



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

Đánh giá nguy cơ tổn thương do nhiễm mặn nước dưới đất vùng Tiền Giang bằng phương pháp GALDIT và đề xuất mạng lưới quan trắc xâm nhập mặn

Trần Thanh Cảnh^{1,*}, Nguyễn Bách Thảo^{2,3}, Bùi Trần Vượng¹

¹ Liên đoàn quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Nam, Việt Nam

² Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

³ Trung tâm Phân tích Thí nghiệm chất lượng cao, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:
 Nhận bài 15/01/2018
 Chấp nhận 05/5/2018
 Đăng online 30/6/2018

Từ khóa:
 Tổn thương nước dưới đất
 Xâm nhập mặn
 Mạng quan trắc
 Tiền Giang

TÓM TẮT

Phương pháp GALDIT được Chachadi và Lobo-ferreira đề xuất năm 2001 và được điều chỉnh năm 2005 để đánh giá một cách có hệ thống nguy cơ tổn thương nước dưới đất do xâm nhập mặn. Phương pháp này đã sử dụng 05 chỉ số liên quan đến đặc điểm của tầng chứa nước gồm, kiểu tầng chứa nước (G), hệ số thấm của tầng chứa nước (A), cốt cao mực nước dưới đất (L), khoảng cách từ điểm nghiên cứu tới ranh mặn-nhạt (D); tác động của xâm nhập mặn (I) và chỉ số về chiều dày tầng chứa nước (T). Dựa trên điểm số thu được tại các điểm nghiên cứu trong tầng chứa nước Pliocen dưới trên địa bàn tỉnh Tiền Giang, nhóm tác giả thành lập được bản đồ phân vùng mức độ nguy cơ tổn thương, trong đó, vùng có nguy cơ tổn thương rất cao chiếm 0,1%, vùng có nguy cơ tổn thương cao chiếm tới 76,9%, vùng có nguy cơ tổn thương trung bình chiếm 23,0% diện tích vùng nghiên cứu và không tồn tại vùng có nguy cơ tổn thương thấp. Căn cứ bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương và hiện trạng ranh giới mặn - nhạt của tầng chứa nước, nhóm tác giả đề xuất mạng lưới quan trắc xâm nhập mặn gồm 38 công trình được chia thành hai nhóm: quan trắc theo diện (17 lỗ khoan) và quan trắc theo tuyến bố trí dọc theo ranh mặn - nhạt (21 lỗ khoan).

© 2018 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Tỉnh Tiền Giang có phía Đông giáp Biển Đông, do đó đã chịu ảnh hưởng rất nhiều bởi tác động của nước biển dâng và quá trình xâm nhập mặn. Bên cạnh đó nhu cầu khai thác, sử dụng tài nguyên nước dưới đất (NDĐ) để phục vụ phát triển kinh

tế ngày một tăng cao. Điều này đã làm cho tài nguyên nước dưới đất trên địa bàn tỉnh đang có xu hướng cạn kiệt, suy giảm về trữ lượng và chất lượng. Để khai thác và sử dụng một cách hợp lý, bền vững phục vụ phát triển kinh tế - xã hội cần thiết phải nghiên cứu, đánh giá nguy cơ tổn thương các tầng chứa nước (TCN) do ảnh hưởng của xâm nhập mặn, giúp các nhà quản lý, các nhà hoạch định chiến lược có tầm nhìn bao quát trong việc xây dựng và điều chỉnh quy hoạch tổng thể.

*Tác giả liên hệ

E-mail: trancanh.ld8@gmail.com

Hiện nay có nhiều phương pháp để đánh giá nguy cơ tổn thương của nước dưới đất như: GOD, DRASTIC, EPIK, SINTACS, POSH... Bên cạnh đó cũng đã có rất nhiều các công trình nghiên cứu, đánh giá, mô phỏng, dự báo tác động của xâm nhập mặn đến nước dưới đất. Edet và Okereke, (2001), đã sử dụng phương pháp đo sâu điện kết hợp với số liệu phân tích thành phần hoá học NDĐ để nghiên cứu sự phân bố mặn nhạt TCN ở vùng ven biển Nigeria. Sung Ho Song (2007) đã sử dụng phương pháp đo sâu điện để xác định xâm nhập mặn ở vùng Byunsan. Hoàng Văn Hoan (2013) đã sử dụng phương pháp trường chuyển, kết hợp phân tầng địa chất thủy văn và kết quả phân tích thành phần hóa học NDĐ đã làm sáng tỏ sự phân bố mặn - nhạt của nước trong các TCN trầm tích Đệ tứ vùng cửa sông ven biển vùng Nam Định. Trong nghiên cứu của George, et al (2005) về ảnh hưởng của khuếch tán độ mặn trong trầm tích, góp phần làm tăng độ mặn trong nước hồ Salton Sea. Abd-Elhamid và Javadi (2011), đã sử dụng mô hình phần tử hữu hạn nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ trọng và phân tích quá trình xâm nhập mặn trong tầng chứa nước ven biển. Nguyễn Bách Thảo (2016) đã sử dụng phương pháp địa chất thủy văn đồng vị để xác định vận tốc thấm của nước dưới đất, tính toán lượng bổ cập của NDĐ cho nước mặt bằng đồng vị Radon kết hợp với phương pháp địa vật lý bằng thiết bị đo điện từ trường EM34 để chính xác hóa ranh giới mặn nhạt. Các kết quả đo được từ phương pháp đồng vị và địa vật lý được sử dụng làm số liệu đầu vào của mô hình tính toán xâm nhập mặn các TCN vùng ven biển, áp dụng cho đồng bằng Crau, Pháp. Đỗ Trọng Sự và Phạm Quý Nhân (2003) đã xây dựng mô hình dòng chảy và mô hình dịch chuyển các chất hòa tan trong NDĐ khu vực Nghĩa Hưng - Hải Hậu, Nam Định để dự báo khả năng xâm nhập mặn NDĐ do khai thác gây ra. Nura Umar Kura & Mohammad Firuz Ramli (2014) đã sử dụng phương pháp DRASTIC và GALDIT để đánh giá tính dễ tổn thương của nước ngầm đối với hoạt động gây ô nhiễm của con người và xâm nhập của nước biển trong một hòn đảo nhiệt đới nhỏ ở Malaysian. Tasnim và Tahsin (2016) đã sử dụng phương pháp chỉ số GALDIT để đánh giá nguy cơ tổn thương của TCN ngầm do xâm nhập của nước biển, áp dụng cho vùng nam Florida của Mỹ...

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp GALDIT để nghiên cứu, đánh

giá nguy cơ tổn thương tầng chứa nước Pliocen dưới do ảnh hưởng của xâm nhập mặn, trên cơ sở thu thập, xử lý và tính toán 6 tham số gồm: kiểu tầng chứa nước (G), hệ số thấm của tầng chứa nước (A), cốt cao mực nước dưới đất(L), khoảng cách từ điểm nghiên cứu tới đường bờ biển (D), tác động của xâm nhập mặn (I) và chiều dày tầng chứa nước (T) để thành lập bản đồ phân vùng mức độ nguy cơ tổn thương và đề xuất mạng lưới quan trắc, giám sát quá trình xâm nhập mặn đối với tầng chứa nước Pliocen dưới.

1.1. Vùng nghiên cứu

Tỉnh Tiền Giang có phía Bắc giáp tỉnh Long An, phía Đông Bắc giáp tỉnh Long An và TP.Hồ Chí Minh, phía Tây giáp tỉnh Đồng Tháp, phía Nam giáp tỉnh Bến Tre và tỉnh Vĩnh Long, phía Đông giáp Biển Đông. Tiền Giang có địa hình thấp, bề mặt địa hình tương đối bằng phẳng. Độ cao địa hình từ 0,9 ÷ 2,0m và cao trình biển thiên từ 0m đến 1,6m so với mặt nước biển, phổ biến nhất từ 0,8m đến 1,1m. Nền nhiệt độ trung bình cao và ổn định quanh năm từ 26,0 ÷ 29,0°C. Lượng mưa trung bình năm từ 117,6mm (năm 2009) đến 144,5mm (năm 2010). Lượng bốc hơi khu vực tùy thuộc vào nhiệt độ, sức gió, độ ẩm không khí. Thời kỳ có lượng bốc hơi cao nhất vào tháng 3 và 4, bình quân 4,3 ÷ 4,4 mm/ngày, thấp nhất vào tháng 5 (khoảng 2,0 mm/ngày). Tiền Giang có khu vực giáp Biển Đông thuộc huyện Gò Công Đông và Tân Phú Đông với bờ biển dài 32km. Sóng biển có độ cao cực đại vào các tháng 10 đến tháng 02 khi có ảnh hưởng rõ nét của gió Đông Bắc. Ngoài ra Tiền Giang có mạng lưới sông, rạch chằng chịt (Đặng Văn Túc, 2014).

1.2. Đối tượng nghiên cứu

Tầng chứa nước lỗ hổng Pliocen dưới (n_2^1) có diện tích phân bố rộng khắp vùng nghiên cứu (hình 1). Tầng n_2^1 có chiều sâu gập má (trung bình) 288,3m. Chiều sâu gập đáy (trung bình) 350,4m và chiều dày trung bình tầng là 62,1m (Đặng Văn Túc và nnk, 2014). Thành phần đất đá gồm cát hạt từ mịn đến trung - thô chứa sạn sỏi, đôi nơi xen kẹp các lớp mỏng sét - bột. Số liệu quan trắc mực nước cho thấy động thái mực nước trong tầng dao động nhưng không theo quy luật mùa, không có mối liên hệ trực tiếp với nước mưa, nước mặt.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp GALDIT do Chachadi và Lobo-ferreira đề xuất vào năm 2001 và được hiệu chỉnh năm 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. Sự xuất hiện của nước ngầm liên quan đến loại tầng nước ngầm có thể rơi vào một trong ba nhóm: tầng chứa nước không áp, tầng chứa nước có áp, tầng chứa nước thấm xuyên (Chachadi và Lobo-Ferreira, 2001).

+ *A*: Hệ số thấm của tầng chứa nước. Hệ số thấm của tầng chứa nước phản ánh mức độ di chuyển của nước biển vào tầng chứa nước nhạt. Hệ số thấm của tầng chứa nước càng lớn thì nguy cơ gây tổn thương cho tầng chứa nước càng lớn và ngược lại.

+ *L*: Cốt cao mực nước dưới đất. Cốt cao mực nước cho biết khả năng nước mặn sẽ xâm nhập vào tầng chứa nước hay tầng chứa nước đẩy nước mặn đi ra. Trong bài báo này, chỉ số này được điều chỉnh lại khoảng giá trị để tính điểm so với kết quả phân chia của hai tác giả Chachadi và Ferreira. Việc điều chỉnh dựa trên nhận định rằng: Độ lệch giữa mực nước trong tầng chứa nước và nước biển càng lớn thì nguy cơ tổn thương càng cao và ngược lại. Lý do là: mực nước trong tầng chứa nước nằm sâu dưới mực nước biển, sẽ làm tăng áp lực của nước biển lên tầng chứa nước, khiến cho nước biển di chuyển vào tầng chứa nước nhiều hơn.

+ *D*: Khoảng cách từ điểm nghiên cứu tới

đường bờ biển: Trong bài báo này, tham số này được điều chỉnh là khoảng cách từ điểm nghiên cứu đến ranh giới mặn nhạt của tầng chứa nước vì "ranh giới mặn nhạt của tầng chứa nước nằm gần điểm nghiên cứu hơn rất nhiều so với đường bờ biển. nếu có gây ra tổn thương thì ranh giới mặn nhạt sẽ gây tổn thương cho tầng chứa nước nhanh hơn".

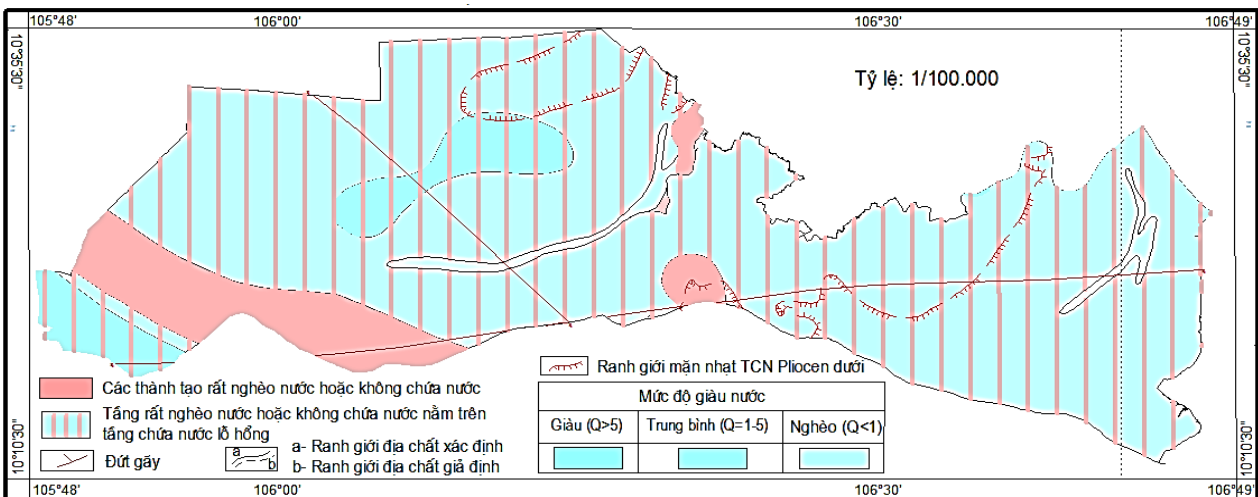
+ *I*: Tác động của xâm nhập mặn: Tỷ lệ $Cl/[HCO_3^- + CO_3^{2-}]$ như một tiêu chí để đánh giá mức độ xâm nhập của nước biển trong tầng chứa nước. Trong nước biển hàm lượng ion clorua chiếm ưu thế, còn trong tầng chứa nước nhạt hàm lượng ion bicarbonate thường chiếm ưu thế.

+ *T*: Chiều dày tầng chứa nước: Theo quan điểm của Chachadi độ dày tầng nước ngầm càng lớn thì mức độ xâm nhập của nước biển càng lớn và ngược lại. Bởi vì tầng chứa nước Pliocen dưới trong vùng là tầng chứa nước có áp, được ngăn cách bởi các lớp cách nước (là sét) phía trên và phía dưới, chiều dày tầng chứa nước khá lớn (trung bình 61,2m), khả năng xâm nhập mặn theo chiều thẳng đứng là không đáng kể, do vậy theo tác giả chiều dày tầng chứa nước càng lớn thì thể tích nước tích trữ trong tầng càng lớn, khả năng mặn xâm nhập theo chiều ngang vào tầng chứa nước càng nhỏ và ngược lại.

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

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

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



Hình 1. Bản đồ ĐCTV tầng n_2^1 vùng nghiên cứu.

Với những phân tích như trên, sau khi điều chỉnh lại khoảng giá trị và điểm số của một số tham số GALDIT cho phù hợp với điều kiện địa chất, địa chất thủy văn vùng nghiên cứu. Trọng số và điểm số tính toán chỉ số GALDIT áp dụng cho vùng nghiên cứu được trình bày như Bảng 1.

Bảng 1. Khoảng chia và điểm số của các tham số GALDIT.

Thông số	Trọng số	Điểm - khoảng giá trị			
		2,5	5	7	10
Loại tầng chứa nước	1		Thấm xuyên	Không áp	Có áp
Hệ số thấm (m/ngày)	3	<5	5,0 - 10,0	10,0 - 40,0	> 40
Cốt cao mực nước (m)	4	>-8,0	-8 ÷ -11	-11 ÷ -14	<-14,0
Khoảng cách tới ranh mặn (m)	4	>1000	700 - 1000	500 - 700	< 500
[Cl ⁻ /(HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻)] (mgdl/l)	1	<1,0	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0
Chiều dày tầng chứa nước (m)	2	>70	50 ÷ 70	30 ÷ 50	<30

Kết quả tính toán, đánh giá, phân vùng nguy cơ tổn thương được phân chia như Bảng 2.

Bảng 2. Bảng phân vùng nguy cơ tổn thương.

TT	Dải chỉ số GALDIT	Phân vùng
1	>7,5	Vùng nguy cơ tổn thương rất cao
2	5,0 - 7,5	Vùng có nguy cơ tổn thương cao
3	2,5 - 5,0	Vùng có nguy cơ tổn thương trung bình

* Các Bước tiến hành

- Bước 1: Hoàn tất các tham số GALDIT
- Bước 2: Thu thập dữ liệu trên mỗi tham số GALDIT.

- Bước 3: Dùng phần mềm Surfer nội suy kết quả cho các điểm nghiên cứu chưa có số liệu của các tham số GALDIT. Riêng hai tham số cốt cao mực nước và khoảng cách tới ranh mặn được xác định dựa vào bản đồ địa hình và bản đồ địa chất thủy văn có bao gồm ranh giới mặn nhạt.

- Bước 4: Cung cấp xếp hạng và trọng số cho từng tham số sử dụng. Trọng số phản ánh tầm quan trọng của các tham số đối với quá trình xâm nhập mặn.

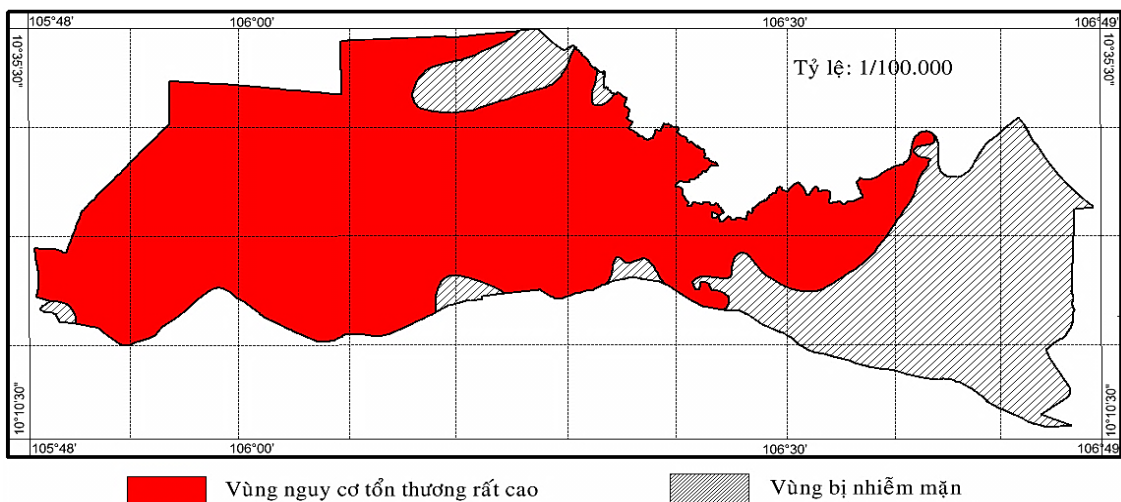
- Bước 5: Tính toán chỉ số GALDIT tại các điểm nghiên cứu dựa trên kết quả đã tính toán được từ 6 tham số.

- Bước 6: Xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương dựa trên kết quả tính chỉ số GALDIT tại các điểm nghiên cứu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kiểu tầng chứa nước (G)

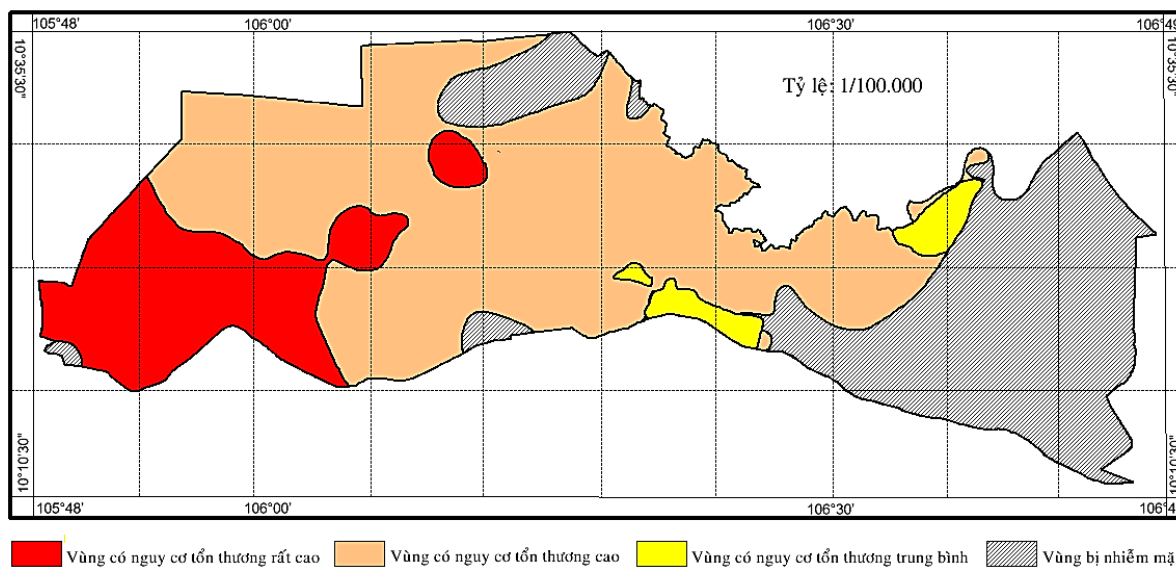
Dữ liệu về kiểu tầng chứa nước được xác định theo tài liệu nghiên cứu của Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước miền Nam. Tầng chứa nước nghiên cứu (n_2^1) phân bố rộng khắp vùng nghiên cứu và được xếp là tầng chứa nước có áp. Do đó, tham số G được tính là 10 điểm và được phân là vùng có nguy cơ tổn thương rất cao như Hình 2.



Hình 2. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số - G.

Bảng 3. Danh sách các công trình quan trắc xâm nhập mặn.

TT	Huyện	Công trình QT	Tọa độ (VN-2000)		TDS (mg/l)	Ghi chú	TT	Huyện	Công trình QT	Tọa độ (VN-2000)		TDS (mg/l)	Ghi chú
			X	Y						X	Y		
I. Các giếng khoan quan trắc theo diện						II. Các giếng khoan quan trắc theo tuyến							
1	Cái Bè	CB1	602514	1152425	286		1	Cái Bè	CB4	595552	1141172	365	
		CB2	610194	1145967	305		2	Cai Lậy	CL4	629903	1140951		TK mới
		CB3	598499	1137908	271		3	Tân Phước	QS2	643081	1164558	710	
2	Cai Lậy	QS5-2	622910	1156392	510				TP4	636592	1161149	323	
		CL2	625835	1151289	467				TP5	630608	1160600	381	
		CL3	617547	1140660	850				TP6	630723	1165528	1420	
3	Tân Phước	TP1	624452	1167092	910				TP7	630304	1168596	251	
		TP2	637618	1158424	709				TP8	645720	1165572	306	
4	Châu Thành	CT1	646787	1160104	867		TP9	647161	1165291	1320			
		CT2	642158	1153473	206		4	Châu Thành	CT4	635738	1142790		TK mới
		CT3	638763	1142673	212				CT5	648287	1162776	223	
5	TP. Mỹ Tho	QS1-2	647098	1148993	530		5	TP. Mỹ Tho	MT2	647226	1143340	440	
6	Chợ Gạo	CG1	652622	1154637	236				MT3	652263	1145177	520	
		QS3-2	659389	1148938	720		6	Chợ Gạo	CG4	657100	1142818	1242	
		CG3	665237	1149961	220				CG5	657381	1143669	574	
		7	Gò Công Tây	GCT1	667286	1145422			537		CG6	660554	1145576
GCT2	670425			1149266	581				CG7	666111	1143788	628	
8	TX.Gò Công	TXGC1	675114	1153723	235		7	Gò Công Tây	GCT3	670300	1142642	890	
						GCT4			672692	1145620	690		
						GCT5			674919	1148279	320		
8	TX.Gò Công	TXGC2	680496	1155981	949								



Hình 3. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số - A.

3.2. Hệ số thấm Aquifer (A)

Số liệu về hệ số thấm được thu thập từ tài liệu bơm hút nước thí nghiệm 05 lỗ khoan và hệ số thấm của tầng n_2^1 từ: i) Báo cáo điều tra đô thị thành phố Mỹ Tho, Tiền Giang (Nguyễn Hữu Điền, 1997); ii) Báo cáo tìm kiếm nước dưới đất vùng Mỹ Tho, Tiền Giang (Hoàng Văn Vinh, 1986); iii)

dự án Điều tra nguồn nước dưới đất vùng sâu Nam bộ - Pha 1, pha 2, pha 3 (Liên đoàn Quy hoạch và điều tra tài nguyên nước miền Nam, 2012). Từ 20 điểm nghiên cứu có hệ số thấm. Dùng phương pháp Kriging để nội suy giá trị cho các điểm nghiên cứu còn lại. Kết quả tính toán, nội suy và tính điểm tại các điểm nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4. Bảng tính toán các tham số và chỉ số GALDIT tại các điểm nghiên cứu.

TT	Số hiệu điểm nghiên cứu	Tọa độ		Kiểu tầng chứa nước (Tham số G)	Điểm	Hệ số thấm (Tham số A)		Mức nước (Tham số L)		Khoảng cách (Tham số D)		Tham số I		Chiều dày tầng chứa nước (Tham số T)		Điểm theo chỉ số Galdit
		X	Y			Giá trị	Điểm	Giá trị	Điểm	Giá trị	Điểm	Tỷ số	Điểm	Giá trị	Điểm	
1	2	604302	1155174	có áp	10	35,0	7,5	-12,0	7,5	24.700	2,5	0,8	2,5	40	10	6,3
2	3	603650	1152474	có áp	10	37,0	7,5	-12,0	7,5	16.300	2,5	0,2	2,5	40	10	6,3
3	4	604602	1152774	có áp	10	36,5	7,5	-12,0	7,5	17.320	2,5	0,4	2,5	42	10	6,3
4	A34	600060	1141542	có áp	10	43,0	10	-11,5	7,5	7.200	2,5	0,9	2,5	40	10	6,8
5	A104	603915	1144230	có áp	10	42,0	10	-11,5	7,5	11.810	2,5	0,5	2,5	40	10	6,8
6	B43	624576	1150329	có áp	10	18,0	7,5	-10,0	5,0	9.500	2,5	0,1	2,5	37	10	5,7
7	B52	623417	1150669	có áp	10	30,0	7,5	-9,0	5,0	10.500	2,5	0,9	2,5	32	10	5,7
8	B237	621495	1151026	có áp	10	44,0	10	-9,0	5,0	12.200	2,5	0,1	2,5	40	10	6,2
9	B61	628719	1155234	có áp	10	36,0	7,5	-11,0	5,0	6.600	2,5	0,1	2,5	63	7,5	5,3
10	B70	626232	1157399	có áp	10	37,0	7,5	-10,5	5,0	5.200	2,5	0,7	2,5	64	7,5	5,3
11	B71	627423	1155493	có áp	10	36,0	7,5	-11,0	5,0	6.600	2,5	0,6	2,5	60	7,5	5,3
12	B75	625654	1158890	có áp	10	36,0	7,5	-9,8	5,0	4.200	2,5	0,1	2,5	70	5,0	5,0
13	B80	621855	1155517	có áp	10	30,0	7,5	-10,8	5,0	9.300	2,5	0,7	2,5	55	7,5	5,3
14	G173	656134	1146223	có áp	10	10,5	7,5	-12,0	7,5	2.900	2,5	0,9	2,5	67	7,5	6,0
15	G83	656458	1147967	có áp	10	12,0	7,5	-13,3	7,5	4.820	2,5	0,5	2,5	70	5,0	5,7
16	G127A	647884	1151968	có áp	10	19,0	7,5	-10,0	5,0	6.360	2,5	0,4	2,5	78	5,0	5,0
17	G24	652622	1154637	có áp	10	17,2	7,5	-11,5	7,5	9.150	2,5	0,2	2,5	82	5,0	5,7
18	G57	649491	1154501	có áp	10	19,0	7,5	-11,5	7,5	8.910	2,5	0,2	2,5	86	5,0	5,7
19	G58	650877	1155296	có áp	10	19,0	7,5	-10,5	5,0	8.150	2,5	0,9	2,5	87	5,0	5,0
20	G228	663898	1148646	có áp	10	12,8	7,5	-11,0	5,0	3.340	2,5	1,0	5,0	77	5,0	5,2
21	G239	655413	1149377	có áp	10	13,0	7,5	-15,0	10	6.500	2,5	0,1	2,5	70	5,0	6,3
22	G247	659062	1151118	có áp	10	15,0	7,5	-12,0	7,5	5.400	2,5	1,2	5,0	76	5,0	5,8
23	G103	657381	1143669	có áp	10	9,0	5,0	-10,0	5,0	140	10	2,0	10	67	7,5	7,3
24	G11	653759	1157292	có áp	10	17,5	7,5	-12,5	7,5	8.100	2,5	1,0	5,0	84	5,0	5,8
25	F24	645037	1146260	có áp	10	8,0	5,0	-10,0	5,0	3.400	2,5	0,2	2,5	60	7,5	4,8
26	F93	650386	1145977	có áp	10	7,5	5,0	-15,0	10	770	5	1,3	5,0	60	7,5	7,0
27	F107	652964	1149024	có áp	10	12,0	7,5	-14,0	7,5	3.810	2,5	1,2	5,0	64	7,5	6,2
28	F75	643870	1142427	có áp	10	16,0	7,5	-8,0	2,5	2.800	2,5	0,1	2,5	37	10	5,0
29	F80	647226	1143340	có áp	10	10,0	5,0	-8,0	2,5	550	7,5	0,1	2,5	52	7,5	5,5
30	F64	649510	1145156	có áp	10	7,2	5,0	-12,5	7,5	90	10	0,4	2,5	65	7,5	7,5
31	F7	651470	1145836	có áp	10	8,0	5,0	-10,0	5,0	300	10	0,5	2,5	60	7,5	6,8
32	D66A	642508	1164269	có áp	10	16,5	7,5	-15,5	10	620	7,5	0,5	2,5	120	2,5	7,3
33	D96	639064	1159256	có áp	10	10,1	7,5	-12,0	7,5	4.150	2,5	0,9	2,5	95	2,5	5,3
34	D146	641407	1158665	có áp	10	12,0	7,5	-12,0	7,5	5.400	2,5	1,0	5,0	90	5,0	5,8
35	D149	638496	1156652	có áp	10	12,0	7,5	-9,0	5,0	6.500	2,5	0,8	2,5	75	5,0	5,0
36	D150	641778	1156173	có áp	10	16,0	7,5	-9,0	5,0	7.800	2,5	0,1	2,5	80	5,0	5,0
37	D162A	643297	1157460	có áp	10	16,2	7,5	-10,0	5,0	5.800	2,5	0,4	2,5	82	5,0	5,0
38	D94A	631787	1159152	có áp	10	34,0	7,5	-9,0	5,0	2.400	2,5	1,4	5,0	75	5,0	5,2
39	D81	634248	1156411	có áp	10	24,0	7,5	-6,5	2,5	5.660	2,5	0,4	2,5	67	7,5	4,7
40	D82	635173	1154524	có áp	10	21,0	7,5	-10,0	5,0	7.800	2,5	0,1	2,5	58	7,5	5,3
41	D68	644357	1167157	có áp	10	19,0	7,5	-12,0	7,5	640	7,5	0,8	2,5	95	2,5	6,7
42	H46	674886	1149072	có áp	10	7,0	5,0	-8,0	2,5	1.600	2,5	1,2	5,0	70	5,0	4,0
43	H47	673688	1151816	có áp	10	5,3	5,0	-8,0	2,5	4.100	2,5	1,4	5,0	65	7,5	4,3
44	H25	667253	1145414	có áp	10	11,0	7,5	-10,5	5,0	3.200	2,5	3,1	10	83	5,0	5,5
45	H53	674919	1148279	có áp	10	8,0	5,0	-8,0	2,5	1.200	2,5	0,1	2,5	72	5,0	3,8
46	H56	672842	1146550	có áp	10	12,0	7,5	-9,2	5,0	1.710	2,5	1,0	5,0	90	5,0	5,2
47	H57	672019	1149739	có áp	10	8,0	5,0	-9,5	5,0	4.400	2,5	0,5	2,5	72	5,0	4,5
48	P9A	675114	1153723	có áp	10	7,0	5,0	-6,0	2,5	3.967	2,5	0,9	2,5	57	7,5	4,2
49	P16	680434	1156140	có áp	10	8,0	5,0	-5,5	2,5	3	10	0,8	2,5	46	7,5	6,2
50	P23	679355	1156771	có áp	10	8,0	5,0	-5,0	2,5	1	10	2,3	10	48	7,5	6,7
51	E63	646553	1158553	có áp	10	18,0	7,5	-15,0	10	3.800	2,5	3,5	10	92	5,0	6,8
52	E140	640738	1143016	có áp	10	20,0	7,5	-15,0	10	3.700	2,5	1,2	5,0	22	10	7,2

TT	Số hiệu điểm nghiên cứu	Tọa độ		Kiểu tầng chứa nước (Tham số G)		Hệ số thẩm (Tham số A)		Mức nước (Tham số L)		Khoảng cách (Tham số D)		Tham số I		Chiều dày tầng chứa nước (Tham số T)		Điểm theo chỉ số Galdit
		X	Y		Điểm	Giá trị	Điểm	Giá trị	Điểm	Giá trị	Điểm	Tỷ số	Điểm	Giá trị	Điểm	
53	E54	631068	1150140	có áp	10	18,7	7,5	-15,0	10	6.500	2,5	0,8	2,5	50	7,5	6,7
54	E150	638763	1142673	có áp	10	17,0	7,5	-15,0	10	1.800	2,5	0,2	2,5	25	10	7,0
55	E195	648734	1161733	có áp	10	19,0	7,5	-15,0	10	1.500	2,5	0,6	2,5	80	5,0	6,3
56	E196	648287	1162776	có áp	10	19,0	7,5	-15,0	10	400	10	0,3	2,5	60	7,5	8,7
57	E93	636579	1148114	có áp	10	12,5	7,5	-9,5	5,0	5.500	2,5	0,2	2,5	34	10	5,7
58	E17	646836	1156919	có áp	10	19,0	7,5	-13,0	7,5	5.400	2,5	0,4	2,5	92	5,0	5,7
59	E221	647301	1153350	có áp	10	20,5	7,5	-11,0	5,0	7.800	2,5	0,3	2,5	83	5,0	5,0
60	E227	644928	1152845	có áp	10	18,0	7,5	-12,0	7,5	8.100	2,5	0,6	2,5	78	5,0	5,7
61	E50	646615	1155260	có áp	10	20,5	7,5	-12,0	7,5	9.900	2,5	0,9	2,5	87	5,0	5,7
62	E13	642651	1151237	có áp	10	11,7	7,5	-12,0	7,5	8.200	2,5	0,2	2,5	65	7,5	6,0
63	E14	642158	1153473	có áp	10	14,1	7,5	-14,0	7,5	9.900	2,5	0,1	2,5	70	5,0	5,7
64	E32	634674	1150240	có áp	10	16,0	7,5	-8,5	5,0	7.100	2,5	0,4	2,5	42	10	5,7
65	E6	632512	1150720	có áp	10	18,6	7,5	-13,5	7,5	7.100	2,5	0,5	2,5	48	7,5	6,0
66	QS1-2	647098	1148993	có áp	10	8,6	5,0	-18,6	10	3.680	2,5	0,1	2,5	76,0	5,0	5,8
67	QS2	643081	1164558	có áp	10	18,7	7,5	-16,1	10	810	5	2,1	10	126,0	2,5	7,2
68	QS3-3	659389	1148938	có áp	10	15,8	7,5	-11,1	7,5	3.300	2,5	1,6	7,5	75,0	5,0	6,0
69	QS5	622910	1156392	có áp	10	28,5	7,5	-13,6	7,5	7.900	2,5	0,2	2,5	60,0	7,5	6,0
70	TH3-QS1	648624	1160460	có áp	10	19,0	7,5	-13,0	7,5	2.500	2,5	0,3	2,5	95	2,5	5,3
71	S44	613063	1146659	có áp	10	43,2	10	-10,0	5,0	17.800	2,5	0,2	2,5	40	10	6,2
72	TH1	648634	1158504	có áp	10	19,0	7,5	-10,2	5,0	4.200	2,5	1,5	5,0	99	2,5	4,8
73	THTD3	652251	1156451	có áp	10	18,0	7,5	-11,0	5,0	7.800	2,5	0,1	2,5	87	5,0	5,0
74	VA86	612773	1143609	có áp	10	40,5	10	-10,3	5,0	17.500	2,5	1,4	5,0	38	10	6,3
75	TG330	599386	1139428	có áp	10	43,6	10	-12,0	7,5	6.060	2,5	0,2	2,5	60	7,5	6,5
76	TG345	610775	1149037	có áp	10	37,0	7,5	-10,5	5,0	20.600	2,5	0,1	2,5	45	7,5	5,3
77	TG352	597986	1145367	có áp	10	42,0	10	-11,5	7,5	7.320	2,5	0,3	2,5	45	7,5	6,5
78	TG357	607493	1144952	có áp	10	41,8	10	-10,7	5,0	23.000	2,5	0,1	2,5	45	7,5	5,8
79	TG359	603121	1146392	có áp	10	41,1	10	-11,5	7,5	12.160	2,5	0,1	2,5	45	7,5	6,5
80	TG362	600012	1145255	có áp	10	42,0	10	-11,7	7,5	8.900	2,5	0,1	2,5	40	10	6,8
81	TG366	604896	1141200	có áp	10	42,7	10	-11,0	5,0	11.870	2,5	0,8	2,5	40	10	6,2
82	TG371	607063	1146458	có áp	10	40,8	10	-10,8	5,0	15.660	2,5	0,1	2,5	45	7,5	5,8
83	VB1	612366	1159633	có áp	10	30,0	7,5	-11,0	5,0	15.700	2,5	1,1	5,0	55	7,5	5,5
84	VB416	615421	1152503	có áp	10	25,8	7,5	-9,8	5,0	16.100	2,5	0,1	2,5	58	7,5	5,3
85	S241	622788	1151783	có áp	10	48,1	10	-9,0	5,0	11.800	2,5	0,2	2,5	53	7,5	5,8
86	TG319	630455	1155185	có áp	10	35,0	7,5	-10,0	5,0	6.400	2,5	0,2	2,5	60	7,5	5,3
87	TG266	618223	1155345	có áp	10	30,0	7,5	-9,8	5,0	12.100	2,5	0,1	2,5	62	7,5	5,3
88	TG270	618685	1146878	có áp	10	34,0	7,5	-9,5	5,0	12.500	2,5	0,1	2,5	38	10	5,7
89	TG271	616419	1143574	có áp	10	35,0	7,5	-10,2	5,0	13.900	2,5	0,1	2,5	38	10	5,7
90	TG272	617347	1145424	có áp	10	34,0	7,5	-9,8	5,0	13.300	2,5	0,4	2,5	38	10	5,7
91	TG274	624674	1148587	có áp	10	20,0	7,5	-10,2	5,0	8.200	2,5	0,1	2,5	35	10	5,7
92	TG275	622644	1145506	có áp	10	25,0	7,5	-10,2	5,0	8.300	2,5	0,3	2,5	38	10	5,7
93	TG276	623232	1147063	có áp	10	25,0	7,5	-10,0	5,0	8.500	2,5	0,1	2,5	38	10	5,7
94	TG277	625728	1146088	có áp	10	18,7	7,5	-10,7	5,0	5.800	2,5	0,1	2,5	38	10	5,7
95	TG278	627286	1144019	có áp	10	17,0	7,5	-11,5	7,5	3.200	2,5	2,7	10	38	10	6,8
96	TG280	622543	1139483	có áp	10	24,0	7,5	-11,2	7,5	7.600	2,5	0,2	2,5	33	10	6,3
97	TG289	623802	1158614	có áp	10	32,5	7,5	-10,5	5,0	5.700	2,5	0,1	2,5	68	7,5	5,3
98	TG291	622096	1157885	có áp	10	30,0	7,5	-11,7	7,5	7.500	2,5	0,5	2,5	66	7,5	6,0
99	TG294	613929	1151829	có áp	10	28,0	7,5	-10,0	5,0	17.700	2,5	0,1	2,5	52	7,5	5,3
100	TG295	615531	1154234	có áp	10	28,0	7,5	-9,8	5,0	15.000	2,5	0,1	2,5	62	7,5	5,3
101	TG297	615106	1150138	có áp	10	32,0	7,5	-9,7	5,0	17.300	2,5	0,2	2,5	48	7,5	5,3
102	TG298	619744	1139750	có áp	10	28,0	7,5	-10,7	5,0	10.400	2,5	0,1	2,5	34	10	5,7
103	TG309	629967	1148789	có áp	10	17,0	7,5	-12,5	7,5	5.500	2,5	0,4	2,5	47	7,5	6,0
104	TG320	626021	1141000	có áp	10	19,5	7,5	-11,5	7,5	4.100	2,5	1,8	7,5	33	10	6,7
105	TG438	622255	1153057	có áp	10	39,0	7,5	-9,7	5,0	10.900	2,5	0,1	2,5	40	10	5,7
106	VE86	630034	1152142	có áp	10	24,0	7,5	-12,0	7,5	8.700	2,5	2,0	7,5	58	7,5	6,3

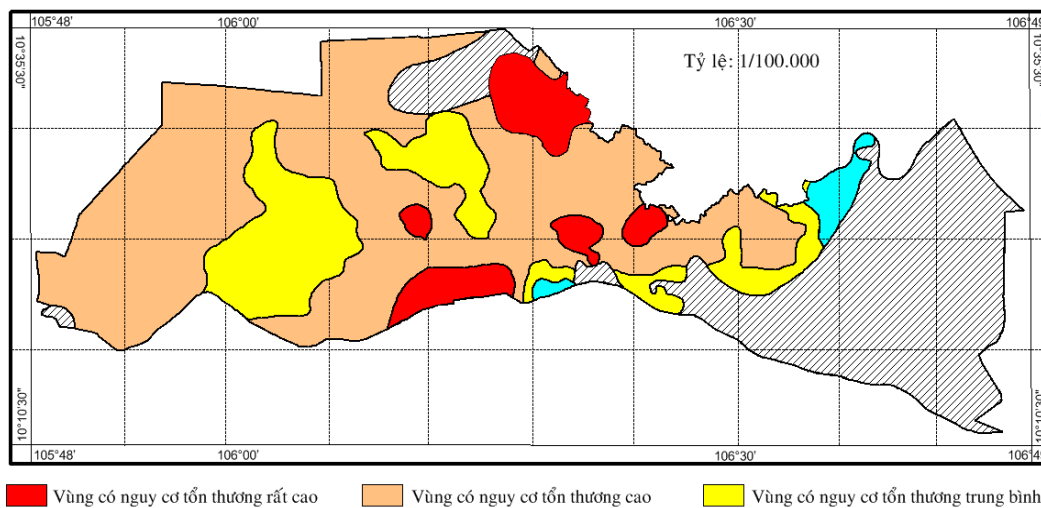
TT	Số hiệu điểm nghiên cứu	Tọa độ		Kiểu tầng chứa nước (Tham số G)		Hệ số thấm (Tham số A)		Mức nước (Tham số L)		Khoảng cách (Tham số D)		Tham số I		Chiều dày tầng chứa nước (Tham số T)		Điểm theo chỉ số Galdit
		X	Y		Điểm	Giá trị	Điểm	Giá trị	Điểm	Giá trị	Điểm	Tỷ số	Điểm	Giá trị	Điểm	
107	TG26	645587	1143981	có áp	10	11,0	7,5	-8,5	5,0	2.200	2,5	0,5	2,5	52	7,5	5,3
108	TG27	644785	1143433	có áp	10	13,0	7,5	-8,0	2,5	3.000	2,5	0,1	2,5	45	7,5	4,7
109	TG33	641819	1143171	có áp	10	20,0	7,5	-12,5	7,5	4.800	2,5	0,3	2,5	27	10	6,3
110	TG46	646878	1150770	có áp	10	16,0	7,5	-13,0	7,5	5.400	2,5	0,1	2,5	78	5,0	5,7
111	TG224	632864	1149771	có áp	10	17,0	7,5	-13,5	7,5	6.200	2,5	1,8	7,5	44	10	6,7
112	TG233	637754	1149913	có áp	10	12,8	7,5	-9,5	5,0	7.600	2,5	0,1	2,5	38	10	5,7
113	TG238	638943	1147416	có áp	10	11,0	7,5	-11,0	5,0	5.800	2,5	1,2	5,0	33	10	5,8
114	TG248	651117	1158489	có áp	10	19,0	7,5	-11,5	7,5	5.500	2,5	0,5	2,5	92	5,0	5,7
115	TG230	640024	1150751	có áp	10	11,0	7,5	-11,0	5,0	9.800	2,5	0,5	2,5	44	10	5,7
116	VF21-TD	650386	1146977	có áp	10	8,0	5,0	-14,0	7,5	1.630	2,5	1,6	7,5	65	7,5	5,8
117	VF127	648977	1149438	có áp	10	12,0	7,5	-14,5	10	3.720	2,5	0,3	2,5	70	5,0	6,3
118	TG226	648141	1147835	có áp	10	8,0	5,0	-15,0	10	2.230	2,5	0,1	2,5	65	7,5	6,2
119	30-MT	642640	1149137	có áp	10	5,3	5,0	-11,5	7,5	6.800	2,5	0,1	2,5	56	7,5	5,5
120	VG68	665430	1149724	có áp	10	12,0	7,5	-10,5	5,0	5.160	2,5	0,6	2,5	77	5,0	5,0
121	C9	666111	1143788	có áp	10	11,0	7,5	-9,8	5,0	1.300	2,5	3,3	10	80	5,0	5,5
122	TG99	659394	1145514	có áp	10	10,0	5,0	-10,5	5,0	1.100	2,5	3,3	10	68	7,5	5,3
123	TG107	657259	1145670	có áp	10	10,2	7,5	-11,0	5,0	2.140	2,5	1,8	7,5	67	7,5	5,7
124	TG94	655573	1144345	có áp	10	9,0	5,0	-10,5	5,0	1.480	2,5	1,7	7,5	67	7,5	5,2
125	TG95	652899	1146762	có áp	10	9,0	5,0	-12,0	7,5	1.750	2,5	0,8	2,5	64	7,5	5,5
126	TG420	659102	1147884	có áp	10	13,0	7,5	-11,2	7,5	2.700	2,5	0,1	2,5	73	5,0	5,7
127	TG52	651521	1152204	có áp	10	16,0	7,5	-11,0	5,0	6.680	2,5	0,1	2,5	75	5,0	5,0
128	TG55	648302	1151650	có áp	10	18,0	7,5	-11,0	5,0	6.000	2,5	0,5	2,5	78	5,0	5,0
129	TG421	650633	1153256	có áp	10	18,0	7,5	-10,5	5,0	7.760	2,5	0,1	2,5	80	5,0	5,0
130	TG65	654697	1151307	có áp	10	15,4	7,5	-13,5	7,5	8.240	2,5	0,4	2,5	72	5,0	5,7
131	VH77	673901	1148851	có áp	10	8,0	5,0	-8,5	5,0	2.370	2,5	0,6	2,5	75	5,0	4,5
132	VH63	671513	1147296	có áp	10	11,0	7,5	-9,3	5,0	3.220	2,5	0,3	2,5	87	5,0	5,0
133	VH140	670439	1144544	có áp	10	15,0	7,5	-9,3	5,0	1.540	2,5	2,6	10	90	5,0	5,5
134	TG183	673668	1149740	có áp	10	7,0	5,0	-8,5	5,0	3.000	2,5	0,6	2,5	72	5,0	4,5
135	TG194	670445	1146784	có áp	10	11,0	7,5	-9,5	5,0	3.400	2,5	0,1	2,5	87	5,0	5,0
136	S323	636583	1161153	có áp	10	8,9	5,0	-11,0	5,0	1.540	2,5	0,2	2,5	108	2,5	4,2
137	332	645704	1165569	có áp	10	19,0	7,5	-12,2	7,5	780	5	0,7	2,5	85	5,0	6,3
138	P5-I-MT	647936	1146423	có áp	10	7,5	5,0	-13,0	7,5	1.000	5	1,0	2,5	88	5,0	5,8
139	P7-I-MT	649411	1146163	có áp	10	7,4	5,0	-14,0	7,5	770	5	0,5	2,5	97	2,5	5,5
140	S40	629993	1157743	có áp	10	48,7	10	-9,5	5,0	3.900	2,5	0,6	2,5	60	7,5	5,8
141	S45	597377	1137894	có áp	10	45,2	10	-12,0	7,5	4.080	2,5	0,1	2,5	71	5,0	6,2
142	S325	628092	1152173	có áp	10	22,5	7,5	-11,2	7,5	9.300	2,5	0,2	2,5	66	7,5	6,0
143	TL1	646293	1148234	có áp	10	8,0	5,0	-13,0	7,5	3.500	2,5	0,1	2,5	70	5,0	5,2
144	50	671685	1151290	có áp	10	5,2	5,0	-8,7	5,0	5.500	2,5	0,4	2,5	73	5,0	4,5
145	51	672692	1145620	có áp	10	15,4	7,5	-9,0	5,0	1.160	2,5	2,3	10	95	2,5	5,2
146	36-MT	652263	1145177	có áp	10	8,6	5,0	-10,5	5,0	240	10	0,9	2,5	65	7,5	6,8
147	7	616806	1161364	có áp	10	30,0	7,5	-11,0	5,0	10.900	2,5	0,5	2,5	68	7,5	5,3
148	9	611404	1154927	có áp	10	29,3	7,5	-10,5	5,0	18.200	2,5	0,3	2,5	50	7,5	5,3
149	12	622746	1143531	có áp	10	23,8	7,5	-10,5	5,0	7.600	2,5	0,2	2,5	35	10	5,7

Dựa trên kết quả tính điểm tại các điểm nghiên cứu, tiến hành thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số A, kết quả được thể hiện như Hình 3.

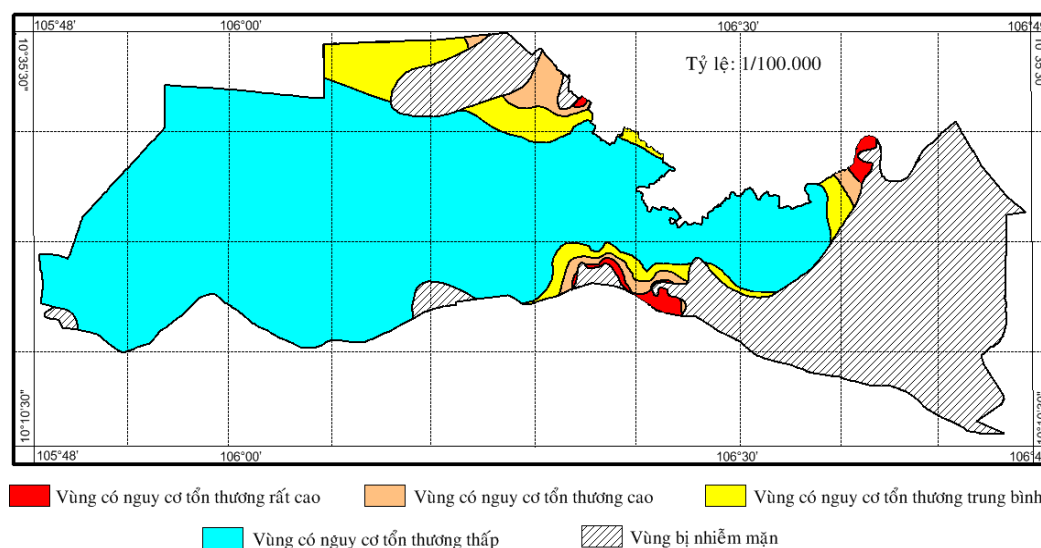
3.3. Cốt cao mực nước dưới đất (L)

Theo tài liệu thì 149 lỗ khoan nghiên cứu đều thu thập được chiều sâu mực nước tính từ bề

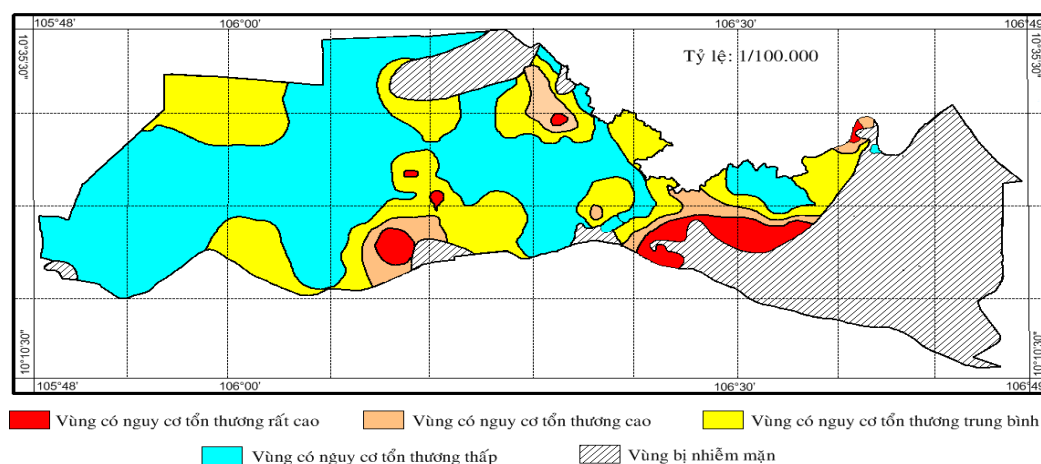
mặt địa hình. Cốt cao mực nước được tính toán từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1/100.000 tỉnh Tiền Giang. Kết quả tính toán cốt cao mực nước và tính điểm tại các điểm nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 4. Trên cơ sở điểm số tính toán tại các điểm nghiên cứu tiến hành lập bản đồ phân vùng mức nguy cơ tổn thương đối với tham số L, kết quả được thể hiện trong Hình 4.



Hình 4. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số - L.



Hình 5. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số - D.



Hình 6. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số - I.

3.4. Khoảng cách từ điểm nghiên cứu tới ranh giới mặn - nhạt (D)

Đưa vị trí của 149 lỗ khoan lên trên nền bản đồ địa chất thủy văn tỷ lệ 1/100.000 của vùng nghiên cứu có bao gồm ranh giới mặn nhạt của tầng n_2^1 , tiến hành xác định khoảng cách từ điểm nghiên cứu đến ranh giới mặn và tính điểm tại các điểm nghiên cứu. Kết quả xác định khoảng cách và tính điểm tại các điểm nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 4. Trên cơ sở điểm số tính toán tại các điểm nghiên cứu tiến hành lập bản đồ phân vùng mức nguy cơ tổn thương đối với tham số D, kết quả được thể hiện trong Hình 5.

3.5. Tác động của hiện trạng xâm nhập mặn (I)

Thu thập được 29 lỗ khoan có kết quả phân tích mẫu hóa lý toàn diện; 120 lỗ khoan chỉ có thông tin về hàm lượng ion clorua. Kết quả phân tích 29 mẫu hóa lý toàn diện chỉ ra hàm lượng ion cacbonat CO_3^{2-} rất bé hoặc bằng không, do đó, tỷ số $[\text{Cl}/(\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-})]$ được xác định bằng hàm lượng của ion clorua và bicacbonat. Từ kết quả của 29 lỗ khoan có hàm lượng ion bicacbonat nội suy cho các điểm còn lại. Sau đó tiến hành xác lập tỷ số Cl/HCO_3^- và tính điểm cho các điểm nghiên cứu, kết quả được thể hiện trong Bảng 4. Trên cơ sở điểm số thu được tại các điểm nghiên cứu tiến hành lập bản đồ phân vùng mức độ nguy cơ tổn thương đối với tham số I như Hình 6.

3.6. Độ dày của tầng chứa nước (T)

Số liệu về chiều dày TCN được thu thập từ 08

phiếu lỗ khoan nghiên cứu trong tầng n_2^1 và 45 lỗ khoan nghiên cứu trong tầng n_1^3 , 08 tuyến mặt cắt địa chất thủy văn của vùng nghiên cứu. Dựa vào 08 tuyến mặt cắt địa chất thủy văn đã thành lập thêm vào 10 lỗ khoan giả định. Chiều dày tầng chứa nước n_2^1 được nội suy theo phương pháp Kriging từ 10 lỗ khoan giả định và 53 lỗ khoan thu thập. Kết quả nội suy và tính điểm tại các điểm nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 4. Trên cơ sở điểm số thu được tại các điểm nghiên cứu tiến hành thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương đối với tham số T như Hình 7.

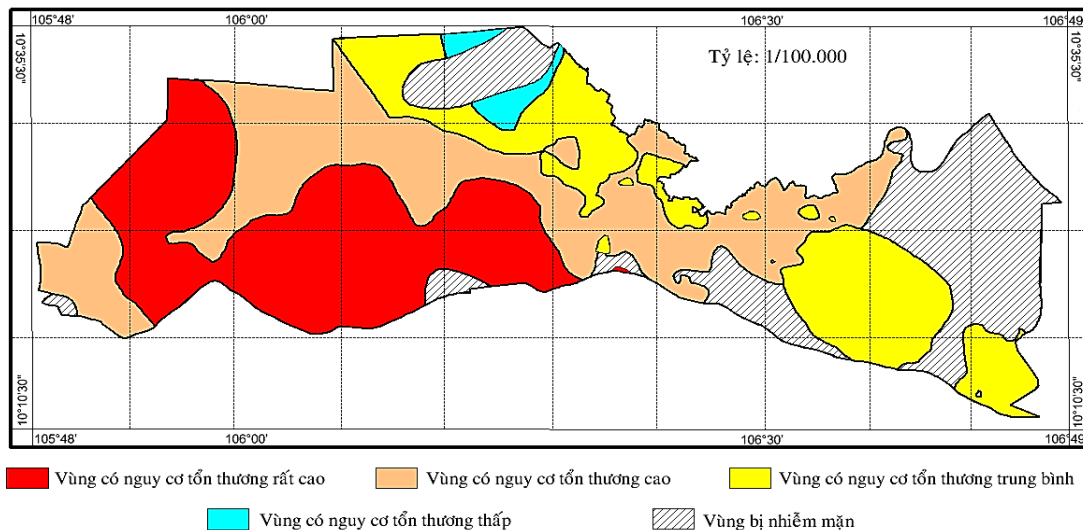
3.7. Tính toán chỉ số GALDIT

Từ kết quả tính toán, phân chia khoảng giá trị và điểm số cho từng tham số đã trình bày, tiến hành tính toán chỉ số GALDIT theo công thức (1) tại các điểm nghiên cứu, kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 4. Dựa vào kết quả tính toán chỉ số GALDIT và khoảng giá trị phân chia mức độ tổn thương theo đề xuất của Chachadi và Ferreira (Bảng 2), tiến hành xây dựng được bản đồ phân vùng mức độ nguy cơ tổn thương theo chỉ số GALDIT cho toàn vùng nghiên cứu.

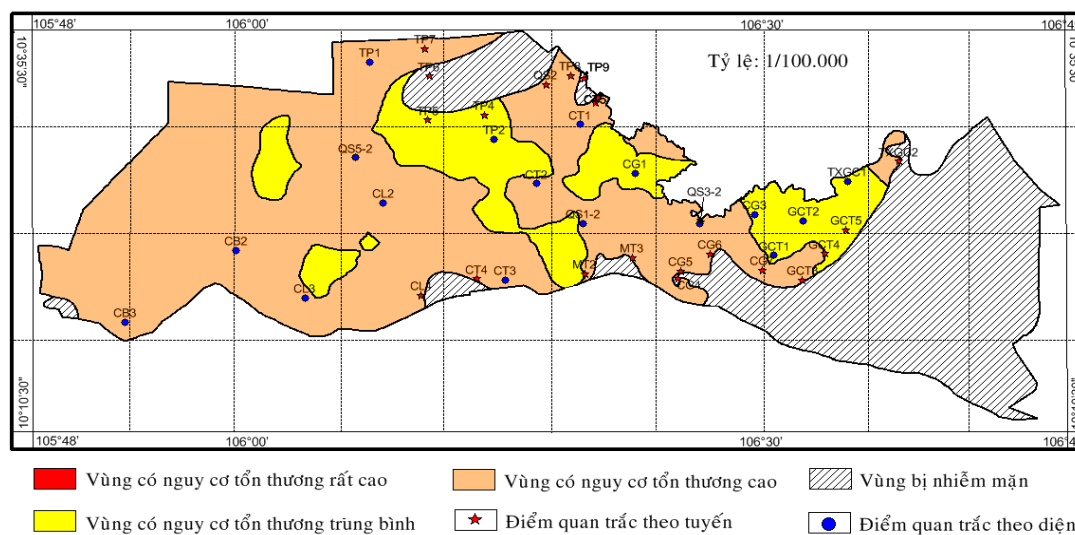
Kết quả phân vùng nguy cơ tổn thương được thể hiện trong Hình 8.

4. Thiết kế mạng quan trắc xâm nhập mặn

Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương nước dưới đất do xâm nhập mặn ở trên và hiện trạng ranh giới mặn nhạt của tầng chứa nước, hướng dòng chảy nước dưới đất có thể là cơ sở khoa học



Hình 7. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo tham số - T



Hình 8. Bản đồ phân vùng nguy cơ tổn thương theo chỉ số GALDIT.

để thiết kế mạng quan trắc xâm nhập mặn. Ngoài ra thì nhu cầu sử dụng nước dưới đất của tỉnh Tiền Giang ngày càng tăng và hiện tượng nước biển dâng do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đã làm cho tốc độ chuyển của ranh giới mặn nhạt về vùng nước nhạt ngày càng nhanh.

Mục đích của quan trắc xâm nhập mặn là nghiên cứu sự phân bố trong không gian của ranh giới mặn nhạt nước dưới đất và cung cấp thông tin để tăng cường hiểu biết về cơ chế của xâm nhập mặn.

Mạng quan trắc xâm nhập mặn nước dưới đất được thiết kế dựa trên những nguyên tắc các giếng quan trắc được thiết kế thành từng cặp nằm hai bên ranh mặn, và khoảng cách các cặp giếng quan trắc cách đều nhau (khoảng 5km) dọc theo biên mặn. Ngoài ra các giếng quan trắc được trải đều theo ranh giới hành chính (cấp huyện), mỗi huyện bố trí từ 1- 3 giếng khoan quan trắc. Các thông số quan trắc là tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS). Tần suất quan trắc 3 tháng/lần trong 2 năm đầu, sau đó tùy kết quả quan trắc sẽ điều chỉnh tần suất và số lượng lỗ khoan quan trắc.

Sơ đồ bố trí các hố khoan quan trắc được trình bày trong Hình 8 và số lượng lỗ khoan quan trắc thiết kế cho tầng chứa nước n_2^1 của vùng nghiên cứu được trình bày trong Bảng 3.

5. Thảo luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy khu vực có nguy cơ tổn thương rất cao chiếm một phần diện tích rất nhỏ $0,5\text{km}^2$ (Hình 8). Đây là khu vực nằm gần

ranh giới mặn nhạt và có phễu hạ thấp mực nước lớn (gần khu công nghiệp Tân Hương), nó phản ánh đúng hiện trạng của tầng chứa nước nơi đây.

Vùng có nguy cơ tổn thương rất cao đối với tham số L phân bố tại các phễu hạ thấp mực nước. Nơi tập trung các khu công nghiệp, cụm công nghiệp, vùng có dân cư đông. Diện tích vùng có nguy cơ tổn thương rất cao đối với tham số L có diện tích $156,4\text{km}^2$ chiếm tỷ lệ 9,33% so với diện tích chứa nước nhạt (Hình 4).

Vùng có nguy cơ tổn thương rất cao đối với tham số D và I chủ yếu phân bố dọc theo ranh giới mặn - nhạt của tầng chứa nước. Diện tích vùng có nguy cơ tổn thương rất cao của tham số I là $77,4\text{km}^2$ (Hình 6), chiếm tỷ lệ 4,62% diện tích vùng chứa nước nhạt. Diện tích vùng có nguy cơ tổn thương rất cao của tham số D là $24,5\text{km}^2$ (Hình 5), chiếm tỷ lệ 1,46% diện tích vùng chứa nước nhạt.

Phương pháp GALDIT không chỉ phù hợp cho tầng chứa nước ngầm ven biển mà còn áp dụng được cho các tầng chứa nước có áp nằm sâu.

6. Kết luận

Nguy cơ tổn thương với xâm nhập mặn của tầng chứa nước có áp Pliocen dưới (n_2^1) theo kết quả đánh giá nằm ở mức cao và trung bình. Kết quả nghiên cứu có thể coi là một cơ sở khoa học giúp các nhà quản lý, hoạch định chiến lược trong việc xây dựng và điều chỉnh các quy hoạch tổng thể về tài nguyên nước; thiết kế và xây dựng mạng quan trắc xâm nhập mặn để cung cấp các thông tin cần thiết trong định hướng khai thác và sử dụng

nguồn tài nguyên hợp lý và hiệu quả, tránh gây ra nguy cơ tổn thương rất cao, suy kiệt chất lượng và trữ lượng tầng chứa nước.

Đối với vùng có nguy cơ tổn thương rất cao theo chỉ số GALDIT và tham số L cần hạn chế xây dựng mới các công trình khai thác nước dưới đất tránh để xảy ra hiện tượng xâm nhập mặn làm ảnh hưởng đến chất lượng của tầng chứa nước.

Tài liệu tham khảo

- Abd-Elhamid, H. F., Javadi, A. A., 2011. A density-dependant finite element model for analysis of saltwater intrusion in coastal aquifers, *Journal of Hydrology* 401, 259-271.
- Bach Thao Nguyen, 2016. Coupling geophysical and isotopic approaches to better simulate saltwater intrusion Into coastal aquifers: A case study in the crau aquifer, *PhD thesis*, 2016, France.
- Đặng Văn Tú, 2014. Điều tra, đánh giá xác định vùng cấm, vùng hạn chế xây dựng mới các công trình khai thác nước dưới đất trên địa bàn tỉnh Tiền Giang.
- Đỗ Trọng Sự, Phạm Quý Nhân, 2003. Nghiên cứu đặc điểm thủy địa hóa vùng đồng bằng ven biển Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, *Đề tài nghiên cứu cơ bản cấp Bộ*, Hà Nội.
- Edet, A. E., Okereke, C. S., 2001. A regional study of saltwater intrusion in southeastern Nigeria based on the analysis of geoelectrical and hydrochemical data, *Environmental Geology* 40, 1278-1289.
- George, D., Wardlaw, Valentine, 2005. Evidence for salt diffusion from sediments contributing to increasing salinity in the Salton Sea, California, *Hydrobiologia* 533.
- Hoàng Văn Hoan, 2013. Nghiên cứu nhiễm mặn nước dưới đất trong trầm tích Đệ tứ vùng cửa sông ven biển tỉnh Nam Định bằng phương pháp trường chuyển.
- Hoàng Văn Vinh, 1986. Báo cáo tìm kiếm nước dưới đất vùng Mỹ Tho, Tiền Giang.
- Nguyễn Hữu Điền, 1997. Báo cáo điều tra đô thị thành phố Mỹ Tho, Tiền Giang.
- Nguyễn Huy Dũng, 2003. Báo cáo phân chia địa tầng N - Q và nghiên cứu cấu trúc địa chất vùng đồng bằng Nam Bộ.
- Nura Umar Kura & Mohammad Firuz Ramli, 2014. Assessment of groundwater vulnerability to anthropogenic pollution and seawater intrusion in a small tropical island using index-based methods.
- Savariya Prayag and Bhatt Neelkanth, 2014. Assessing Groundwater Vulnerability to Seawater Intrusion in Morbi-Maliya Using GALDIT Method.
- Santha Sophiya, M., and Syed Tajdarul H., 2013. Assessment of vulnerability to seawater intrusion and potential remediation measures for coastal aquifers: a case study from eastern India.
- Song Sung-Ho, Lee Jin-Yong, Park Namsik, 2007. Use of vertical electrical soundings to delineate seawater intrusion in a coastal area of Byunsan, Korea, *Environ Geol.* 52, 1207-1219.
- Tasnim Zerine, Tahsin Subrina, 2016. Application of the Method of Galdit for Groundwater Vulnerability Assessment: A Case of South Florida, *Asian Journal of Applied Science and Engineering* 5, No 1/2016, page 27 - 37.

ABSTRACT

Assessment of aquifer vulnerability by saltwater intrusion in Tien Giang area by GALDIT method and proposition of a monitoring system for salt intrusion

Thanh Canh Tran^{1,*}, Bach Thao Nguyen^{2,3}, Tran Vuong Bui¹

¹ *Division for Water Resources Planning and Investigation for the South of Vietnam, Vietnam*

² *Faculty of Geosciences and Geoengineering, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

³ *Centre for Excellence in Analysis and Experiment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

GALDIT method was given by Chachadi and Lobo-ferreira in 2001 and modified in 2005. This method uses six (6) indicators related to the characteristics of the aquifer, Groundwater occurrence, Aquifer hydraulic conductivity, height of groundwater Level above the sea level; Distance from the shore (distance inland perpendicular from shoreline), Impact of existing status of seawater intrusion in the area; and the Thickness of the aquifer that is being mapped. Base on the GALDIT factors represent different points of lower Pliocen aquifer in Tien Giang province, the authors have established the map of aquifer vulnerability to seawater intrusion, with very high vulnerability area (0.1% of total area); highly vulnerability area (with 76.9) and moderately vulnerability area (with 23.0%). By using the computed GALDIT index, the aquifer vulnerability map and saltwater intrusion lines, a network of 38 monitoring wells has been proposed and divided into 2 groups: spatial monitoring network (17 wells) and cross-section monitoring network along salt-fresh water interface (with 21 wells).