



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC ACEA-VIETGEO 2021  
PHÚ YÊN, 13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022**

# **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC ACEA-VIETGEO 2021  
PHÚ YÊN, 13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022**

# **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN**

Mã ISBN: 978-604-67-2296-0



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

# HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC

## ACEA-VIETGEO 2021

### BAN TỔ CHỨC

PGS.TS. Nguyễn Vũ Phương	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Đồng Trưởng ban</i>
PGS.TS. Tạ Đức Thịnh	Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	<i>Đồng Trưởng ban</i>
GS.TS. Trần Thanh Hải	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Phó Trưởng ban</i>
TS. Phan Văn Huệ	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Phó Trưởng ban</i>
PGS.TS. Lê Minh Phương	Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP HCM	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Nguyễn Duy Việt	Trường Đại học Giao thông Vận tải	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Nguyễn Xuân Thảo	Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Nguyễn Văn Lâm	Hội Địa chất thủy văn Việt Nam	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Bùi Trường Sơn	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Lê Đàm Ngọc Tú	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Ủy viên</i>

### BAN KHOA HỌC

GS.TSKH. Phạm Văn Ty	Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	<i>Trưởng ban</i>
TS. Phạm Ngọc Tiến	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Phó Trưởng ban</i>
PGS.TS. Nguyễn Văn Lâm	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Nguyễn Huy Phương	Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Đỗ Minh Đức	Trường Đại học Khoa học tự nhiên - ĐHQGHN	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Bùi Trường Sơn	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
PGS.TS. Nguyễn Thị Nụ	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Thanh Danh	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Văn Hải	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Thành Sơn	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Văn Phóng	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Thành Dương	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Phạm Đức Thọ	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Công Định	Trường Đại học Giao thông Vận tải	<i>Ủy viên</i>
TS. Nguyễn Bách Thảo	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Phạm Văn Hùng	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Vũ Minh Ngạn	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
TS. Hoàng Đình Phúc	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>

### BAN THƯ KÝ

TS. Nguyễn Thành Dương	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Trưởng ban</i>
TS. Nguyễn Thanh Danh	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Phó Trưởng ban</i>
ThS. Ngô Đình Thành	Trường Đại học Xây dựng Miền Trung	<i>Ủy viên</i>
TS. Phạm Thị Việt Nga	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
ThS. Phạm Thị Ngọc Hà	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>
ThS. Nguyễn Văn Hùng	Trường Đại học Mở - Địa chất	<i>Ủy viên</i>

**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC**  
**ACEA -VIETGEO 2021**

---

**PHÚ YÊN, VIỆT NAM**  
**13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022**

**ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ**  
**XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**  
**KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN**

**Ban biên tập:**

**TẠ ĐỨC THỊNH**  
**BÙI TRƯỜNG SƠN**  
**NGUYỄN VĂN LÂM**  
**NGUYỄN THÀNH DƯƠNG**  
**NGUYỄN THANH DANH**  
**NGUYỄN VĂN HÙNG**



# ACEA - VIETGEO 2021

---

## ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ XÂY DỰNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHU VỰC MIỀN TRUNG VÀ TÂY NGUYÊN

PHÚ YÊN, VIỆT NAM  
13 - 14 THÁNG 5 NĂM 2022

### ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Xây dựng Miền Trung  
Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam  
Hội Địa chất thủy văn Việt Nam  
Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam  
Trường Đại học Mở - Địa chất  
Trường Đại học Giao thông Vận tải  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TPHCM  
Công ty TNHH Thế giới Kỹ thuật

### ĐƠN VỊ ĐỒNG HÀNH

Trường Đại học Xây dựng Miền Trung  
Trường Đại học Mở - Địa chất  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TPHCM  
Trường Đại học Giao thông Vận tải  
Công ty TNHH Thế giới Kỹ thuật  
Công ty Cổ phần Đầu tư và Phát triển GMC  
Công ty Cổ phần khảo sát thiết kế xây dựng Đất Việt  
Công ty TNHH Nam Miền Trung  
Công ty Cổ phần Khoa học Công nghệ Bách khoa TP Hồ Chí Minh

# ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ DỄ BỊ TỔN THƯƠNG DO NHIỄM MẶN CÁC TẦNG CHỨA NƯỚC TRONG TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ VEN BIỂN TỈNH KHÁNH HÒA, CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ

Hồ Thành An<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Lâm<sup>2,\*</sup>, Đào Đức Bằng<sup>2</sup>,  
Vũ Thu Hiền<sup>2</sup>, Kiều Thị Vân Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Miền Trung

<sup>2</sup> Trường Đại học Mở - Địa chất

## Tóm tắt

Trên cơ sở phân tích các nhân tố điều kiện địa chất thủy văn các tầng chứa nước (TCN): hệ số thấm, cốt cao mực nước, khoảng cách đến ranh giới mặn - nhạt, ảnh hưởng của hiện trạng xâm nhập mặn và bề dày TCN, các tác giả đã áp dụng phương pháp GALDIT để đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do nhiễm mặn các tầng chứa nước trong trầm tích Đệ tứ vùng ven biển tỉnh Khánh Hòa. Kết quả đã phân chia các tầng chứa nước trong trầm tích Đệ tứ vùng ven biển tỉnh Khánh Hòa thành các vùng có mức độ tổn thương nhiễm mặn khác nhau: Đối với TCN lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ không phân chia (q) phân thành 3 vùng: Vùng tổn thương trung bình có diện tích 65,4km<sup>2</sup>, chiếm 24% diện tích vùng nghiên cứu; Vùng tổn thương thấp có diện tích 209,3km<sup>2</sup> (chiếm 76%); Đối với TCN lỗ hổng trong trầm tích Holocen (qh) phân thành 2 vùng: Vùng tổn thương trung bình có diện tích 105,3km<sup>2</sup>, chiếm 35% diện tích vùng nghiên cứu và vùng tổn thương thấp có diện tích 194,0km<sup>2</sup> (chiếm 65%); Đối với TCN lỗ hổng trong trầm tích Pleistocen (qp) có 2 vùng: vùng tổn thương trung bình có diện tích 97,0km<sup>2</sup>, chiếm 48% diện tích vùng nghiên cứu và vùng tổn thương thấp có diện tích 103,5km<sup>2</sup> (chiếm 52%). Từ các kết quả đánh giá này, bài báo cũng đã đưa ra một số giải pháp bảo vệ tài nguyên nước dưới đất bền vững.

**Từ khóa:** Tầng chứa nước, tổn thương, nhiễm mặn.

## 1. Đặt vấn đề

Khánh Hòa là một tỉnh có vị thế quan trọng ở duyên hải miền Trung cũng như cả nước về các mặt kinh tế, xã hội và an ninh quốc phòng (xem hình 1 và 2). Quá trình đô thị hóa diễn ra đã và đang làm biến đổi mạnh mẽ các điều kiện môi trường và tài nguyên ở đây. Dân số tăng nhanh, kinh tế phát triển mạnh dẫn đến nhu cầu sử dụng nước trong sinh hoạt, sản xuất và các hoạt động khác ngày càng lớn.

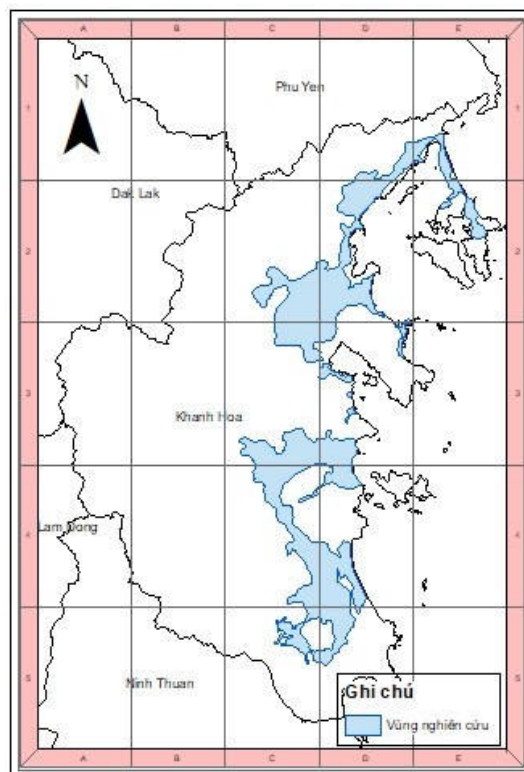
Việc khai thác nước dưới đất ngày càng nhiều, khó kiểm soát. Kèm theo đó, do tác động của biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng làm quá trình xâm nhập mặn tại vùng cửa sông thuộc dải ven biển tỉnh Khánh Hòa diễn biến phức tạp và càng lấn sâu vào trong đất liền, ảnh hưởng đến nguồn tài nguyên nước dưới đất (NDĐ) của các TCN. Vì vậy, việc tính toán xác định mức độ xâm nhập mặn của các tầng chứa nước vùng ven biển có vai trò quan trọng trong công tác quy hoạch, khai thác bền vững nguồn tài nguyên quý giá này.

\* Ngày nhận bài: 27/02/2022; Ngày phản biện: 29/3/2022; Ngày chấp nhận đăng: 18/4/2022

\* Tác giả liên hệ: Email: lamdctv@gmail.com



Hình 1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu



Hình 2. Diện tích vùng nghiên cứu

Theo kết quả nghiên cứu địa chất - địa chất thủy văn của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Trung, hiện nay trong khu vực nghiên cứu tồn tại 3 tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Đệ tứ, gồm: Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ không phân chia (q), tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Holocen (qh) và tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Pleistocen (qp).

#### *Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ không phân chia (q)*

Phân bố ở bán đảo Cam Ranh, vùng đồi núi thấp và ven các sườn núi, diện tích khoảng 727km<sup>2</sup>. Thành phần thạch học rất đa dạng, chủ yếu là cát, cát pha, sét lẫn dăm sạn, cuội..., bề dày tầng chứa nước thay đổi từ 15,0m đến 35,0m. Mức độ chứa nước từ trung bình đến giàu, độ sâu mực nước tĩnh từ 0,8 - 2,8m. Nước thuộc loại siêu nhạt, tổng độ khoáng hóa thường từ < 0,1 - 0,2g/l. Nước thuộc loại không có áp lực, nguồn bổ cập chủ yếu là nước mưa ngấm từ trên xuống và miền thoát chảy ra sông, suối.

#### *Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Holocen (qh)*

Phân bố chủ yếu ở thung lũng Nha Trang, sông Dinh - Ninh Hòa, các khu vực cửa sông thuộc phạm vi các đồng bằng Cam Ranh, Vạn Ninh và Ninh Hòa. Tổng diện tích phân bố của tầng chứa nước khoảng 591km<sup>2</sup> với bề dày tầng chứa nước thường gặp từ 5,0 - 10,0m. Mức độ chứa nước từ nghèo đến trung bình, nước có độ tổng khoáng hóa thay đổi 0,12 - 10,5g/l. Đây là tầng chứa nước không áp, nguồn cung cấp chủ yếu là nước mưa. Miền thoát chủ yếu ra sông suối và thấm xuống cung cấp cho các tầng chứa nước bên dưới.

#### *Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Pleistocen (qp)*

Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Pleistocen lộ ra ở phía Tây các đồng bằng, Tây Nam của thị xã Ninh Hòa và các dải đồng bằng cao Diên Thọ, dọc Quốc lộ 1A từ Cam Hiệp xuống Ba Ngòi. Tổng diện tích lộ ra khoảng 44,0km<sup>2</sup>, phần còn lại bị chìm sâu khoảng 30m nằm phía dưới

các đồng bằng Ninh Hòa, Nha Trang, Cam Ranh. Bề dày tầng chứa nước từ 5,0 - 20,0m. Tầng chứa nước có mức độ chứa nước trung bình, thành phần hóa học biến đổi theo diện phân bố, độ tổng khoáng hóa thay đổi từ 0,17 - 2,46g/l.

Nước trong tầng chứa nước Pleistocen ở những nơi lộ là nước không có áp lực, những vùng ven biển có áp, có áp cục bộ. Mức nước tĩnh thay đổi 0 - 7,0m. Nguồn cung cấp chủ yếu là từ các tầng chứa nước bên trên ngấm xuống và từ nước mưa thấm qua diện lộ, miền thoát là do khai thác.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Trên thế giới hiện nay đã có một số phương pháp đánh giá mức độ tổn thương tiềm ẩn cho các tầng chứa nước. Tuy nhiên, qua điều tra thực tế và đối chiếu các điều kiện áp dụng, trong nghiên cứu này các tác giả sử dụng phương pháp GALDIT để đánh giá mức độ dễ bị tổn thương do xâm nhập mặn của các tầng chứa nước Đệ tứ ven biển tỉnh Khánh Hòa.

Phương pháp GALDIT do Chachadi và Lobo-ferreira đề xuất vào năm 2001 và được hiệu chỉnh năm 2005 (Chachadi A.G. và Lobo Ferreira, J.P., 2005; João Paulo Lobo Ferreira và nnk., 2005). GALDIT là tên gọi được ghép từ 6 chữ cái đầu tiên của 6 tham số được dùng để đánh giá nguy cơ tổn thương nước dưới đất do xâm nhập mặn: G: Kiểu tầng chứa nước; A: Hệ số thấm của tầng chứa nước; L: Cốt cao mực nước dưới đất; D: Khoảng cách từ điểm nghiên cứu tới ranh giới mặn nhạt; I: Tác động của xâm nhập mặn dựa vào tỷ lệ  $Cl/[HCO_3^- + CO_3^{2-}]$ ; T: Chiều dày tầng chứa nước.

\* Chỉ số GALDIT được tính toán theo công thức (1):

$$Chỉ số GALDIT = \frac{\sum_{i=1}^6 (W_i)R_i}{\sum_{i=1}^6 W_i} \quad (1)$$

Trong đó:  $W_i$ : Trọng số của các chỉ số GALDIT;  $R_i$ : Điểm số đánh giá cho giá trị của chỉ số  $I$ ;

Chỉ số tổn thương cuối cùng GALDIT có giá trị biến đổi từ 2,5 - 10 và được chia ra thành 3 mức tổn thương: tổn thương cao ( $> 7,5$ ), tổn thương trung bình (5 đến 7,5), và tổn thương thấp ( $< 5$ ). Chỉ số tổn thương càng cao thì mức độ tổn thương của tầng chứa nước do tác động xâm nhập mặn của nước biển càng cao.

\* Việc xây dựng bộ nhân tố các chỉ số GALDIT: được tập thể tác giả tổng hợp các kết quả điều tra đánh giá điều kiện địa chất thủy văn của Liên đoàn Quy hoạch và tài nguyên nước miền Trung và kết quả thực hiện Dự án "Biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc". Cụ thể là:

- Kiểu tầng chứa nước (G): Được xác định trên cơ sở phân tích địa tầng địa chất thủy văn, đặc tính thủy lực tại 142 lỗ khoan phân bố trên phạm vi toàn vùng nghiên cứu. Kết quả đã phân chia được 03 tầng chứa nước q, qh và qp chủ yếu thuộc kiểu tầng chứa nước không áp, đôi nơi có áp cục bộ.

- Hệ số thấm của tầng chứa nước (A): Dựa vào kết quả bơm hút nước thí nghiệm tại 45 lỗ khoan của tầng chứa nước lỗ hồng Đệ tứ không phân chia (q); 57 lỗ khoan trong tầng chứa nước qh và 34 lỗ khoan trong tầng chứa nước qp. Kết quả đã xác định được tầng chứa nước q có hệ số thấm biến đổi từ 0,03 m/ngày đến 21,00 m/ngày; tầng chứa nước qh có hệ số thấm biến đổi từ 0,17 m/ngày đến 18,71 m/ngày và tầng chứa nước qp có hệ số thấm biến đổi từ 0,25 m/ngày đến 29,9 m/ngày.

- Cốt cao mực nước dưới đất (L): Được xác định dựa trên các kết quả quan trắc mực nước tại 45 lỗ khoan trong tầng chứa nước Đệ tứ không phân chia (q); 51 lỗ khoan trong tầng chứa nước



qh và 34 lỗ khoan trong tầng chứa nước qp. Kết quả đã xác định được tầng chứa nước qh có cốt cao mực nước dao động từ -1,2m đến 44,9m; tầng chứa nước qh có cốt cao mực nước dao động từ -2,2m đến 13,3m và tầng chứa nước qp có cốt cao mực nước dao động từ -1,1m đến 25,0m.

- *Khoảng cách từ điểm nghiên cứu tới ranh giới mặn nhạt (D)*: Ranh giới mặn nhạt được xác định là 1,5g/l (theo QCVN 09-MT:2015/BTNMT). Khoảng cách tới ranh mặn nhạt được xác định trực tiếp trên bản đồ địa chất thủy văn vùng nghiên cứu thuộc Dự án "*Biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc*" (Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia, 2020).

- *Tác động của xâm nhập mặn dựa vào tỷ lệ  $Cl/[HCO_3 + CO_3^{2-}]$* : Được xác định dựa trên kết quả phân tích 15 mẫu nước đặc trưng trong tầng chứa nước Đệ tứ không phân chia, kết quả cho tỷ số I dao động từ 0,6 đến 44,2; 21 mẫu nước đặc trưng trong tầng chứa nước qh cho tỷ số I dao động từ 0,1 đến 24,2 và 11 mẫu nước đặc trưng cho tầng chứa nước qp cho tỷ số I dao động từ 0,2 đến 73,5.

- *Chiều dày tầng chứa nước (T)*: Được xác định dựa vào 45 cột địa tầng lỗ khoan trong tầng chứa nước Đệ tứ không phân chia (q); 50 lỗ khoan trong tầng chứa nước qh và 34 lỗ khoan trong tầng chứa nước qp.

\* *Việc xác định trọng số của các chỉ số*: Các tác giả áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (Analytic Hierarchy Process-AHP) được Thomas L. Saaty phát triển vào những năm đầu thập niên 1980 và Sharon M Ordoobadi năm 2010.

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Kết quả xác định các nhân tố GALDIT

Trên cơ sở các kết quả điều tra thực tế, các kết quả thí nghiệm địa chất thủy văn ngoài hiện trường, các kết quả quan trắc động thái, kết quả phân tích mẫu nước..., các tác giả đã xác định các giá trị trọng số cho từng nhân tố và đánh giá, xác định giá trị từng nhân tố GALDIT ở vùng nghiên cứu như sau (bảng 1).

Bảng 1. Kết quả điểm số và trọng số các nhân tố GALDIT

Nhân tố	Loại tầng chứa nước (G)				Hệ số thấm (A) m/ngày				Cốt cao mực nước (L) m			
Trọng số	0,07				0,21				0,29			
Giá trị nhân tố	Tầng chứa nước có áp	Tầng chứa nước không áp	Tầng chứa nước có áp thấm xuyên	Tầng chứa nước bán vô hạn	>40	10 - 40	5 - 10	<5	<-5	-5 - 0	0 - 10	>10
Điểm	10	7,5	5	2,5	10	7,5	5	2,5	10	7,5	5	2,5
Nhân tố	Khoảng cách đến ranh mặn (D) m				Ảnh hưởng của hiện trạng xâm nhập mặn (I)				Bề dày tầng chứa nước (đối bão hòa) (T) m			
Trọng số	0,21				0,07				0,15			
Giá trị nhân tố	<500	500 - 700	700 - 1.000	>1.000	>2	1,5 - 2	1 - 1,5	<1	> 10	7,5 - 10	5 - 7,5	< 5
Điểm	10	7,5	5	2,5	10	7,5	5	2,5	10	7,5	5	2,5

#### 3.2. Kết quả phân vùng mức độ ảnh hưởng của các nhân tố tới xâm nhập mặn

Theo công thức:

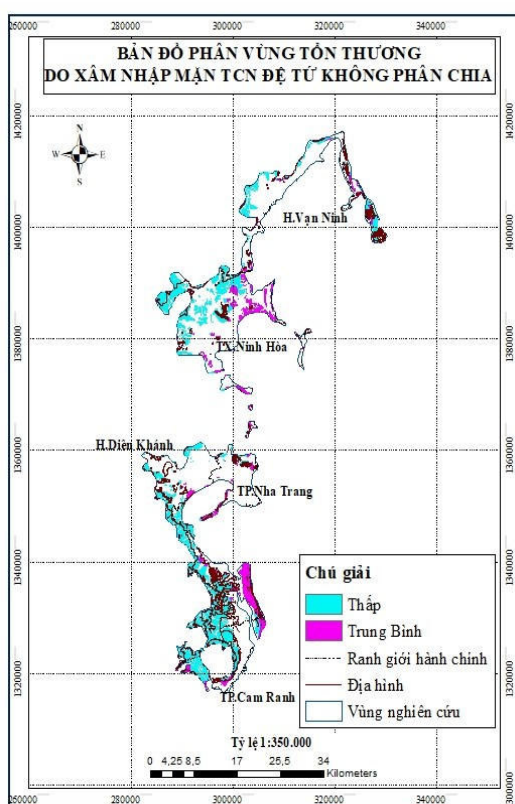
$$GALDIT = 0,07 \cdot G + 0,21 \cdot A + 0,29 \cdot L + 0,21 \cdot D + 0,07 \cdot I + 0,15 \cdot T \quad (2)$$

Các tác giả đã tính toán được giá trị GALDIT tổng hợp cho vùng nghiên cứu. Từ kết quả tổng hợp này đã cho thấy: vùng có điểm số  $< 5$  được coi là có mức độ tổn thương thấp, vùng có điểm số  $5 - 7,5$  được coi là có mức độ tổn thương trung bình và  $> 7,5$  được coi là có mức độ tổn thương cao. Kết quả sau khi tính toán từng chỉ số GALDIT tương ứng đối với mỗi tầng chứa nước, các tác giả đã lập bản đồ phân vùng cho từng nhân tố, chồng chập các bản đồ và phân chia mức độ tổn thương nhiễm mặn đối với các tầng chứa nước lỗ hổng trong vùng nghiên cứu như sau:

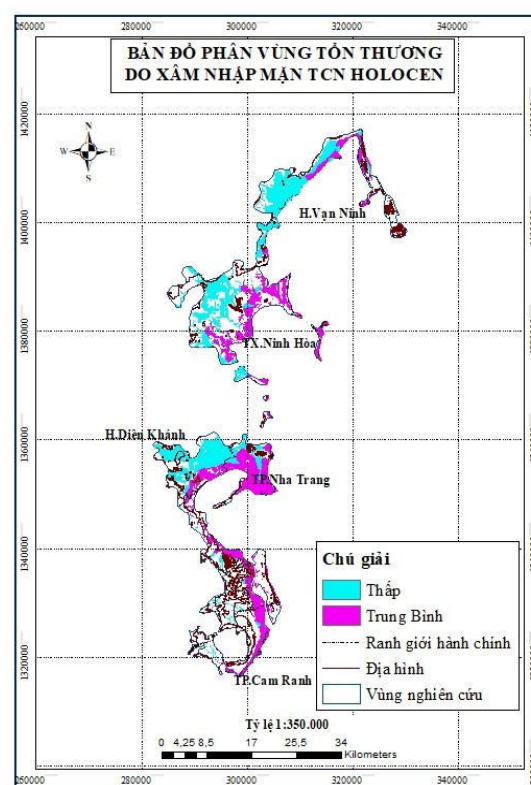
*Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ không phân chia (q)*

Tầng chứa nước được chia ra làm 2 vùng có mức độ tổn thương khác nhau:

- Vùng tổn thương trung bình phân bố ở dọc bờ biển thuộc địa phận TP. Cam Ranh, TP. Nha Trang và TX. Ninh Hòa (diện tích  $65,4\text{km}^2$ , chiếm 24% diện tích vùng nghiên cứu).
- Vùng có mức độ tổn thương thấp phân bố ở phía Tây vùng nghiên cứu thuộc TP. Cam Ranh, TP. Nha Trang, TX. Ninh Hòa, TT. Vạn Giã, xã Vạn Khánh và xã Vạn Thạnh (diện tích  $209,3\text{km}^2$ , chiếm 76% diện tích vùng nghiên cứu), xem hình 3.



Hình 3. Bản đồ phân vùng tổn thương do xâm nhập mặn TCN q



Hình 4. Bản đồ phân vùng tổn thương do xâm nhập mặn TCN qh

➤ *Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Holocen (qh)*

Đối với tầng qh, điểm số tính toán được nằm trong khoảng  $3 - 7$ . Tầng chứa nước này cũng được chia ra làm 2 vùng có mức độ tổn thương:

- Vùng tổn thương trung bình phân bố ở dọc bờ biển thuộc địa phận TP. Cam Ranh, TP. Nha Trang, TX. Ninh Hòa, TT. Vạn Giã và H. Vạn Ninh. (diện tích  $105,3\text{km}^2$ , chiếm 35% diện tích vùng nghiên cứu).

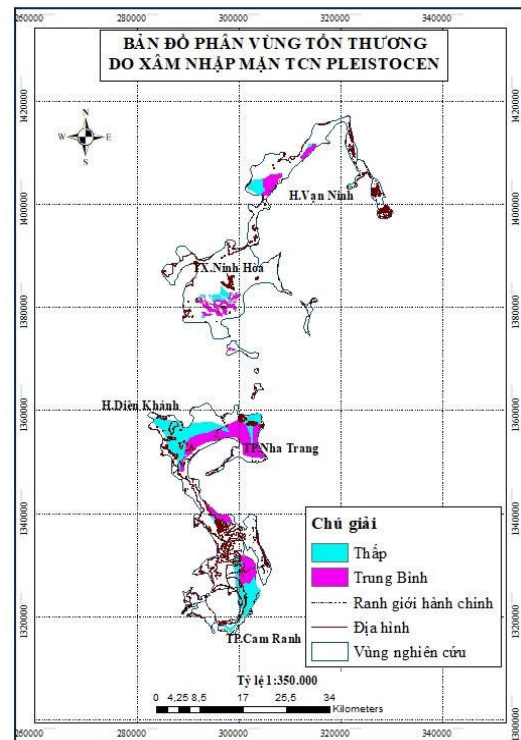
- Vùng tổn thương thấp phân bố ở phía Tây vùng nghiên cứu thuộc TP. Cam Ranh, TP. Nha Trang, TX. Ninh Hòa, TT. Vạn Giã, xã Vạn Khánh và xã Vạn Thạnh (diện tích  $194,0\text{km}^2$ , chiếm 65% diện tích vùng nghiên cứu), xem hình 4.

#### *Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Pleistocen (qp)*

Tầng chứa nước được chia ra cũng được phân thành 2 vùng có mức độ tổn thương khác nhau:

- Vùng tổn thương trung bình phân bố chủ yếu về phía biển và một phần nhỏ thuộc trung tâm TX. Ninh Hòa. (Diện tích  $97,0\text{km}^2$ , chiếm 48% diện tích vùng nghiên cứu).

- Vùng tổn thương thấp phân bố chủ yếu ở xa biển và một phần ven biển thuộc TP. Cam Ranh. (Diện tích  $103,5\text{km}^2$ , chiếm 52% diện tích vùng nghiên cứu), xem hình 5.



Hình 5. Bản đồ phân vùng tổn thương do xâm nhập mặn TCN qp

### **3.3. Đề xuất các giải pháp bảo vệ tài nguyên nước dưới đất**

Việc phòng chống một cách toàn diện quá trình xâm nhập mặn vào nguồn nước ngầm vùng ven biển nói chung và trên địa bàn nghiên cứu - khu vực ven biển Khánh Hòa nói riêng là những vấn đề khó, không dễ giải quyết ngay một cách triệt để. Tuy vậy, để phục vụ cho mục tiêu phát triển bền vững, việc đề xuất giải pháp hạn chế và khắc phục quá trình xâm nhập mặn là những việc làm cấp thiết, có ý nghĩa hết sức quan trọng và mang tính thời sự đối với khu vực nghiên cứu. Từ các kết quả phân vùng mức độ tổn thương do nhiễm mặn ở trên, xuất phát từ thực tế, để giảm thiểu và khắc phục ảnh hưởng của xâm nhập mặn, cần xây dựng mạng lưới quan trắc tài nguyên nước dưới đất hợp lý; bên cạnh đó, các tác giả đề xuất 2 nhóm giải pháp cho khu vực có nguy cơ bị xâm nhập mặn (vùng tổn thương trung bình) và khu vực cồn cát ven biển cụ thể như sau:

#### *Đối với khu vực có nguy cơ bị xâm nhập mặn*

Đối với khu vực có nguy cơ bị xâm nhập mặn như ven biển TP. Nha Trang, H. Vạn Ninh cần thực hiện các giải pháp: Ngừng cấp phép khai thác NĐĐ mới; thực hiện việc rà soát, kiểm tra thường xuyên, phát hiện các tổ chức, cá nhân khoan, thăm dò, khai thác NĐĐ chưa có giấy phép hoặc chưa đăng ký. Định kỳ lập danh sách các tổ chức, cá nhân chưa có giấy phép, thông báo và công bố trên các phương tiện thông tin.

Hoàn tất việc đăng ký, cấp phép đối với các công trình khai thác NĐĐ đã có để đưa vào quản lý theo quy định; Đẩy mạnh công tác điều tra, đánh giá tài nguyên nước dưới đất, ưu tiên thực hiện trước đối với những vùng, những khu vực có nguy cơ ô nhiễm xâm nhập mặn cao; Phân vùng khai thác, vùng hạn chế, phạm vi, mức độ áp dụng các biện pháp bảo vệ NĐĐ chi tiết

cho từng tầng chứa nước trên qui mô toàn tỉnh; Bố trí các lỗ khoan khai thác nước mặn phục vụ nuôi trồng thủy sản tạo ranh giới cân bằng mặn nhạt; Xây dựng hệ thống hồ sinh thái chứa nước và cấp nước mùa khô: Một trong những biện pháp đang được ứng dụng để giải quyết vấn đề xâm nhập mặn của nước biển là xây dựng hồ sinh thái nước nhạt dưới hạ lưu ngoài hồ chứa trên vùng thượng lưu; Xây dựng hệ thống bổ sung nhân tạo cho NĐĐ để đẩy lùi ranh mặn về phía biển; Thu gom nước mưa và xử lý sau đó dùng các lỗ khoan đưa nước xuống các tầng chứa nước bị xâm nhập mặn.

#### *Đối với khu vực cồn cát ven biển*

Đối với khu vực cồn cát ven biển như TP. Cam Ranh và Hòn Gốm cần thực hiện các giải pháp: Trồng rừng ven biển và xây dựng đê bao ngăn biển; Tăng cường xây dựng hệ thống đê bao ven biển chống nước biển dâng; Bố trí các công trình khai thác nước bằng giếng tia và giếng đứng kết hợp hành lang thu nước; Phát triển hệ thống giếng đứng kết hợp hành lang thu nước nằm ngang theo quy hoạch khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước dưới đất.

## 4. Kết luận

Với kết quả đánh giá và phân vùng dự báo mức độ tổn thương đối với các tầng chứa nước lỗ hổng trong các thành tạo bờ rời vùng ven biển tỉnh Khánh Hòa đã cho thấy, mức độ tổn thương do nhiễm mặn của cả 3 tầng chứa nước đều ở mức trung bình và thấp. Trong đó tầng chứa nước qp có mức độ tổn thương do nhiễm mặn ở mức trung bình cao nhất (chiếm 48%), trong khi đó tầng chứa nước không phân chia q chỉ có 24% và tầng chứa nước qh là 35%. Để giảm thiểu và khắc phục ảnh hưởng của xâm nhập mặn đối với các tầng chứa nước trong vùng, cần áp dụng đồng bộ các giải pháp công trình và phi công trình. Trước mắt, cần xây dựng ngay mạng lưới quan trắc tài nguyên nước dưới đất hợp lý, ổn định để có thể kịp thời thích ứng với những diễn biến phức tạp của biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

## Tài liệu tham khảo

- Chachadi A.G. & Lobo Ferreira, J.P., 2005. Assessing aquifer vulnerability to seawater intrusion using GALDIT method: Part 2 - GALDIT Indicators Description.
- João Paulo Lobo Ferreira, A. G. Chachadi, Catarina Diamantino & M. J. Henriques, 2005. Assessing aquifer vulnerability to seawater intrusion using the GALDIT method: part 1—application to the Portuguese Monte Gordo aquifer, IAHS.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
- Sharon M Ordoobadi, 2010. Application of AHP and Taguchi loss functions in supply chain. *Industrial Management & Data Systems*, 110(8), tr. 1251-1269.
- Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc gia, 2020. Báo cáo biên hội - thành lập bản đồ tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1:200.000 cho các tỉnh trên toàn quốc.