẽ đai xâm nhập - núi lửa chủ yếu vôi-kiềm trên đới hút chìm. Trên cung magma, gồm các đai trầm tích - nguồn núi lửa vôi-kiềm thành phần chủ yếu trung tính (hệ tầng Đèo Bảo Lộc và Long Bình), granitoid vôi-kiềm thành phần chủ yếu trung tính (phức hệ Định Quán), trầm tích - nguồn núi lửa vôi-kiềm thành phần chủ yếu axit (hệ tầng Nha Trang) và granitoid vôi-kiềm thành phần chủ yếu axit (phức hệ Đèo Cả) (Hoàng, 2013).

Các đá phun trào tại khu vực Bãi Tiên nằm ở rìa Đông Nam đới Đà Lạt, thuộc hệ tầng Nha Trang. Tại khu vực nghiên cứu, các thành tạo phun trào thuộc hệ tầng Nha Trang có màu xám đen, cấu tạo khối, lộ ra với diện tích lớn, gồm nhiều khối đá lớn nhỏ khác nhau, cao từ vài mét đến vài chục mét. Các đá lộ ra sát bờ biển, dọc theo đường DT6571, các moong đá lộ ra do khai thác xây dựng. Chúng lộ ra với chiều cao từ 5m đến hơn 10m và kéo dài khoảng 6 km dọc theo tuyến đường khảo sát (Hình 1a). Hầu hết các thành tạo phun trào này bị phong hóa cơ học, vỡ vụn, dập nát bởi hệ thống khe nứt phức tạp (Hình 1b), tại một số vị trí ghi nhận được hệ thống khe nứt gần vuông góc với nhau (Hình 1e). Các thành tạo phun trào có kiến trúc porphyr phổ biến, vài vị trí chứa thể tù sẫm màu, kích thước hạt cũng không đồng nhất (Hình 1c, Hình 1d). Ranh giới tiếp xúc giữa các thành tạo phun trào sẫm màu (andesit) và các thành tạo phun trào sáng màu (rhyolit, dacit) cũng được tìm thấy trong khu vực nghiên cứu (Hình 1f).

### Vị trí lấy mẫu

Các đá phun trào axit - trung tính được lấy trong moong khai thác đá ngay tại khu vực Bãi Tiên, có tọa độ địa lý DLT10.1 (11°33'53" Bắc, 109°13'30" Đông), DLT12.1 (12°08'42" Bắc, 109°13'12" Đông), DLT15.2 (12°08'33" Bắc, 109°13'09" Đông), DLT16.1 (12°08'32" Bắc, 109°13'05" Đông), DLT17.5 (12°07'19" Bắc, 109°11'08" Đông), cách trung tâm thành phố Nha Trang khoảng 7 km về hướng Bắc, cách sân bay Cam Ranh khoảng 17 km về hướng Nam (Hình 2a, b).

## 3. Phương pháp phân tích

### **3.1 Phương pháp huỳnh quang tia X**

Kết quả phân tích thành phần oxit các nguyên tố tạo đá chính và nguyên tố vi lượng bằng phương pháp XRF được tác giả trực tiếp thực hiện tại phòng thí nghiệm Khoa Khoa học Trái đất và Hệ thống Hành tinh, Trường Đại học Khoa học, Đại học Hiroshima, Nhật Bản.

Mẫu đá tươi sau khi được loại bỏ hoàn toàn các phần bị phong hóa, làm sạch mẫu bằng thiết bị sóng siêu âm Ultrasonic Cleaner và đem sấy khô ở nhiệt độ 130°C trong vòng 12 giờ. Các mẫu đá được nghiền bằng cách sử dụng máy ép thủy lực và sau đó được nghiền thành bột trong máy nghiền bi mã nào đến cỡ hạt <0,074 mm. Các phân tích nguyên tố chính và nguyên tố vi lượng được thực hiện bằng phương pháp huỳnh quang tia X tại Đại học Hiroshima, Nhật Bản. Tia X được tạo ra bởi ống anode kép 3 kW Rh/W được chiếu trên các mẫu hạt hợp nhất. Độ chính xác phân tích là 1σ cho các nguyên tố chính nằm trong khoảng từ 0,001% đến 0,14 tl.%, trong khi đó đối với các nguyên tố vi lượng nằm trong khoảng 0,68 ppm và 2,39 ppm. Kết quả phân tích được xử lý bằng phần mềm Iqpetwin để đưa lên các biểu đồ.

### **3.2 Phương pháp phân tích LA-ICP-MS**

Kết quả tuổi đồng vị U-Pb zircon trong nghiên cứu này được phân tích bằng phương pháp LA-ICP-MS tại Viện địa vật lý - địa chất – Viện hàn lâm khoa học Trung Quốc.

Các hạt zircon dùng để phân tích đồng vị U-Pb được tuyển từ mẫu đá phun trào số hiệu DLT16. Mẫu được nghiền tới cấp hạt là 0,3 mm, sau đó đãi sạch, tách các khoáng vật nặng và tách các khoáng vật nhẹ từ, các hạt zircon ở hợp phần không từ tính được tuyển tách bằng dung môi nặng Bromoform (CHBr<sub>3</sub>). Sau đó dưới kính hiển vi soi nổi, chọn khoảng hơn 100 hạt zircon hoàn chỉnh về hình dạng, loại bỏ những hạt zircon chứa bao thể, zircon bị rạn nứt. Các hạt zircon sau khi tuyển chọn được gắn trên tấm nhựa epoxy và mài đến khi lộ phần trung tâm hạt, đánh bóng mẫu, lựa chọn những hạt tự hình, không có khuyết tật để phân tích tuổi. Trước khi phân tích, các hạt zircon này.

Phân tích LA-ICP-MS U-Pb được tiến hành ở phần phân đôi của các hạt zircon, sử dụng phương pháp bào mòn đơn điểm bằng tia laser với đường kính là 34μm. Trong thí nghiệm sử dụng He hoặc Ar làm vật chất tải khí mài mòn. Trong quá trình phân tích, mẫu chuẩn 91500 (1065.6 Ma ±2.3 Tr.n) và GJ-1 (609,3 ± 0,75Tr.n) được sử dụng để căn chỉnh máy và kiểm tra chất lượng phân tích. Các tỉ số đồng vị của mẫu được xử lý, tính tuổi dùng phần mềm Glitter (ver 4.0, Macquarie University) và dùng Isoplot (ver 2.49) để hoàn thành biểu đồ tuổi concordia.

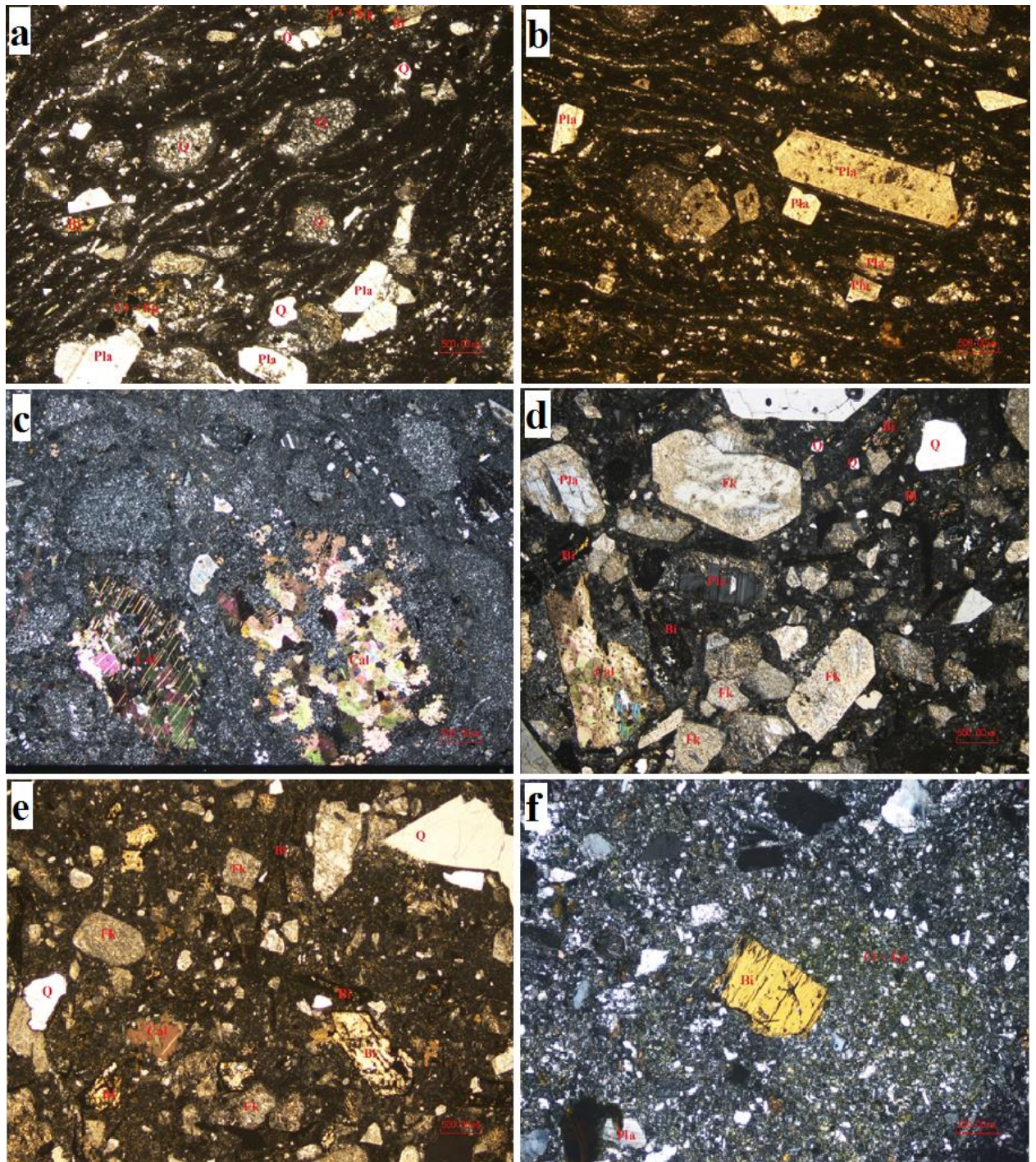
## **4. Kết quả phân tích**

### **4.1. Kết quả phân tích thành phần thạch học - khoáng vật**

Kết quả phân tích thành phần khoáng vật của các mẫu thu thập dưới kính hiển vi phân cực cho thấy các đá phun trào axit - trung tính gồm: rhyolit, rhyodacit và dacit.

Rhyolit có màu xám đen, hạt vừa, hàm lượng khoáng vật màu thay đổi từ 10-15%, đá có kiến trúc porphyr với ban tinh phổ biến gồm plagioclas (~25-35%), felspat kali (~30-40%), thạch anh (~25-30%), biotit (~10-15%). Đá có cấu tạo khối, nền gồm tập hợp vi hạt thạch anh, feldspar và thủy tinh núi lửa với thành phần felsic bị biến đổi mạnh bởi các quá trình chủ yếu là sericit hóa, chlorit hóa, epidot hóa (Hình 3f). Ngoài ra, còn có khoáng vật phụ là quặng; carbonat thứ sinh phân bố theo các khe nứt, lỗ rỗng trong đá.

Dacit có màu xám xanh đến xám trắng, hạt nhỏ đến lớn không đều, hàm lượng khoáng vật màu thay đổi từ 10-25 %, đá có kiến trúc porphyr với ban tinh phổ biến gồm plagioclas (~25-45%), felspat kali (~35-50%), thạch anh (~10-15%), biotit (~10-25%). Đá có cấu tạo khối đặc sít, nền gồm tập hợp vi hạt thạch anh, feldspar và thủy tinh núi lửa với thành phần felsic bị biến đổi mạnh bởi các quá trình chủ yếu là sericit hóa, kaolinit hóa, chlorit hóa, muscovit hóa, epidot hóa, carbonat hóa (Hình 3d, 3e).



Hình 3. Đặc điểm thạch học – khoáng vật các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên - Nha Trang. (a) Các mảnh khoáng thạch anh bị cuốn theo dòng dung nham phun trào tạo thành kiến trúc dòng chảy đặc trưng. Lm DLT10.1, 2N+, 2X.; (b) Tiết diện plagioclas dạng lưỡng chóp, rất tự hình, bề mặt bị sericit hóa hoàn toàn. Lm DLT10.1, 2N+, 2X.; (c) Calcit thứ sinh thay thế 1 số khoáng vật, đôi khi tập trung thành đám lớn, cắt khai hoàn toàn, màu giao thoa sắc sỡ ánh xà cừ. Lm DLT12.1, 2N+, 2X.; (d) Ban tinh plagioclas dạng lăng trụ ngắn, song tinh albit, bị sericit hóa 1 phần, 1 tiết diện plagioclas bị thay thế hoàn toàn bởi calcit thứ sinh, feldspar kali bị kaolin hóa hoàn toàn, biotit bị chlorit hóa hoàn toàn. Lm DLT16.1, 2N+, 2X.; (e) Mảnh vụn thạch anh kích thước lớn, biotit bị muscovit hóa và chlorit hóa hoàn toàn. Lm DLT16.1, 2N+, 2X.; (f) Ban tinh biotit dạng lăng trụ ngắn, trên nền vi tinh bị chlorit hóa và epidot hóa. Lm DLT17.5, 2N+, 5X.

Rhyodacit có màu xám trắng đến xám đen, kích thước hạt không đồng nhất, đá có kiến trúc porphyry với ban tinh phổ biến gồm plagioclas (~40%), feldpat kali (~25-40%), thạch anh (~15-20%) và biotit. Đá có cấu tạo khối, đặc sít, nền có kiến trúc ẩn tinh hoặc vi tinh gồm tập hợp vi hạt thạch anh, feldpat và thủy

ting núi lửa với thành phần felsic bị biến đổi mạnh bởi các quá trình chủ yếu là sericit hóa, kaolinit hóa, carbonat hóa, muscovit hóa (Hình 3b, 3c). Ngoài ra, còn có khoáng vật phụ là quặng; thủy tinh núi lửa chứa nhiều hydroxit sắt xâm nhiễm theo các khe nứt.

#### 4.2. Kết quả phân tích các nguyên tố chính và vi lượng

Kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố chính và nguyên tố vi lượng được đưa ra trong Bảng 1 và Bảng 2 dưới đây:

Bảng 1. Hàm lượng nguyên tố chính (t%) các đá phun trào axit – trung tính khu vực Bãi Tiên

Mẫu	DLT10.1	DLT12.1	DLT15.2	DLT16.1	DLT17.5	Trung bình
Tên đá	Ryodacit	Rhyolit	Rhyolit	Dacit	Rhyolit	
SiO <sub>2</sub>	68,72	75,22	70,03	64,65	71,00	69,92
TiO <sub>2</sub>	0,51	0,16	0,31	0,52	0,32	0,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,59	12,23	14,45	15,47	14,75	14,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3t</sub>	3,63	1,58	2,64	4,01	3,04	2,98
MnO	0,07	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05
MgO	0,76	0,34	0,34	1,76	0,80	0,80
CaO	1,89	1,41	1,09	3,61	2,56	2,11
Na <sub>2</sub> O	4,91	4,96	4,53	3,19	3,64	4,25
K <sub>2</sub> O	3,30	1,94	4,35	3,77	4,45	3,56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,03	0,06	0,12	0,08	0,09
Total	99,51	97,90	97,82	97,16	100,69	98,62
Fe*	0,81	0,81	0,87	0,67	0,77	0,79
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,67	0,39	0,96	1,18	1,22	0,89
A/CNK	1,03	0,95	1,02	0,97	0,95	0,99
A/NK	1,34	1,19	1,19	1,66	1,36	1,35

$$A/CNK = Al/(Ca+Na+K); A/NK = Al/(Na+K); Fe^* = FeO/(FeO+MgO); FeO = 0.8998*Fe_2O_3$$

Kết quả phân tích 5 mẫu địa hóa đại diện cho các đá phun trào Nha Trang tại khu vực Bãi Tiên, hàm lượng nguyên tố chính (Bảng 1) và nguyên tố vi lượng (Bảng 2) cho thấy: Các đá phun trào tại khu vực Bãi Tiên có hàm lượng SiO<sub>2</sub> cao, dao động trong khoảng 64,65-75,22 t%, trung bình 69,92 t%. Hàm lượng kiềm K<sub>2</sub>O dao động từ 1,94-4,45 t%, trung bình 3,56 t%; Na<sub>2</sub>O dao động từ 3,19-4,96 t%, trung bình 4,25 t%; tỷ lệ K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O dao động từ 0,39-1,23 t%, phù hợp với kết quả phân tích lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực khi phần lớn các mẫu có hàm lượng khoáng vật plagioclas cao hơn felspat kali.

Nhìn chung, các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên có hàm lượng cao của Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dao động từ 12,23-15,56 t%, trung bình 14,50 t%. Chỉ số bão hòa nhôm A/CNK dao động từ 0,95-1,03, tỷ số A/NK ở tất cả các mẫu đều lớn hơn 1 (1,19-1,66). Hàm lượng CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và MgO khá cao lần lượt là (1,09-3,61 t%), (1,58-4,01 t%) và (0,34-1,76 t%). Các oxit khác như MnO và P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> thấp, lần lượt tương ứng là (0,04-0,07 t%) và (0,03- 0,15 t%).

Hàm lượng các nguyên tố vết được chuẩn hóa với MORB và được thể hiện trên Hình 5. Dị thường âm của các nguyên tố trường bền vững cao và dị thường dương của các nguyên tố linh động cho thấy các đá phun trào vùng nghiên cứu được hình thành trong bối cảnh hút chìm (Hình 5F). Liên quan đến bối cảnh kiến tạo hút chìm của đá còn được chứng minh trên Hình 7C.

#### 4.3. Thành phần đồng vị U-Pb zircon

Kết quả phân tích đồng vị U-Pb trên 20 tinh thể zircon được tổng hợp trong Bảng 3 và trên Hình 6. Bảng 3 cho thấy các hạt zircon phân tích đều có tỉ số Th/U >1,0, chỉ thị cho zircon được hình thành từ dung thể magma.

Bảng 2. Hàm lượng nguyên tố vi lượng (ppm) các đá phun trào axit khu vực Bãi Tiên

Mẫu	DLT10.1	DLT12.1	DLT15.2	DLT16.1	DLT17.5	Trung bình
Tên đá	Ryodacit	Rhyolit	Rhyolit	Dacit	Rhyolit	
Sc	11,53	3,86	8,00	11,12	7,15	8,33
V	33,76	12,20	15,52	74,93	31,18	33,52
Cr	7,21	6,49	6,27	22,90	13,86	11,35
Co	5,30	1,78	1,06	9,66	2,57	4,07
Ni	3,85	2,57	3,60	7,56	5,61	4,64
Cu	8,67	12,98	13,37	15,74	22,70	14,69
Zn	69,43	30,57	63,44	61,04	53,87	55,67
Ga	17,37	10,03	17,37	18,92	18,30	16,40
Rb	133,44	72,23	164,93	132,29	178,98	136,37
Sr	220,12	210,62	142,59	298,35	234,37	221,21
Zr	230,04	166,40	277,59	138,49	220,71	206,65
Nb	11,65	11,09	14,11	9,06	13,15	11,81
Cs	7,43	11,86	8,07	12,19	13,88	10,69
Ba	643,75	371,25	689,47	367,70	622,78	538,99
Hf	5,50	5,25	8,07	3,44	6,25	5,70
Pb	27,59	30,55	25,35	31,39	11,13	25,20
Th	18,20	22,87	20,55	21,43	21,73	20,96
U	5,24	5,44	6,26	5,60	5,33	5,57
La	36,01	37,16	41,86	29,51	42,66	37,44
Ce	80,16	69,17	91,01	63,91	86,47	78,14
Nd	35,30	27,09	36,81	25,77	34,07	31,81
Yb	3,97	2,43	2,72	2,20	3,38	2,94
Y	35,67	21,76	34,11	23,64	31,32	29,30

Ảnh âm cực phát quang (CL) chụp các khoáng vật zircon đại diện từ mẫu DLT16 (Hình 4) cho thấy các hạt zircon có kích thước khá lớn, đồng đều, từ 100-150 $\mu$ m, có dạng lăng trụ, cấu trúc phân đới điển hình, phân đới khá rõ ràng với nhân zircon (các hạt 1, 4, 7, 11, 16), đặc trưng cho zircon được kết tinh từ dung thể.

## 5. Thảo luận

### 5.1 Đặc điểm địa hóa

Trên biểu đồ tương quan hàm lượng giữa SiO<sub>2</sub> và (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) (theo Le Bas và nnk, 1986) (Hình 5A) cho thấy hầu hết các mẫu nghiên cứu rơi vào trường rhyolit, 01 mẫu rơi vào trường trachydacit và 01 mẫu rơi vào trường dacit. Các mẫu phân tích thuộc loại kiềm vôi, cao kali. (Hình 5A-C). Trên biểu đồ tương quan chỉ số 10000×Ga/Al và hàm lượng Zr cho thấy các đá phun trào axit khu vực Bãi Tiên rơi vào trường granit kiểu I và S (Hình 5D). Trên biểu đồ tương quan giữa chỉ số bão hòa nhôm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) và hàm lượng SiO<sub>2</sub> cho thấy các mẫu đá phun trào axit - trung tính này đều rơi vào trường granit kiểu I (Hình 5E). Điều này cho thấy các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên có thành phần các nguyên tố chính tương ứng với granit kiểu I.



Bảng 3. Kết quả phân tích đồng vị U-Pb zircon trên mẫu DLT16

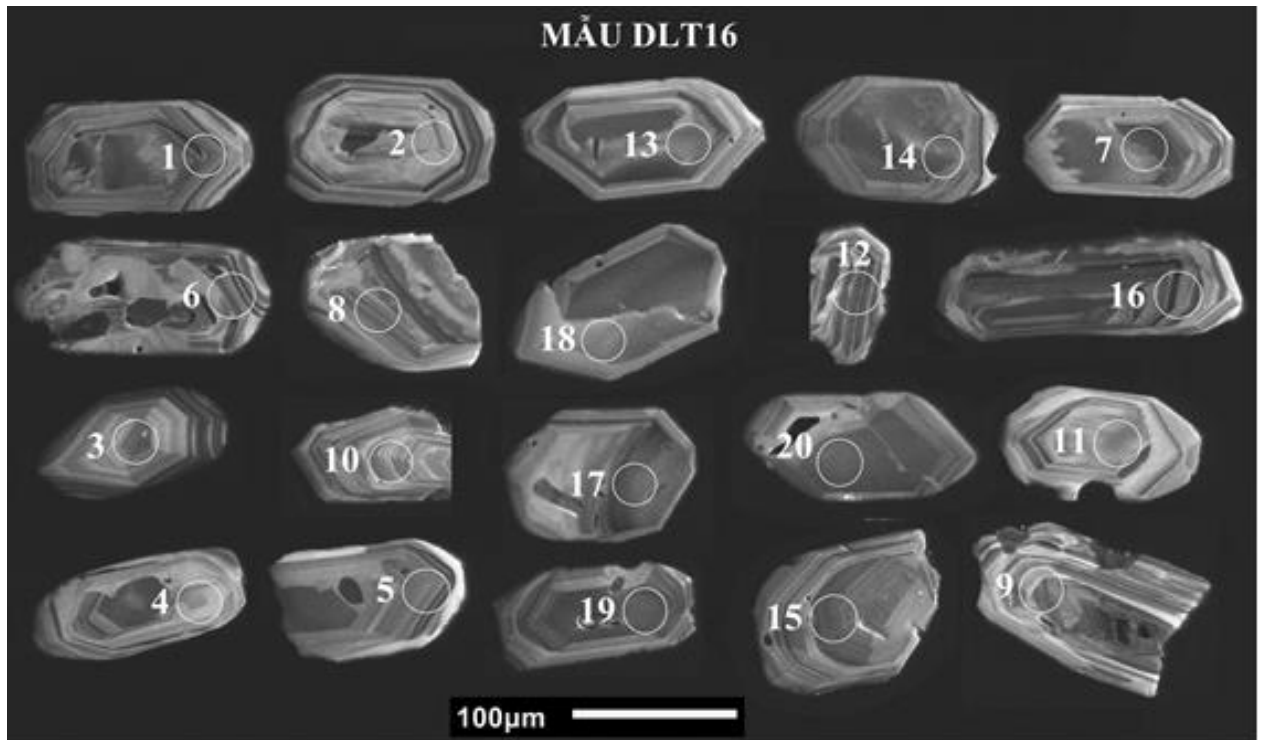
Mẫu	Th/U	Các tỉ số đồng vị và sai số						Tuổi và sai số Tr.n				
		<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	Conc%
-1	1.26	0.05389	0.00386	0.12440	0.00875	0.01678	0.00029	107	2	119	8	90
-2	1.64	0.05505	0.00495	0.12727	0.01108	0.01686	0.00034	108	2	122	10	89
-3	1.38	0.05649	0.00405	0.12714	0.00920	0.01640	0.00033	105	2	122	8	86
-4	1.97	0.05355	0.00417	0.11542	0.00834	0.01592	0.00032	102	2	111	8	92
-5	2.02	0.04791	0.00393	0.10485	0.00815	0.01604	0.00028	103	2	101	7	102
-6	1.70	0.05607	0.00500	0.12249	0.01078	0.01586	0.00034	101	2	117	10	86
-7	2.03	0.05027	0.00441	0.11258	0.00965	0.01624	0.00030	104	2	108	9	96
-8	2.15	0.05251	0.00435	0.11546	0.00916	0.01613	0.00033	103	2	111	8	93
-9	1.57	0.05790	0.00494	0.12683	0.01058	0.01610	0.00033	103	2	121	10	85
-10	2.11	0.04636	0.00396	0.09915	0.00794	0.01588	0.00030	102	2	96	7	106
-11	2.36	0.04320	0.00361	0.09557	0.00790	0.01612	0.00029	103	2	93	7	111
-12	1.73	0.05515	0.00402	0.12225	0.00876	0.01610	0.00030	103	2	117	8	88
-13	1.91	0.05143	0.00351	0.11698	0.00782	0.01655	0.00028	106	2	112	7	95
-14	1.68	0.05312	0.00444	0.11719	0.00915	0.01612	0.00032	103	2	113	8	91
-15	1.78	0.04893	0.00382	0.11234	0.00859	0.01664	0.00030	106	2	108	8	98
-16	1.41	0.05268	0.00381	0.11908	0.00813	0.01654	0.00029	106	2	114	7	93
-17	1.95	0.04841	0.00338	0.11417	0.00805	0.01708	0.00029	109	2	110	7	99
-18	1.59	0.05217	0.00391	0.11277	0.00857	0.01566	0.00029	100	2	108	8	93
-19	1.98	0.05033	0.00428	0.10796	0.00873	0.01581	0.00033	101	2	104	8	97
-20	2.36	0.05347	0.00454	0.11558	0.00894	0.01598	0.00031	102	2	111	8	92

$$\text{Conc. \%} = ((^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U})/(^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U})) * 100$$

Trên biểu đồ nguyên tố vết chuẩn theo MORB (Pearce, 1983) (Hình 5F) cho thấy các đá phun trào khu vực Bãi Tiên biểu hiện dị thường âm rõ ràng các nguyên tố tương hợp (Nb và Ti) và dị thường dương của nguyên tố không tương hợp (Rb, K và Th) chứng tỏ liên quan đến hút chìm. Những dị thường âm rõ ràng các nguyên tố Ba, P và Ti được cho là liên quan đến phân dị kết tinh plagioclas và apatit.

### 5.2. Tuổi đồng vị U-Pb zircon

Trong số 20 điểm phân tích đồng vị U-Pb cho tuổi <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U dao động từ 100 -109 Tr.n, hầu hết tập trung trong khoảng từ 100-106 Tr.năm. Hình 6a cho thấy các giá trị tuổi nằm gần với đường cong concordia (Hình 6a) và cho giá trị tuổi trung bình <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U là 103±0.86 Tr.n (Hình 6b). Các nghiên cứu địa chất trước đây cho thấy, các đá phun trào khu vực Bãi Tiên đã được mô tả trong hệ tầng Nha Trang thường phủ trên các đá phun trào trung tính của phụ hệ tầng dưới và trên các thành tạo granitoid Định Quán, đồng thời lại bị các đai mạch granitoid Đèo Cả xuyên cắt (Belousov và nnk, 1984; Thắng và nnk, 1998; Vấn và Lam, 2001). Trong nghiên cứu này các đá phun trào khu vực Bãi Tiên lần đầu tiên được xác định bằng phương pháp LA-ICP-MS U-Pb zircon cho tuổi 103±0.86 Tr.n, tuổi này có thể coi là tuổi kết tinh của chúng vào giai đoạn Creta sớm. Tuổi thành tạo này khá tương đồng với tuổi của granitoid phức hệ Định Quán và phức hệ Đèo Cả khu vực đới Đà Lạt mà các nghiên cứu trước đã công bố (Thủy và nnk, 2004; Hiếu, 2015; Trọng và nnk, 2018).



Hình 4. Ảnh CL các tinh thể zircon được lấy từ mẫu đá DLT16 (đá dacit). Các vòng tròn nhỏ (đường kính 34  $\mu\text{m}$ ) là vị trí phân tích LA-ICP-MS U-Pb và chữ số tương ứng trong vòng tròn là các điểm phân tích mẫu

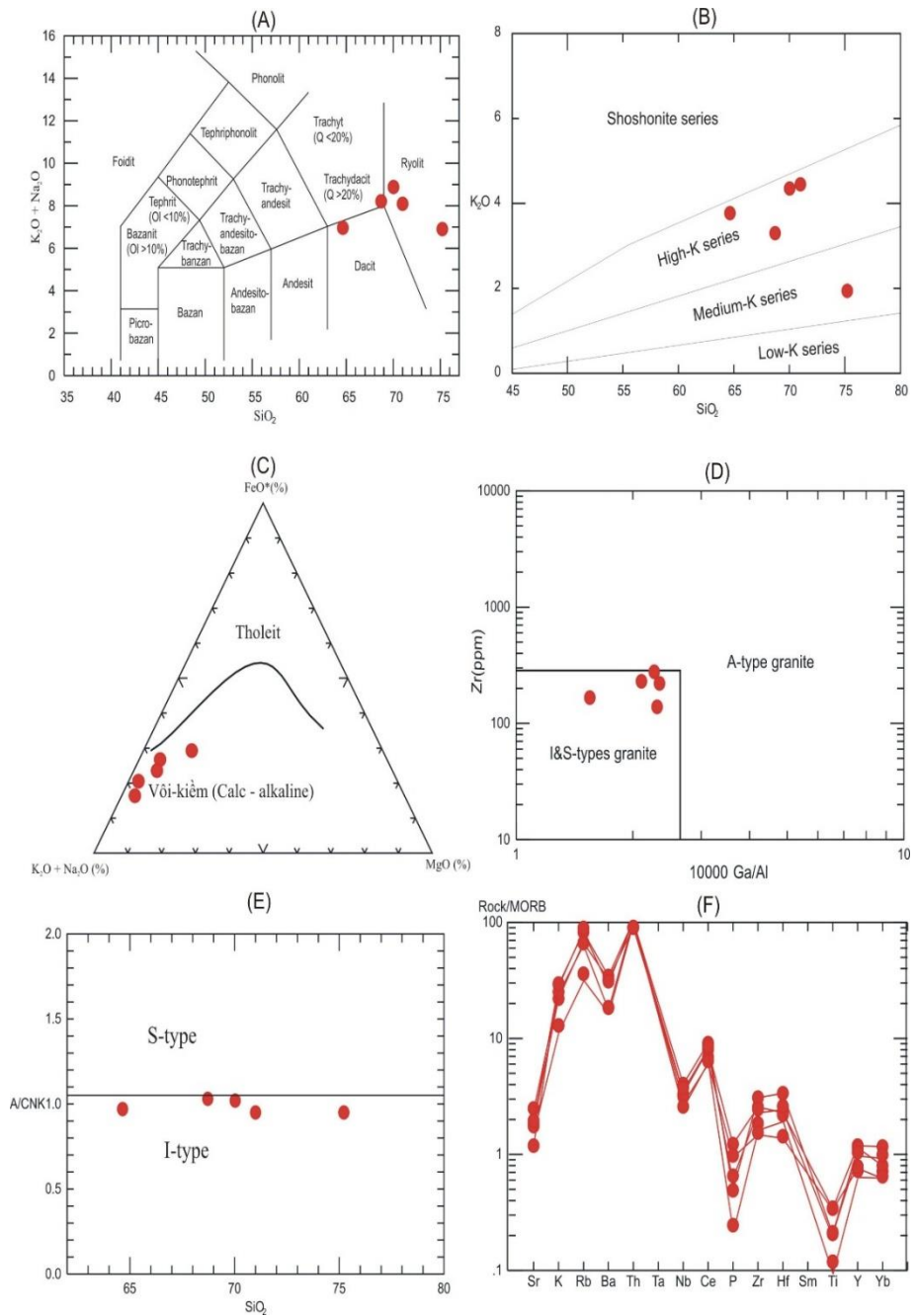
Theo nghiên cứu của Nguyễn Hữu Trọng và nkk (2018), tuổi U-Pb zircon của andesit khu vực đèo Rù Rì thuộc hệ tầng Nha Trang được xác định là  $100,9 \pm 1,7$  Tr.n, tương đồng với kết quả phân tích trong nghiên cứu này.

### 5.3. Bối cảnh thành tạo

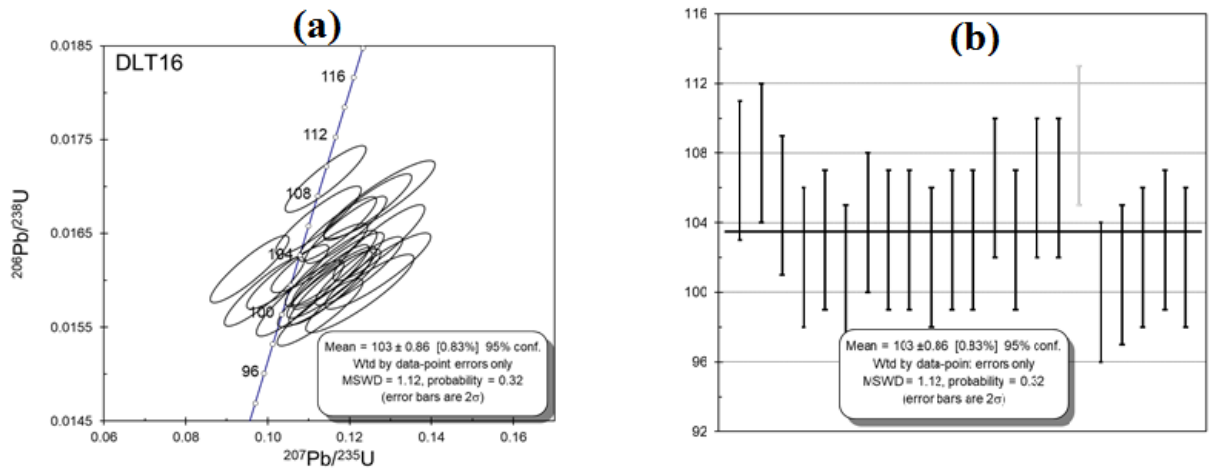
Từ kết quả phân tích địa hóa và đặc điểm thạch học - khoáng vật cho thấy các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên thuộc loại đá rhyolit, rhyodacit và dacit có thành phần hóa học tương ứng granit kiểu I, loại vôi kiềm, cao kali.

Trên biểu đồ phân định bối cảnh kiến tạo của các đá phun trào cho thấy các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên chủ yếu rơi vào trường VAG - có mối quan hệ gần gũi với granit cung núi lửa của rìa lục địa tích cực (Hình 7A). Sự hình thành trong bối cảnh của một đới hút chìm của các đá phun trào trong vùng nghiên cứu cũng được chứng minh trên biểu đồ Zr - Zr (Hình 7C). Biểu đồ phân loại nguồn gốc các đá magma phun trào dựa trên tỷ lệ hàm lượng  $\text{TiO}_2\text{-K}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$  (Pearce và nkk, 1975) (Hình 7B) cho thấy các đá phun trào tại khu vực Bãi Tiên có nguồn gốc từ lục địa.

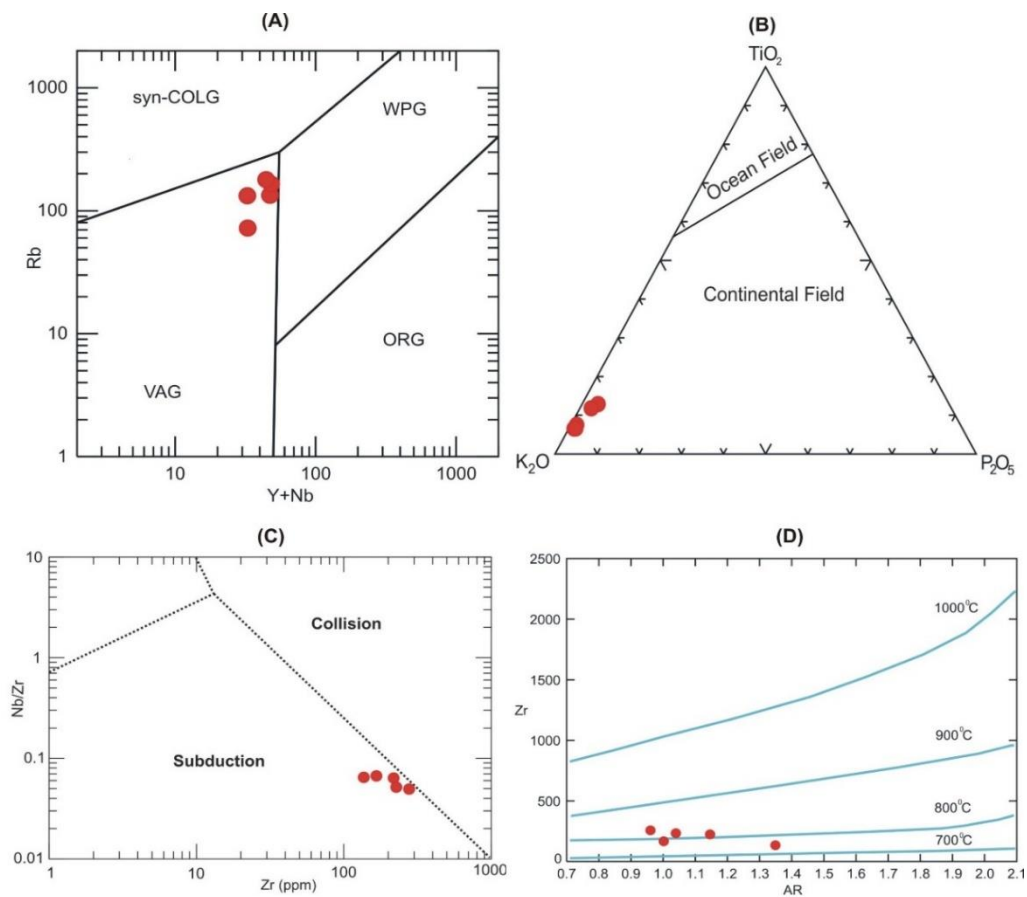
Trên biểu đồ nhiệt độ bão hòa zircon của các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên, Nha Trang cho thấy các đá phun trào khu vực Bãi Tiên có nhiệt độ kết tinh khoảng  $750 - 850^\circ\text{C}$  (Hình 7D). Nhiệt độ kết tinh của các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên thấp hơn nhiệt độ kết tinh của các đá granit kiểu A và tương đồng với nhiệt độ kết tinh của các đá granit kiểu I. Như vậy, dựa trên các đặc điểm địa hóa và nhiệt độ kết tinh cho thấy các đá phun trào khu vực nghiên cứu có thành phần tương đồng với granit kiểu I và được thành tạo cách đây 103 Tr.n. Giá trị tuổi này gần gũi với tuổi thành tạo được báo cáo từ các nghiên cứu trước (Trọng và nkk, 2018). Với kết quả phân tích này cho thấy tuổi kết tinh các đá phun trào axit - trung tính khu vực nghiên cứu xếp vào giai đoạn Creta sớm, tuổi của chúng khá tương đồng với các thành tạo magma xâm nhập Định Quán - Đèo Cả. Quá trình hình thành các đá magma giai đoạn này được nhiều tác giả cho rằng chúng liên quan tới quá trình hút chìm của vỏ đại dương Thái Bình Dương xuống dưới lục địa Đông Dương tạo thành các đá magma dọc theo đới Đà Lạt và các vùng phụ cận (Nguyễn Kinh Quốc, 1995; Vũ Như Hùng và nkk, 2001; Thủy và nkk, 2004).



Hình 5. Đặc điểm địa hóa các nguyên tố chính và các nguyên tố vi lượng của các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên – Nha Trang. (A) Biểu đồ tương quan hàm lượng  $SiO_2$  với  $(Na_2O+K_2O)$  (Le Bas và nnk, 1989); (B) Biểu đồ tương quan hàm lượng  $SiO_2$  với  $K_2O$  (Peccerillo và Taylor, 1976, Gill 1981); (C) Biểu đồ tương quan hàm lượng  $(Na_2O+K_2O)-FeO^*-MgO$  (Irvine và Baragar, 1971); (d) Biểu đồ tương quan chỉ số  $10000*Ga/Al$  và hàm lượng Zr (Whalen và nnk, 1987); (E) Biểu đồ tương quan giữa chỉ số bão hòa nhôm  $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$  và hàm lượng  $SiO_2$  (White và Chappell, 1983); (F) Biểu đồ phân bố các nguyên tố vết chuẩn hóa theo MORB (Pearce, 1983)



Hình 6: (a) Biểu đồ biểu diễn kết quả phân tích tuổi zircon U-Pb từ mẫu DLT16 đá dacit bằng phương pháp LA-ICP-MS; (b) Sơ đồ phân bố tuổi trung bình.



Hình 7. (A) Biểu đồ phân định bối cảnh kiến tạo của các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên (Pearce và nnk, 1984); (B) Biểu đồ  $\text{TiO}_2$ - $\text{K}_2\text{O}$ - $\text{P}_2\text{O}_5$  Pearce và nnk, 1975) Phân loại nguồn gốc các đá magma phun trào; (C) Biểu đồ Zr - Nb/Zr thể hiện bản chất của bối cảnh thành tạo; (D) Biểu đồ nhiệt độ bão hòa zircon của các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên, Nha Trang (Watson và Harrison, 1983).

## 6. Kết luận

Với các kết quả phân tích nêu trên, có thể đưa ra các kết luận sau đây:

- Thành phần thạch học của các đá phun trào khu vực Bãi Tiên chủ yếu gồm rhyolit, rhyodacit và dacit. Về mặt địa hóa, các đá phun trào thuộc loại vôi kiềm, cao kali, có hàm lượng cao của  $\text{SiO}_2$  (64,65-75,22%) và tổng lượng kiềm ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=6,89$ -8,88%).

2. Tuổi thành tạo các đá phun trào hệ tầng Nha Trang khu vực Bãi Tiên (Nha Trang) được xác định bằng phương pháp LA-ICP-MS U-Pb zircon là  $103 \pm 0,86$  Tr.n, tương ứng với giai đoạn Creta sớm.

3. Các đá phun trào axit - trung tính khu vực Bãi Tiên được thành tạo trong bối cảnh cung rìa lục địa tích cực với nhiệt độ thành tạo từ 750 - 850°C, tương ứng với nhiệt độ kết tinh của granit kiểu I.

#### **Lời cảm ơn**

Trong quá trình thực hiện thí nghiệm, tác giả nhận được sự hỗ trợ của PGS.TS. Kaushik Das và NCS. Kenta Kawaguchi, Khoa Khoa học Trái đất và các hành tinh, Đại học Hiroshima, Nhật Bản. Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số 562-2020-18-04.

#### **Văn liệu**

**A.P. Belousov, Nguyễn Đ. Thắng, Bùi P. Mỹ, Vũ Hùng, 1984.** Về sự phân chia các thành tạo núi lửa Mesozoi muộn Nam Trung Bộ. *Địa chất Khoáng sản Việt Nam*, II, tr.92-100.

**Phạm T. Hiếu, 2014.** 278 triệu năm metagranit khu vực phân bố các đá mafic phức hệ bó xing đới cấu trúc sông Mã và ý nghĩa địa chất của nó. *Tạp chí Phát triển Khoa học Công nghệ*, 17: 42-48.

**Phạm T. Hiếu, 2015.** Tuổi đồng vị U-Pb zircon granodiorite phức hệ Định Quán - Đèo Cả khu vực Trường Xuân, Khánh Hòa và ý nghĩa địa chất. *Tạp chí Phát triển khoa học và công nghệ*, 18: 5-11.

**Nguyễn K. Hoàng, 2013.** Phân vùng sinh khoáng và triển vọng quặng hóa vàng đới Đà Lạt. *Tạp chí phát triển KHCN*, Tập 16, số M2-2013: 85-96.

**Vũ N. Hùng, Nguyễn X. Bao, Trịnh V. Long, Nguyễn H. Tý, 2001.** Một số vấn đề về thạch luận các thành tạo núi lửa với kiềm thành phần felsic vùng Đơn Dương qua các tài liệu phân tích mới. *Báo cáo tại HNKH nhân kỷ niệm ngày thành lập Liên đoàn BĐDC Miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh.*

**K. Kawaguchi và nnk, 2020.** Discovery of Paleozoic rocks at northern margin of Sambagawa terrane, eastern Kyushu, Japan: Petrogenesis, U-Pb geochronology and its tectonic implication, *Geoscience Frontiers*, 11:1441-1459.

**Nguyễn K. Quốc, 1995.** Các thành tạo núi lửa trong hệ tầng Đơn Dương. *Địa chất Việt Nam*, Tập II, Các thành tạo magma, Cục ĐCVN, Hà Nội.

**Nguyễn Đ. Thắng và nnk, 1998.** Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, nhóm tờ Nha Trang, tỷ lệ 1:200.000.

**Đào Đ. Thục.** Sử dụng tài liệu địa hóa trong nghiên cứu thạch luận. *Tổng cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam.*

**Nguyen T. B. Thuy, Muharrem Satir, Wolfgang Siebel, Torsten Vennemann, Trinh V. Long, 2004.** Geochemical and isotopic constraints on the oetrigenesis of granitoids from Dalat zone, southern Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences*, 23:467-482.

**Nguyễn T.B. Thuy, M. Satir, W. Siebel, and F.K. Chen, 2004.** Granitoids in the Dalat zone, southern Vietnam: age constraints on magmatism and regional geological implications. *International Journal of Earth Sciences*, 93/3: 329-340.

**Nguyễn H. Trọng, Lê T. Dũng, Phạm T. Hiếu, 2018.** Tuổi U-Pb zircon LA-ICP-MS và thành phần đồng vị Hf trong andesit khu vực đèo Rù Rì-Nha Trang và ý nghĩa địa chất. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất*, 3/2018: 1 - 6.

**Vũ V. Văn, Trần H. Lam, 2001.** Quy luật biến đổi thành phần thạch địa hoá các đá phun trào kiềm-vôi cao kali ở vùng Bảo Lộc và Nha Trang. *Viện Địa chất, Trung tâm KHTN & CNQG.*