

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NGUYỄN TẤT THÀNH
-----o0o-----

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ
CẤP CƠ SỞ NĂM 2017

TÊN ĐỀ TÀI:

XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỌC CỤ HỆ THỐNG KHỬ
SẮT TRONG XỬ LÝ NƯỚC CẤP

Mã số đề tài: 2016.01.22

Chủ nhiệm đề tài: ThS. Đỗ Thị Thao

Khoa: Công nghệ Sinh học và Môi trường

Tp Hồ Chí Minh, tháng 03 năm 2018

TÓM TẮT

Tính toán thiết kế và xây dựng mô hình khử sắt bằng phương pháp làm thoáng thông qua giàn mưa kết hợp với lọc qua lớp vật liệu lọc dựa trên Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam TCXDVN 33:2006 – Cấp nước – Mạng lưới đường ống và công trình. Mô hình vận hành đạt kết quả cao với nguồn nước ban đầu trước khi xử lý có nồng độ sắt cao vượt mức quy định cho phép, nhưng sau khi xử lý thì nồng độ sắt được giảm xuống rõ rệt với hiệu quả xử lý là 95,10%. Nồng độ sắt sau xử lý nằm trong quy định cho phép QCVN 01:2009/BYT – Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống và QCVN 02:2009/BYT – Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt.

Giàn mưa với chức năng làm giàu oxy cho nước và khử khí CO_2 (70 - 85% lượng CO_2 trong nước ngầm), tăng DO lên 70 - 85% DO bão hòa, nâng pH. Nó còn có tác dụng hòa tan O_2 từ không khí vào nước để oxy hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} , Mn^{2+} thành Mn^{4+} dễ dàng kết tủa, lắng đọng để khử ra khỏi nước bằng phương pháp lắng và lọc, vật liệu lọc Filox cũng góp phần đáng kể cho quá trình khử sắt khỏi nguồn nước.

Công nghệ xử lý có thể được dùng để xử lý nước giếng bị nhiễm phen sắt tại các hộ gia đình với công suất khoảng $1\text{m}^3/\text{ngày.đêm}$ nếu tăng thể tích mô hình, tốc độ lọc là 0,05 m/h.

ABSTRACT

Calculations, design and building the model of iron reduction in drinking water by method of raindrop combined with filtration through the layer of filter materials based on Vietnam Construction Standards TCXDVN 33: 2006 - Water supply - pipeline network and works. The operating model achieved high results with the initial water before treatment have high iron concentration in excess of the limit allowed, but after treatment the iron concentration was reduced markedly with the treatment efficiency of 95,10%. The iron concentration after treatment within the rules allow QCVN 01: 2009 / BYT - Regulation National technical standards for water quality and QCVN 02: 2009 / BYT - National technical Regulation on drinking water quality.

Function of raindrop are oxygen enrichment and CO₂ removal (70-85% CO₂ of groundwater), increase DO to 70 - 85% DO saturation, increase pH. It also has the effect of dissolving O₂ from air into water to oxidize Fe²⁺ into Fe³⁺, Mn²⁺ into Mn⁴⁺, that easily deposited for removal from water by filtration. The filter material is Filox also contribute significantly to the process of iron reduction from water source.

The treatment model can be used to treat groundwater that have iron sulfate with high concentration such as household with a capacity of about 1m³/day if the model volume increases, the filtration rate is 0.05 m/h.

MỤC LỤC

	Trang
TÓM TẮT	i
ABSTRACT	ii
DANH MỤC BẢNG	v
DANH MỤC HÌNH	vi
KÝ HIỆU VÀ CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT	vii
PHẦN 1: MỞ ĐẦU	1
1.1 Đặt vấn đề.....	1
1.2 Mục tiêu của nghiên cứu.....	2
1.3 Nội dung của nghiên cứu.....	2
1.4 Phạm vi ứng dụng.....	3
1.5 Phương pháp nghiên cứu.....	3
1.5.1. Phương pháp luận.....	3
1.5.2. Phương pháp thực hiện.....	4
1.5.3 Sử dụng phần mềm chuyên dụng.....	11
PHẦN 2: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI	12
2.1 Tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước.....	12
2.1.1 Khái quát về nguồn nước ngầm.....	12
2.1.2 Đặc tính nước ngầm.....	13
2.1.3. Các nghiên cứu về phương pháp xử lý nước ngầm.....	14
2.2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu trong nước.....	16
2.2.1. Thành phần tính chất của nước ngầm tại Tp.Hồ Chí Minh.....	16
2.2.2. Ảnh hưởng của nước nhiễm phèn.....	20
2.2.3 Các nghiên cứu trong nước về phương pháp khử sắt trong xử lý nước cấp.....	20
PHẦN 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	24
3.1 Tính toán, thiết kế mô hình khử sắt.....	24
3.1.1 Sơ đồ mô hình khử sắt.....	24

3.1.2 Nguyên lý.....	24
3.1.3 Điều kiện áp dụng.....	25
3.2 Chế tạo lắp đặt mô hình khử sắt.....	26
3.2.1 Dàn mưa.....	26
3.2.2 Bể lọc chậm.....	28
3.2.3 Ưu điểm và nhược điểm của mô hình khử sắt.....	31
3.3 Thử nghiệm hiệu quả xử lý của mô hình và xác định các thông số tối ưu để mô hình hoạt động hiệu quả.....	32
3.3.1 Chỉ tiêu pH.....	32
3.3.2 Xác định các thông số tối ưu.....	33
3.3.3. Đạo tạo sinh viên.....	40
PHÂN 4: KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ	41
4.1. Kết luận.....	41
4.2. Kiến nghị.....	41
TÀI LIỆU THAM KHẢO	42

PHỤ LỤC

Phụ lục hình ảnh

Phụ lục Quy chuẩn – Tiêu chuẩn Việt Nam

Phụ lục bản vẽ kỹ thuật

DANH MỤC BẢNG

Trang

<i>Bảng 1.1 Số liệu dựng đường chuẩn sắt</i>	9
<i>Bảng 2.1 Một số quá trình cơ bản xử lý nước ngầm</i>	16
<i>Bảng 2.2 Chất lượng nước ngầm tại Thành phố Hồ Chí Minh</i>	16
<i>Bảng 3.1 Thông số kỹ thuật của mô hình khử sắt</i>	26
<i>Bảng 3.2 Các lớp vật liệu trong bể lọc</i>	29
<i>Bảng 3.3 Tốc độ lọc trong bể lọc chậm</i>	30
<i>Bảng 3.4 Kết quả đo pH mẫu nước</i>	32
<i>Bảng 3.5 Kết quả dựng đường chuẩn Fe</i>	33
<i>Bảng 3.6 Kết quả đo mẫu nước nhiễm phèn sắt chưa qua xử lý</i>	34
<i>Bảng 3.7 Kết quả đo mẫu nước đã qua xử lý bằng mô hình khử sắt</i>	37
<i>Bảng 3.8 Kết quả khảo sát tốc độ lọc của bể lọc chậm</i>	38
<i>Bảng 3.9 Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý các mẫu nước khác nhau</i>	39

DANH MỤC HÌNH

Trang	
	<i>Hình 1.1 Ảnh chụp vị trí lấy mẫu nước</i>
5	
	<i>Hình 1.2 Ảnh chụp vệ tinh vị trí lấy mẫu nước</i>
5	
	<i>Hình 1.3 Ảnh chụp nguồn nước ngầm sau khi được bơm lên</i>
6	
	<i>Hình 1.4 Ảnh chụp lấy mẫu tại hiện trường</i>
7	
	<i>Hình 1.5 Máy đo pH</i>
8	
	<i>Hình 1.6 Dây chuẩn sắt</i>
10	
	<i>Hình 1.7 Ảnh chụp đun mẫu sau khi cho $NH_2OH.HCl$</i>
11	
	<i>Hình 3.1 Sơ đồ mô hình khử sắt</i>
24	
	<i>Hình 3.2 Giàn mưa</i>
27	
	<i>Hình 3.3 Giàn mưa</i>
27	
	<i>Hình 3.4 Ảnh chụp bể chứa nước đầu vào và bể lọc chậm</i>
28	
	<i>Hình 3.5 Ảnh chụp kết quả đo pH</i>
32	
	<i>Hình 3.6 Ảnh chụp phương trình đường chuẩn Fe</i>
34	
	<i>Hình 3.7 Ảnh chụp mẫu nước nhiễm phèn tại hiện trường lấy mẫu</i>
35	
	<i>Hình 3.8 Ảnh chụp đối chiếu nước sạch với nước nhiễm phèn sắt</i>
35	
	<i>Hình 3.9 Ảnh chụp đối chiếu nước sạch với nước bị nhiễm phèn sắt</i>
36	
	<i>Hình 3.10 Ảnh chụp mẫu đã cho chất chỉ thị màu trước khi đo quang</i>
36	
	<i>Hình 3.11 Ảnh chụp so sánh giữa nước sạch và nước sau xử lý</i>
38	

KÝ HIỆU VÀ CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT

DANH MỤC VIẾT TẮT	Ý NGHĨA
VSV	Vi sinh vật
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
ISO	Tiêu chuẩn Quốc tế

PHẦN 1: MỞ ĐẦU

1.1 Đặt vấn đề

Nước là tài nguyên quan trọng nhất của loài người và sinh vật trên trái đất. Con người mỗi ngày cần 250 lít nước cho sinh hoạt, 1500 lít nước cho hoạt động công nghiệp và 2000 lít nước cho hoạt động nông nghiệp. Nước chiếm 99% trọng lượng sinh vật trong môi trường nước và 44% trọng lượng cơ thể con người. Để sản xuất 1 tấn giấy thì phải cần đến 250 tấn nước, 1 tấn đạm cần tới 600 tấn nước và 1 tấn chất bột cần 1000 tấn nước.

Ngoài chức năng tham gia vào chu trình sống, nước còn là chất mang năng lượng (thủy triều, thủy năng), chất mang vật liệu và tác nhân điều hòa khí hậu, thực hiện các chu trình tuần hoàn vật chất trong tự nhiên. Có thể nói sự sống của mọi người và mọi sinh vật trên trái đất phụ thuộc vào nước.

Nước sinh hoạt hiện nay đang là vấn đề quan tâm của tất cả mọi người, nhất là ở những khu vực không có nguồn nước sinh hoạt và cả những khu vực đã có nguồn cấp nước nhưng thất thường không đảm bảo. Vấn đề này ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng cuộc sống và sản xuất của người dân.

Hiện nay trên thế giới vẫn còn 1/3 dân số trên thế giới sống trong tình trạng thiếu nguồn nước để sinh hoạt hằng ngày. Nếu không có biện pháp thích ứng trong việc phân phối và tái tạo nguồn nước thì theo ước tính đến năm 2025 sẽ có 2/3 dân số không đủ nước để sử dụng. Trên thế giới, lượng nước ngầm bị thất thoát hằng năm là 160 tỷ m³ nước.

Nước ta có nguồn nước thiên nhiên khá dồi dào. Tuy nhiên, hiện nay phần lớn trong số đó đều bị ô nhiễm nặng. Vấn đề này làm cho nguồn nước sạch để sử dụng cho mục đích sinh hoạt, sản xuất...ngày càng khan hiếm. Một trong những vấn đề nan giải và chiếm phạm vi khá rộng là nước bị nhiễm phèn sắt.

Nước nhiễm phèn sắt đã gây nhiều bất tiện trong sinh hoạt của người dân như làm vàng, ố tất cả các vật chứa đựng nước và cả quần áo, nguy hại hơn nếu dùng nước này lâu ngày sẽ ảnh hưởng không tốt đến sức khỏe con người.

Hiện nay, nhiều vùng nông thôn chưa có nước máy để dùng, nguồn nước được sử dụng phần lớn là nước ngầm. Tuy nhiên, trong nước ngầm, sắt thường tồn tại ở dạng ion sắt hóa trị II trong thành phần của các muối hòa tan như bicacbonat, sunfat, clorua. Hàm lượng sắt này thường cao và phân bố không đồng đều trong các lớp trầm tích dưới sâu. Khi trong nước có hàm lượng sắt cao, nước có mùi tanh và có nhiều cặn bẩn màu vàng, làm giảm chất lượng nước ăn uống sinh hoạt và sản xuất. Do đó, việc tìm ra quy trình công nghệ khử sắt trong nước ngầm là hết sức cần thiết để góp phần giải quyết vấn đề thiếu nước sạch cho nhu cầu ăn uống, sinh hoạt, sản xuất như hiện nay.

Trong quá thời gian qua, khi giảng dạy cho sinh viên về phương pháp xử lý sắt trong nước cấp giảng viên thường giải thích bằng các sơ đồ nguyên lý công nghệ nên gây khó hiểu và kém hấp dẫn cho sinh viên. Việc tổ chức cho sinh viên đi tham quan thực tế rất khó khăn và gây tốn kém. Vì vậy, thực hiện đề tài “*Xây dựng mô hình học cụ hệ thống khử sắt trong xử lý nước cấp*” sẽ góp phần nâng cao chất lượng đào tạo sinh viên. Mô hình này có thể được sử dụng cho sinh viên vận hành thực tiễn và triển khai nghiên cứu khoa học, cũng như có thể chuyển giao áp dụng cho các hộ gia đình đang sử dụng nước ngầm là nguồn cung cấp nước chính nhưng bị nhiễm phèn.

1.2 Mục tiêu của nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát: Góp phần nâng cao chất lượng đào tạo sinh viên về môn học xử lý nước cấp, giúp sinh viên hiểu rõ hơn về nội dung môn học, gắn kết giữa học lý thuyết và thực hành.

Mục tiêu cụ thể: Tạo ra một mô hình học cụ về xử lý sắt trong nước ngầm bằng phương pháp làm thoáng – lọc, giúp sinh viên thực tập và triển khai nghiên cứu trên mô hình.

1.3 Nội dung của nghiên cứu

Nội dung 1: Tính toán, thiết kế mô hình học cụ

Nội dung 2: Chế tạo, lắp đặt mô hình học cụ

Nội dung 3: Lấy mẫu nước ngầm tại một số hộ gia đình có nguồn nước giếng bị nhiễm phèn tại Nhà Bè.

Nội dung 4: Hướng dẫn sinh viên nghiên cứu, triển khai thực nghiệm trên mô hình.

Nội dung 5: Đánh giá hiệu quả xử lý của hệ thống.

Nội dung 6: Xây dựng sổ tay vận hành.

1.4 Phạm vi ứng dụng

- Mô hình học cụ hệ thống khử sắt trong xử lý nước cấp được sử dụng trong công tác giảng dạy tại Khoa Môi trường. Dễ dàng để sinh viên thực hành, có thể quan sát trực quan quá trình khử sắt, được lắp đặt trên giá di động để thuận lợi trong quá trình giảng dạy tại những vị trí khác nhau.
- Ngoài ra, mô hình có thể được ứng dụng tại những hộ gia đình sử dụng nguồn nước giếng bị nhiễm phèn sắt. Cụ thể là khu vực huyện Nhà Bè.

1.5 Phương pháp nghiên cứu

1.5.1. Phương pháp luận

Nguyên lý của quá trình khử sắt là ôxy hóa sắt có hóa trị II (Fe^{2+}) thành sắt có hóa trị III (Fe^{3+}) và tách chúng ra khỏi nước dưới dạng hydroxyt sắt III: $\text{Fe}(\text{OH})_3$, trong đó $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là chất keo tụ, dễ dàng lắng đọng trong các bể lắng và bể lọc.

Tuy nhiên, nước ngầm thường không chứa oxy hoà tan hoặc có hàm lượng oxy hoà tan rất thấp. Để tăng nồng độ oxy hoà tan trong nước ngầm, biện pháp đơn giản nhất là làm thoáng - lấy oxy của không khí để oxy hoá sắt hoá trị (II) thành sắt hoá trị (III) theo phản ứng:



Khi đó sắt (III) hydroxyt trong nước kết tủa thành bông cặn màu vàng và có thể tách ra khỏi nước một cách dễ dàng nhờ quá trình lắng lọc bằng nhiều lớp vật liệu lọc. Để tránh hiện tượng tắc ở bề lọc, rửa hoặc thay lớp vật liệu lọc khi đến chu kỳ. Tốc độ phản ứng của quá trình oxy hoá và thủy phân Fe^{2+} thành Fe^{3+} tùy thuộc vào lượng oxy hoà tan trong nước.

Khử sắt bằng các phương pháp hóa học cho hiệu quả cao, nhanh chóng, tuy nhiên nhược điểm của các phương pháp này là phải dùng đến các thiết bị pha chế công kênh, quản lý phức tạp, cho nên các phương pháp hóa học trên thường được sử dụng kết hợp khử sắt với quá trình xử lý khác như xử lý ổn định nước bằng kiềm, làm mềm nước bằng vôi kết hợp với soda. Do vậy, phương pháp được lựa chọn trong nghiên cứu là *Làm thoáng bằng giàn mưa tự nhiên*.

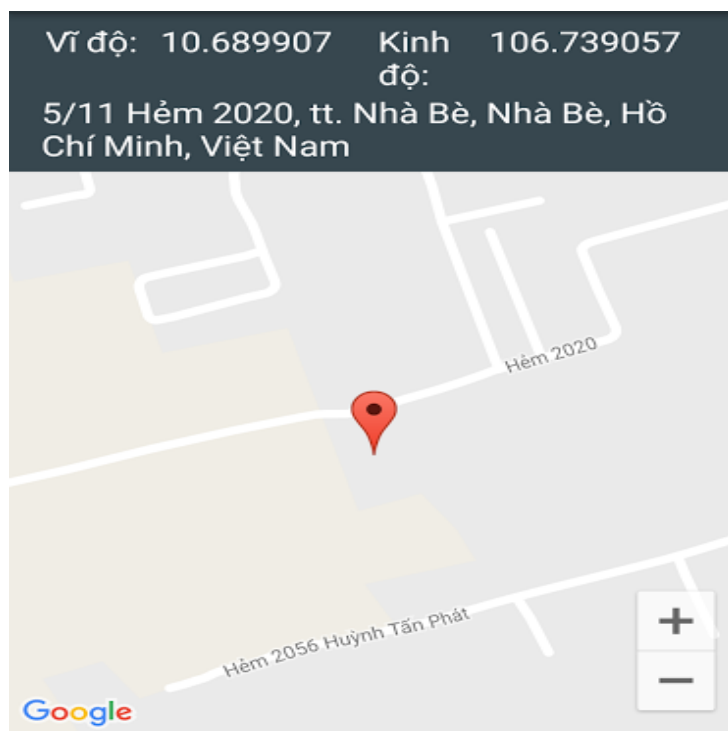
Giàn mưa cho khả năng thu được lượng oxy hoà tan bằng 55% lượng oxy bão hoà và có khả năng khử được 75-80% lượng CO_2 còn lại sau khi làm thoáng không xuống thấp hơn 5-6mg/l.

Để lọc sạch nước có chứa cặn sắt, sử dụng các bể lọc chậm thông thường. Do khác với bể lọc cặn bản bình thường ở chỗ quá trình oxy hoá và thủy phân sắt còn tiếp tục xảy ra trong lớp vật liệu lọc, nên ngay từ đầu chu kỳ lọc, cặn đã bám sẵn trong lớp vật liệu lọc và độ chứa cặn của lớp vật liệu lọc sẽ cao hơn. Vì vậy, vật liệu lọc có thể lấy cấp phối hạt lớn hơn, đường kính trung bình hạt từ 0,9 đến 1,3 mm, bề dày lớp vật liệu lọc 1,0 đến 1,2m. Nếu sử dụng bể lọc 2 lớp gồm antraxit và cát thạch anh thì hiệu quả xử lý sẽ cao hơn.

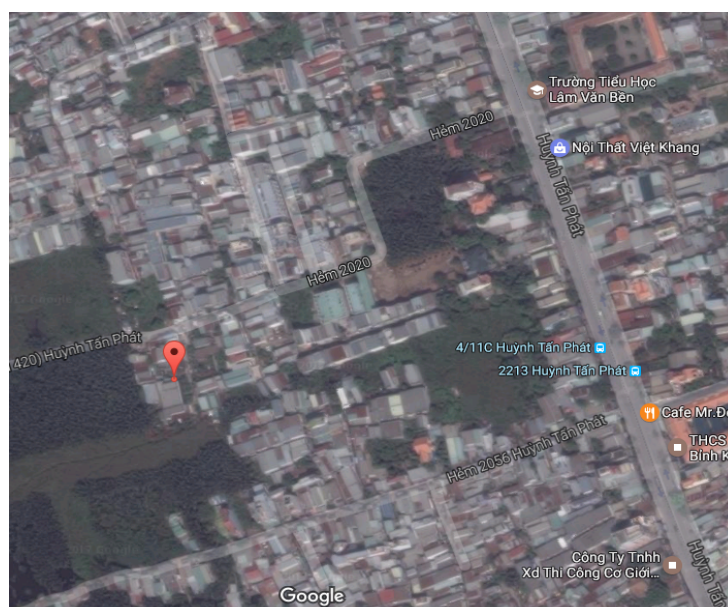
1.5.2. Phương pháp thực hiện

1.5.2.1 Phương pháp khảo sát thực địa (địa điểm, lấy mẫu)

Khu vực lấy mẫu trong phạm vi Huyện Nhà Bè, TP.Hồ Chí Minh.



Hình 1.1 Ảnh chụp vị trí lấy mẫu nước



Hình 1.2 Ảnh chụp vệ tinh vị trí lấy mẫu nước

Khu vực lấy mẫu thuộc khu vực nhiễm phèn nặng, nước ngầm được bơm lên có màu vàng đục, nhiều cặn lơ lửng.



Hình 1.3 Ảnh chụp nguồn nước ngầm sau khi được bơm lên

1.5.2.2 Lấy mẫu, xử lý và bảo quản mẫu

Sau khi đến và định vị GPS vị trí cần khảo sát, tiến hành lấy mẫu nước ngầm từ giếng khoan, trước khi lấy mẫu cần xả hoặc bơm bỏ lượng nước ban đầu để đảm bảo đúng chất lượng nguồn nước. Sau đó thu mẫu nước ngầm bị nhiễm phèn sắt vào bình nhựa polyethylene và ký hiệu mẫu nước.



Hình 1.4 Ảnh chụp lấy mẫu tại hiện trường

Phương pháp lấy mẫu và xử lý mẫu dựa vào TCVN 5992: 1995 (ISO 5667-2: 1991) Kỹ thuật lấy mẫu nước và TCVN 5993: 1995 (ISO 5667-3: 1985) Bảo quản và xử lý mẫu nước.

1.5.2.2 Phương pháp phân tích

- Chỉ tiêu pH

Phân tích chỉ tiêu pH dựa vào TCVN 6492:2011 – ISO 10523:2008.

a. Ý nghĩa của chỉ tiêu pH

Độ pH cho biết được tính trung tính của nước, hay nước mang tính a-xít hoặc tính kiềm.

Độ pH thấp về cơ bản không ảnh hưởng nhiều đến sức khỏe. Tuy nhiên, pH thấp làm tăng tính axit trong nước, làm ăn mòn kim loại trên đường ống, vật chứa và tích lũy các ion kim loại gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người, làm mau hỏng vải, quần áo khi giặt... Mặt khác, pH thấp còn gây ngứa khi tắm gội, gây hỏng men răng và có thể tạo điều kiện phát sinh các bệnh ngoài da khi sử dụng nguồn nước.

pH thấp do nguồn nước ngầm ở điều kiện yếm khí, sự phân hủy chất hữu cơ trong đất hòa tan CO_2 làm pH nước giảm. Trong điều kiện nước tiếp xúc với oxy có thể nâng pH đồng thời khử sắt. Để nâng độ pH trong nước, cần làm thoáng nước bằng giàn mưa.

b. Quy trình thực hiện

Lấy 50ml mẫu nước cho vào cốc thủy tinh 50ml sau đó dùng bình tia rửa đầu đo pH sau đó cho vào cốc đã chứa mẫu tiến hành đo pH. Đo pH cho đến khi giá trị ổn định thì dừng lại rồi ghi lại kết quả đo.



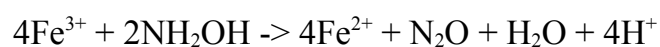
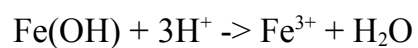
Hình 1.5 Ảnh chụp đo pH của mẫu nước phèn

- Chỉ tiêu sắt

Phân tích sắt dựa vào TCVN 6177:1990 – ISO 6332:1988.

a. Nguyên lý phương pháp phân tích chỉ tiêu Fe

Đun sôi mẫu với hydroxide amine, ở pH 3,2 - 3,3 tất cả các sắt hòa tan đều bị khử thành sắt (II) sau đó ion sắt (II) sẽ phản ứng với 3 phân tử 1,10 - phenanthroline tạo thành phức chất có màu đỏ cam. Cơ chế phản ứng như sau:



b. Dụng đường chuẩn Fe

Dựng phương trình đường chuẩn sắt dựa vào bảng 1.1 ta được dãy chuẩn như hình 1.10 rồi tiến hành đo quang ghi lại kết quả đo.

Bảng 1.1: Số liệu dựng đường chuẩn sắt

STT	0	1	2	3	4	5
Vdd chuẩn, ml (C= 10 ppm)	0	2	4	6	8	10
V nước cất, ml	50	48	46	44	42	40
V HCl đđ, ml	2	2	2	2	2	2
Vdd NH ₂ OH.HCl, ml	1	1	1	1	1	1
Vdd đệm NH ₃ C ₂ H ₃ O ₂ , ml	10	10	10	10	10	10
Vdd phenanthroline	4	4	4	4	4	4
C, mg/l	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2



Hình 1.6 Dãy chuẩn sắt

c. Xác định sắt (II)

Acid hóa mẫu bằng 2ml HCl đậm đặc.

Lấy 50ml mẫu, lần lượt thêm 10ml dung dịch đậm ammonium acetate, 4ml dung dịch phenanthroline, lắc đều, đợi khoảng 10 phút, sau đó đo độ hấp thụ bước sóng 510nm.

d. Xác định Fe tổng

Lắc đều mẫu, lấy 50ml mẫu cho vào erlen

Thêm 2ml HCl đđ, 1ml $\text{NH}_2\text{OH}.\text{HCl}$

Tiến hành đun cạn đến khi thể tích còn khoảng 15 - 20ml thì dừng lại như hình 1.11.



Hình 1.7 Ảnh chụp đun mẫu sau khi cho $\text{NH}_2\text{OH}.\text{HCl}$

Làm nguội mẫu đến nhiệt độ phòng, thêm nước cất và định mức đến 50ml.

Thêm 10ml dung dịch đệm amonium acetate, 4ml dung dịch phenanthroline, đợi 10 phút để phản ứng hiện màu hoàn toàn như hình 3.42 sau đó đo độ hấp thụ ở bước sóng 510m.

1.5.3 Sử dụng phần mềm chuyên dụng

Sử dụng phần mềm chuyên dụng Auto CAD hỗ trợ thiết kế, vẽ bản vẽ.

Sử dụng phần mềm excel để xử lý số liệu.

PHẦN 2: TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

2.1 Tổng quan tình hình nghiên cứu ngoài nước

2.1.1 Khái quát về nguồn nước ngầm

Nước ngầm được hình thành do nước mưa thấm qua các lớp đất đá trong lòng đất và được giữ lại ở các tầng chứa nước bên dưới bề mặt đất ở các độ sâu khác nhau. Tùy thuộc vào vị trí, độ sâu và áp suất mà nước ngầm được phân loại thành các dạng: nước ngầm tầng nông, nước ngầm trong các tầng thổ nhưỡng (tầng đất công tác); nước ngầm tầng sâu - trong các tầng chứa; nước ngầm không áp và nước ngầm có áp.

Nước ngầm tầng nông: có độ sâu từ 3 đến 10m, nằm trong các tầng đất thổ nhưỡng và thường là nước ngầm không có áp. Nước ngầm tầng nông thường có trữ nhỏ và có khả năng bị nhiễm bẩn lớn bởi các chất ô nhiễm từ tầng bề mặt thấm xuống.

Nước ngầm tầng sâu chứa trong các tầng chứa nước ở độ sâu trên 40m. Nước ngầm tầng sâu thường có chất lượng nước tốt hơn, trữ lượng phong phú hơn và ít chịu ảnh hưởng của các mùa trong năm. Một dạng nước ngầm tầng sâu là nước ngầm có áp, có thể tự phun lên bề mặt khi sử dụng các giếng khoan.

Nước ngầm đã được khai thác, sử dụng từ hàng nghìn năm nay. Qua các thời đại, loài người đã sáng tạo ra nhiều phương pháp khác nhau để khai thác nước ngầm, dùng đến đủ loại năng lượng (sức động vật, sức người, sức gió, sức nước, năng lượng mặt trời...).

Ngày nay, trên toàn thế giới, khoảng 60% nước phục vụ ăn uống, 15% nước dùng trong gia đình và 20% nước tưới lấy từ các nguồn nước ngầm. Tại hầu hết các vùng đất khô cằn trên thế giới nước ngầm là nguồn cung cấp nước chủ yếu. Ngoài ra, nó còn cung cấp ít nhất 20% và nhiều khi hơn 30% tổng khối lượng nước sử dụng ở các nước công nghiệp. Hiện nay trên thế giới hàng năm người ta khai thác khoảng từ 600 - 700 tỷ mét khối nước ngầm, nhiều hơn bất kỳ một tài nguyên nào khác được khai thác từ lòng đất.

2.1.2 Đặc tính nước ngầm

Đặc tính chung về thành phần, tính chất của nước ngầm là nước có độ đục thấp, nhiệt độ và thành phần hóa học ít thay đổi, pH thấp (dao động từ 3 - 6), hàm lượng CO₂ và hàm lượng sắt cao. Một số nơi, nước ngầm còn có độ cứng khá cao, đôi khi bị nhiễm nitrat, nhiễm mặn, nhiễm mangan, silic, asen, amoni, E.Coli, Coliform,...[1].

Thành phần, tính chất nước ngầm phụ thuộc vào nguồn gốc, cấu trúc địa tầng của khu vực và chiều sâu của lớp nước ngầm... Trong nước ngầm không chứa rong, tảo là yếu tố dễ gây ô nhiễm nguồn nước nhưng chúng lại chứa các tạp chất hòa tan do ảnh hưởng của điều kiện địa tầng, các quá trình phong hóa và sinh hóa trong khu vực. Ở những vùng có điều kiện phong hóa tốt, mưa nhiều hoặc bị ảnh hưởng của nguồn thải thì trong nước ngầm dễ bị ô nhiễm bởi các chất khoáng hòa tan, các chất hữu cơ.

So với nước mặt, việc lựa chọn nguồn nước ngầm cho mục đích cấp nước có một số ưu điểm:

- Nước ngầm là một tài nguyên thường xuyên, ít chịu ảnh hưởng của những yếu tố khí hậu như hạn hán. Chất lượng nước tương đối ổn định, ít bị biến động theo mùa như nước mặt.
- Chủ động trong vấn đề cấp nước cho các vùng hẻo lánh, dân cư thưa, nhất là trong hoàn cảnh hiện nay bởi vì nước ngầm có thể khai thác với nhiều công suất khác nhau. Để khai thác nước ngầm có thể dùng các loại thiết bị sử dụng điện như các loại bơm tay. Ngoài ra, nước ngầm còn có thể khai thác tập trung như tại các nhà máy nước ngầm, các xí nghiệp hoặc khai thác phân tán tại các hộ dân cư.
- Giá thành xử lý nước ngầm nhìn chung tương đối rẻ hơn so với nước mặt.

Ngoài các ưu điểm kể trên, khi sử dụng nước ngầm cho mục đích cấp nước cũng không thể tránh khỏi một số nhược điểm sau:

- Cũng tương tự như các trữ lượng dầu mỏ, các tầng chứa nước này nói chung không thể tái tạo hoặc khả năng tái tạo rất hạn chế. Do vậy đến một lúc nào

đó sẽ phải giải quyết tìm nguồn nước thay thế khi các tầng nước này bị cạn kiệt.

- Việc khai thác nước ngầm với quy mô và nhịp độ quá cao cũng sẽ làm cho hàm lượng muối trong nước tăng lên và dẫn đến việc tăng chi phí cho việc xử lý trước khi đưa vào sử dụng.
- Khai thác nước ngầm với nhịp độ cao sẽ làm cho mực nước ngầm hạ thấp xuống, một mặt việc này dẫn đến quá trình xâm nhập mặn, mặt khác làm cho nền đất bị võng xuống gây hư hại cho các công trình xây dựng - một trong các nguyên nhân của hiện tượng sụt lún đất.
- Khai thác nước ngầm một cách bừa bãi cũng dễ dẫn tới tình trạng ô nhiễm nguồn nước ngầm.

2.1.3. Các nghiên cứu về phương pháp xử lý nước ngầm

Bảng 2.1 Một số quá trình cơ bản xử lý nước ngầm [2].

Quá trình xử lý	Mục đích
Làm thoáng	Lấy oxy từ không khí để oxy hóa Sắt và Mangan hóa trị II hòa tan trong nước. Khử khí CO₂ nâng cao pH của nước để đẩy nhanh quá trình oxy hóa thủy phân sắt và Mangan trong dây chuyền công nghệ khử Sắt và Mangan. Làm giàu oxy để tăng thể oxy hóa khử của nước, khử các chất bản dạng khí hòa tan trong nước.
Clo hóa sơ bộ	Oxy hóa Sắt và Mangan hòa tan ở dạng phức chất hữu cơ. Loại trừ rong, rêu, tảo phát triển trên thành các bể trộn, tạo bông cặn và bề

Quá trình xử lý	Mục đích
	lắng, bể lọc. Trung hòa lượng amoniac dư, diệt tất cả các vi khuẩn tiết ra chất nhầy trên mặt các lớp lọc.
Quá trình khuấy trộn hóa chất	Phân tán nhanh, đều phèn và các hóa chất khác vào nước cần xử lý.
Quá trình keo tụ và phản ứng tạo bông cặn	Tạo điều kiện và thực hiện quá trình kết dính các hạt cặn, keo phân tán thành bông cặn có khả năng lắng lọc với tốc độ kinh tế cho phép.
Quá trình lắng	Loại trừ ra khỏi nước các hạt cặn và bông cặn có khả năng lắng với tốc độ kinh tế cho phép, làm giảm lượng vi sinh vật và vi khuẩn
Quá trình lọc	Loại trừ các hạt cặn nhỏ không lắng được trong bể lắng nhưng có khả năng dính kết lên bề mặt hạt lọc.
Hấp thụ và hấp phụ bằng than hoạt tính	Khử mùi, vị, màu của nước sau khi sử dụng phương pháp xử lý truyền thống không đạt yêu cầu.
Flo hóa nước	Nâng cao hàm lượng Flo trong nước 0,6 - 0,9 mg/L để bảo vệ men răng và xương cho người sử dụng.

Quá trình xử lý	Mục đích
Ổn định nước	Khử tính xâm thực và tạo ra màng bảo vệ cách ly không cho nước tiếp xúc trực tiếp với vật liệu mặt trong thành ống dẫn để bảo vệ ống và phụ tùng trên ống.
Làm mềm nước	Khử các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} đến nồng độ đạt yêu cầu.
Khử mùi	Khử ra khỏi nước các cation và anion của các muối hòa tan đến nồng độ yêu cầu.

2.2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu trong nước

2.2.1. Thành phần tính chất của nước ngầm tại Tp.Hồ Chí Minh

Bảng 2.1 giới thiệu chất lượng nước ngầm tại một số khu vực ở Thành phố Hồ Chí Minh.

Bảng 2.2 Chất lượng nước ngầm tại Thành phố Hồ Chí Minh

Khu vực	Độ sâu (m)	pH	TDS (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	Fe^{2+} (mg/L)	Mn (mg/L)	Cl^- (mg/L)	NO_3^- (mg/L)	Coliform (*)
Quận 1		6,29			0,05			0,85	
Quận 2	45	5,2	502	15	0,3		31,5	2,4	
Quận 3		5,19	92		1,58			1,82	

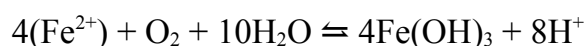
Khu vực	Độ sâu (m)	pH	TDS (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Coliform (*)
Quận 4	194	6,04			42,7		535		
Quận 5	120	5,69	537		43,6		458	vết	
Quận 6	120	5,64	486		9,75		348	3,06	
Quận 7	80	4,64	2310		1,16		1650		
Quận 8		5,70	90		25,3	0,34		2,39	
Quận 9		3,83	267		0,11		108	69,3	110
Quận 10	80	4,81	399		0,73		96	2,92	500
Quận 11	40	6,65	37		3,75	0,19	5	0,49	
Quận 12	28	4,57	53	9	0,62		16	18,3	
Tân Bình	40	4,37	285		1,16		112	38,8	
Bình Thạnh	60	6,39	134		61,3			1,36	
Bình Chánh	180	6,06	310		60,5	3,05	58	0,47	
Nhà Bè	180	5,87	551	17	57,3	1,41	320	0,14	4

Khu vực	Độ sâu (m)	pH	TDS (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Coliform (*)
Gò Vấp	30	4,42	81	1	0,04		32	66,3	
Hóc Môn	64	6,35	386		35,8		197	10,1	
Thủ Đức		5,96	958		27,3			2,88	
Củ Chi	55	7,04	91		1,91			2,76	

(*) Đơn vị đo là MPN/100ml

Nguồn: Tổng hợp từ các kết quả phân tích xét nghiệm của Viện Môi trường và Tài nguyên.

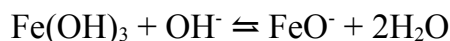
Trong nước thiên nhiên có thể chứa một lượng nhất định các ion sắt II (Fe²⁺) là thành phần của các muối hòa tan như: Fe (HCO₃)₂; FeSO₄ ... và sắt III (Fe³⁺). Hàm lượng sắt trong các nguồn nước mặt thường không lớn (chỉ đến vài mg/L), tuy nhiên trong nước ngầm hàm lượng sắt có thể cao và dao động trong một phạm vi rộng từ vài mg/L đến vài chục mg/L, thậm chí có những vùng hàm lượng sắt trong nước ngầm vượt quá 150 mg/L. Trong môi trường kiềm (pH lớn hơn hoặc bằng 7), dưới tác dụng của oxy trong không khí, Fe²⁺ dễ dàng bị oxy hóa thành Fe³⁺ và thủy phân tạo thành hydroxyt sắt III khó tan:



Trong nước mặt, sắt thường có hóa trị III (đã bị oxy hóa) và thường tồn tại ở dạng hydroxyt sắt III - Fe(OH)₃ tạo nên dung dịch keo hoặc chất lơ lửng [1].

Trong nước ngầm hoặc ở một độ sâu của nguồn nước thiên nhiên nơi có hàm lượng oxy hòa tan gần bằng 0 thì sắt tồn tại chủ yếu ở dạng ion hóa trị II (Fe²⁺). Khi lấy từ độ sâu lên trên bề mặt kéo theo sự tăng hàm lượng oxy hòa tan trong nước sẽ diễn ra quá trình oxy hóa (Fe²⁺) thành (Fe³⁺), thủy phân tạo thành kết tủa Fe(OH)₃

có màu nâu đỏ. Các hydroxyt sắt $\text{Fe}(\text{OH})_2$ là chất kiềm yếu còn $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là chất kiềm rất yếu tạo nên tính chất lưỡng tính (tạo nên các ferit sắt tự hòa tan) trong dung dịch kiềm mạnh:



Hằng số thủy phân của Fe^{3+} là $K = 3,4 \times 10^{-3}$. Cùng với các anion Cl^- và SO_4^{2-} , các ion Fe^{2+} và Fe^{3+} tạo thành các muối hòa tan tốt (kể cả các muối được tạo nên giữa ion Fe^{2+} và HCO_3^- . Các muối được tạo thành bằng các ion Fe^{3+} thủy phân mạnh (quá trình thủy phân này bắt đầu diễn ra khi pH của dung dịch lớn 2,3). Sự thủy phân diễn ra 2 giai đoạn tạo thành các muối bazo khó tan, ví dụ như:



và cuối cùng tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Các ion hợp chất vô cơ của ion sắt hóa trị II như FeS , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, FeCO_3 , $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, FeSO_4 , v.v... Các hợp chất $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeCl_3 ... trong đó $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là chất keo tụ, dễ dàng lắng đọng trong các bể lắng và bể lọc. Vì thế các hợp chất vô cơ của sắt hòa tan trong nước hoàn toàn có thể xử lý bằng phương pháp lý học: làm thoáng lấy oxy của không khí để oxy hóa sắt hóa trị II thành sắt hóa trị III và cho quá trình thủy phân, keo tụ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ xảy ra hoàn toàn trong các bể lắng, bể lọc tiếp xúc và các bể lọc các phức chất vô cơ của ion sắt với silicat, photphat $\text{FeSiO}(\text{OH})_3^{3+}$, các phức chất hữu cơ của ion sắt với axit humic, fulvic, ... Các ion sắt hòa tan $\text{Fe}(\text{OH})^+$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tồn tại tùy thuộc vào giá trị thế oxy hóa khử và pH của môi trường.

Các loại phức chất và hỗn hợp các ion hòa tan của sắt không thể khử bằng phương pháp lý học thông thường, mà phải kết hợp với phương pháp hóa học. Muốn khử sắt ở dạng này phải cho thêm vào nước các chất oxy hóa như: Cl_2 , KMnO_4 , O_3 để phá vỡ liên kết và oxy hóa ion sắt thành ion sắt hóa trị III hoặc cho vào nước các chất keo tụ FeCl_3 , $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ và kiềm hóa để có giá trị pH thích hợp cho quá trình đông keo tụ các loại keo sắt và xảy ra triệt để trong các bể lắng, bể lọc tiếp xúc và bể lọc trong.

Một đặc điểm cần quan tâm là pH trong nước ngầm thường khá thấp nhiều nơi pH giảm xuống đến 3 - 4 (do hàm lượng CO₂ cao), không thuận lợi cho việc xử lý nước. Tuy nhiên kỹ thuật xử lý nước trong trường hợp này không mấy khó khăn: làm thoáng tự nhiên (dàn mưa), hay nhân tạo (quạt gió), hoặc sử dụng hóa chất nhằm loại bỏ CO₂ để nâng pH đến giá trị thích hợp (6,5 - 7,5), tạo điều kiện thuận lợi cho việc oxy hóa sắt II hòa tan thành sắt III không tan và được loại bỏ ra khỏi nước bằng biện pháp lắng lọc [1].

Ngoài ra, nước ngầm tại một số nơi còn bị nhiễm bẩn bởi nitrat, amoni, clorua, mangan, silic, magie, canxi, E.Coli,... với các mức độ khác nhau, cần phải xử lý trước khi sử dụng.

2.2.2. Ảnh hưởng của nước nhiễm phèn

Nước có chứa hàm lượng sắt lớn hơn 0,5 mg/l đã có mùi tanh khó chịu và nổi váng trên bề mặt, làm vàng ố quần áo khi giặt, làm hư hỏng sản phẩm của ngành dệt, sản xuất giấy, phim ảnh, đồ hộp. Sắt còn gây đóng cặn trong đường ống và các thiết bị trao đổi nhiệt, các cặn sắt kết tủa làm tắc hoặc giảm khả năng vận chuyển của các ống dẫn nước.

Theo Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước ăn uống – QCVN 01:2009/BYT hàm lượng sắt đối với nước cấp phục vụ cho ăn uống phải nhỏ hơn 0,3 mg/l. Đối với nước cấp cho sinh hoạt phải thấp hơn 0,5 mg/l theo Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt – QCVN 02:2009/BYT.

2.2.3 Các nghiên cứu trong nước về phương pháp khử sắt trong xử lý nước cấp

2.2.3.1 Dùng tro bếp

Phương pháp xử lý nước giếng khoan này đơn giản, nguyên vật liệu dễ tìm, có thể tận dụng tro bếp là rác thải sinh hoạt, thân thiện với môi trường. Cách làm này có thể áp dụng quy mô hộ gia đình, nhất là những vùng người dân đang phải sử dụng nước giếng khoan.

Tro bếp được cho vào mẫu nước với liều lượng từ 5 đến 10g/l rồi để lắng trong vòng 15 phút. Các phản ứng hóa học xảy ra và hợp chất sắt không tan sẽ bị loại bỏ qua quá trình lọc.

2.2.3.2 Dùng hệ thống lọc nước

Bể được xây bằng gạch và xi măng, với 3 ngăn – lắng, lọc và chứa, mỗi ngăn $0,35 - 0,49 \text{ m}^3$, trong đó ngăn lắng có thể tích lớn nhất, ngăn lọc nhỏ nhất.

Ngăn lắng được lắp đặt giàn phun mưa gồm một số đoạn ống có đục lỗ hoặc vòi hoa sen bằng nhựa có trên thị trường. Ngăn lọc có lớp sỏi đỡ (cỡ 5 – 10 cm) dày 10 cm, trên đó là lớp cát lọc (0,4 – 0,85 mm) dày 40 cm; và trên cùng là lớp cát mịn (0,15 – 0,3 mm) dày 20 cm. (Có thể đổ thêm một lớp than trên lớp sỏi, để khử mùi của nước). Ngăn này có lắp ống nhựa từ đáy lên, sao cho đầu ra nằm cao hơn lớp cát trên cùng một chút, để khi nước chảy qua ngăn thành phẩm đến cạn kiệt, không làm phoi mặt cát. Ngăn thành phẩm có nắp đậy.

Khi bơm từ giếng lên, nước chảy qua vòi sen, xuống bể lắng. Nhờ tiếp xúc với không khí, thành phần sắt trong nước bị oxy hóa. Nước được lắng cặn một phần, đến ngăn lọc, nước được lọc sạch cặn lơ lửng, trở nên trong, theo ống dẫn đến ngăn chứa nước thành phẩm.

2.3.3.3 Khử sắt bằng vôi

Khi cho vôi vào nước, độ pH của nước tăng lên. Ở điều kiện giàu ion OH^- , các ion Fe^{2+} thủy phân nhanh chóng thành $\text{Fe}(\text{OH})_2$ và lắng xuống một phần, thế oxy hoá khử tiêu chuẩn của hệ $\text{Fe}(\text{OH})_2/\text{Fe}(\text{OH})_3$ giảm xuống, do đó sắt(II) dễ dàng chuyển hoá thành sắt (III). Sắt (III) hydroxyt kết tụ thành bông cặn, lắng trong bể lắng và có thể dễ dàng tách ra khỏi nước.

Phương pháp này có thể áp dụng cho cả nước bề mặt và nước ngầm. Nhược điểm của phương pháp này là phải dùng đến các thiết bị pha chế cồng kềnh, quản lý phức tạp.

2.2.3.4 Khử sắt bằng phương pháp làm thoáng

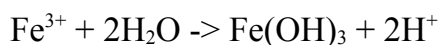
Thực chất của phương pháp khử sắt bằng làm thoáng là làm giàu oxy cho nước, tạo điều kiện để Fe^{2+} oxy hóa thành Fe^{3+} thực hiện quá trình thủy phân để tạo thành hợp chất ít tan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ rồi dùng bể lọc để giữ lại.

Các hợp chất sắt tồn tại trong nước ngầm thường ở dạng hóa trị II (Fe^{2+}) mà phổ biến nhất là $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ở dạng hòa tan trong nước. Ở trạng thái này, ta không thể giữ được sắt trong công trình xử lý bằng biện pháp lắng lọc. Do đó, người ta phải biến các hợp chất sắt ở dạng hòa tan thành sắt ở dạng kết tủa, muốn thực hiện quá trình này thì thường dùng các công trình làm thoáng.

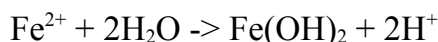
Mục đích của làm thoáng là tạo điều kiện cho oxy có trong không khí hòa tan trong nước. Trong điều kiện nước đã được làm giàu oxy, Fe^{2+} có trong nước sẽ oxy hóa thành Fe^{3+} theo phương trình phản ứng sau:



Sau đó tiếp tục thủy phân tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là chất khó tan và có khả năng tạo keo:



Trong một số trường hợp đặc biệt Fe^{2+} có thể bị thủy phân trước:



$\text{Fe}(\text{OH})_2$ tiếp tục bị oxy hóa để tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Tùy theo điều kiện của môi trường, quá trình oxy hóa Fe^{2+} có thể xảy ra trước, sau đó Fe^{3+} thủy phân hoặc ngược lại Fe^{2+} bị thủy phân trước tiếp đó $\text{Fe}(\text{OH})_2$ bị oxy hóa thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hoặc cả 2 quá trình diễn ra đồng thời. Nếu ion OH^- càng nhiều (pH càng cao) thì phản ứng thủy phân xảy ra càng thuận lợi, Fe^{3+} tạo thành sản phẩm càng nhanh thì các phản ứng trung gian xảy ra càng nhanh.

Tốc độ oxy hóa Fe^{3+} bằng oxy phụ thuộc vào nồng độ oxy và độ pH của nước được biểu diễn bằng phương trình động học sau:

$$d[\text{Fe}^{2+}]/dt = k.[\text{Fe}^{2+}].[O_2]/[H^+]^2 \quad (1)$$

Trong đó:

k: là hằng số tốc độ phản ứng oxy hóa Fe^{2+} bởi oxy phụ thuộc vào nhiệt độ, nhiệt độ càng cao thì phản ứng xảy ra càng nhanh, do đó trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa của Việt Nam việc sử dụng phương pháp này rất phù hợp.

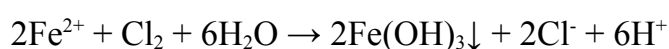
$[\text{Fe}^{2+}]$, $[\text{O}_2]$, $[\text{H}^+]$: là nồng độ của các ion Fe^{2+} , O_2 , H^+ trong nước tại thời điểm t.

Phương trình cho thấy nếu nồng độ ion H^+ càng cao (pH càng thấp) thì tốc độ oxy hóa càng thấp. Do đó, một trong những yêu cầu để có thể sử dụng phương pháp làm thoáng thông thường là độ pH của nước nguồn phải lớn hơn hoặc bằng 7, trong trường hợp độ pH của nước nguồn thấp, để tăng hiệu quả của quá trình xử lý thường phải kiềm hóa (bằng vôi) để tăng độ pH. Nếu trong nước có chứa các hợp chất hữu cơ và các hợp chất khử như NH_4^+ thì chúng cũng tiêu thụ một lượng oxy hóa chúng. Mặt khác, sau khi Fe^{3+} thủy phân tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là chất có khả năng tạo keo. Vì vậy, để các hạt keo $\text{Fe}(\text{OH})_3$ có khả năng dính kết nhau để tạo thành các bông cặn có thể giữ lại trong các bể lắng và lọc, cần phải có điều kiện thích hợp là pH lớn hơn hoặc bằng 7.

2.2.3.5 Khử sắt bằng phương pháp hóa học

Khử sắt bằng các chất oxy hóa mạnh

Các chất oxy hóa mạnh thường sử dụng để khử sắt là: Cl_2 , KMnO_4 , O_3 ... Phản ứng diễn ra như sau:



Trong phản ứng, để oxy hóa 1 mg Fe^{2+} cần 0.64mg Cl_2 hoặc 0.94mg KMnO_4 và đồng thời độ kiềm của nước giảm đi 0.018meq/l

Khử sắt bằng vôi

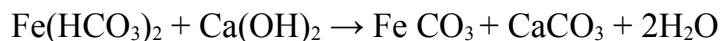
Phương pháp khử sắt bằng vôi thường không đứng độc lập, mà kết hợp với các quá trình làm ổn định nước hoặc làm mềm nước. Phản ứng xảy ra theo 2 trường hợp

Có oxy hòa tan:



Sắt (III) hydroxyt được tạo thành, dễ dàng lắng lại trong bể lắng và giữ lại hoàn toàn trong bể lọc.

Không có oxy hòa tan:

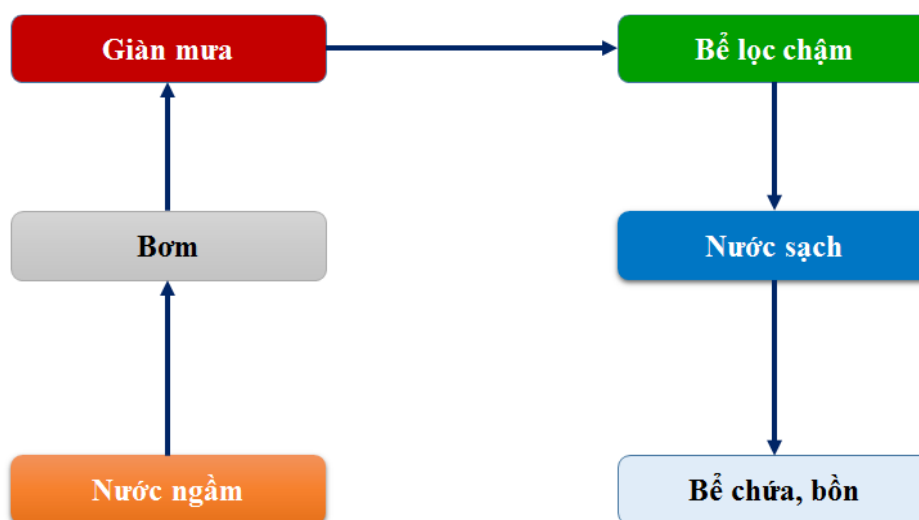


Sắt được khử đi dưới dạng FeCO_3 chứ không phải hydroxyt sắt.

PHẦN 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 Tính toán, thiết kế mô hình khử sắt

3.1.1 Sơ đồ mô hình khử sắt



Hình 3.1 Sơ đồ mô hình khử sắt

3.1.2 Nguyên lý

Nước ngầm được bơm lên từ giếng khoan hay giếng đào đưa vào bể chứa sau đó nước từ bể chứa được bơm lên làm thoáng bằng giàn mưa, với mục đích chính là khử CO_2 , hòa tan oxy không khí vào nước để oxy hóa Fe^{2+} thành Fe^{3+} và có cả Mn^{2+} thành Mn^{4+} (nếu có) để dễ dàng kết tủa, dễ dàng lắng đọng để khử ra khỏi nước nâng cao năng suất của các công trình lắng lọc.

Nước từ giàn mưa được dẫn vào bể lọc chứa các vật liệu lọc gồm cát thạch anh, filox, than hoạt tính và sỏi đỡ, các hạt cặn lơ lửng có khả năng lắng lắng xuống được lắng lại, không chỉ giữ lại các hạt cặn lơ lửng trong nước có kích thước lớn hơn kích thước các lỗ rỗng tạo ra giữa các hạt lọc mà còn giữ lại keo sắt, keo hữu cơ gây độ đục, độ màu.

Nước qua bể lọc được đưa vào bể chứa lưu trữ để sử dụng.

3.1.3 Điều kiện áp dụng

Tổng hàm lượng sắt $\leq 10 \text{ mg/l}$

Độ màu của nước khi chưa tiếp xúc với không khí < 150

Hàm lượng $\text{H}_2\text{S} < 0,5 \text{ mg/l}$

$\text{pH} \geq 7$

Bảng 3.1: Thông số kỹ thuật của mô hình khử sắt

STT	Tên công trình	Mô tả
1	Thùng chứa nước	25 lít
2	Bể chứa nước đầu vào	Dài x Rộng x Cao = 0,5 x 0,45 x 1 m
3	Bể lọc	Làm bằng kính, độ dày 8mm, Dài x Rộng x Cao = 0,5 x 0,5 x 1,5 m
4	Giàn mưa	Khung được làm nhôm và được lắp ống nhựa PVC Ø21, khoảng cách giữa các ống với nhau là 200 mm , các ống đều được đục lỗ nhỏ khoảng cách giữa các

STT	Tên công trình	Mô tả
		lỗ với nhau là 20 mm.
5	Bơm nước	Bơm áp lực nước mini
6	Hệ thống ống nối	Ống nhựa PVC Ø21 Ống nhựa dẻo Ø12

3.2 Chế tạo lắp đặt mô hình khử sắt

3.2.1 Dàn mưa

3.2.1.1 Nhiệm vụ

Nhiệm vụ của giàn mưa là làm giàu oxy cho nước và khử khí CO₂ (70 - 85% lượng CO₂ trong nước ngầm), tăng DO lên 70 - 85% DO bão hòa và nâng pH.

Hòa tan O₂ từ không khí vào nước để oxy hóa Fe²⁺ thành Fe³⁺, Mn²⁺ thành Mn⁴⁺ dễ dàng kết tủa, lắng đọng để khử ra khỏi nước bằng lắng và lọc.

Khử khí CO₂, H₂S có trong nước, làm tăng PH của nước, tạo điều kiện thuận lợi và đẩy nhanh quá trình oxy hóa và thủy phân sắt, magiê, nâng cao công suất của các công trình lắng, lọc. Tăng lượng O₂ hòa tan trong nước, nâng cao thể oxy hóa khử của nước để thực hiện dễ dàng các quá trình oxy hóa.

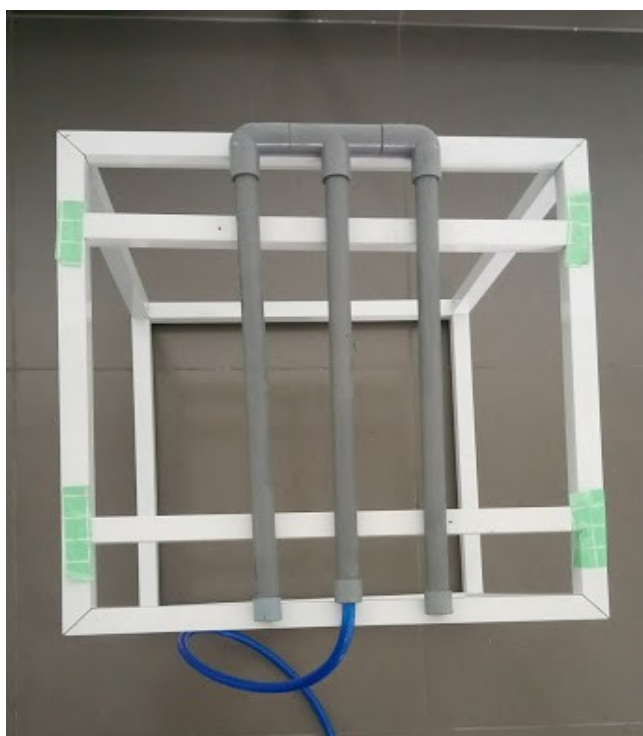
3.2.1.2 Cấu tạo

Cấu tạo giàn mưa gồm hệ thống phân phối nước được làm bằng ống nhựa PVC phi 21 gồm có 3 ống nhánh dài 500 mm khoảng cách giữa các ống là 600 mm, mỗi ống được đục lỗ đường kính 1mm và cách nhau 20 mm gồm 12 lỗ trên mỗi ống.



Hình 3.2 Giàn mưa.

Các ống nhánh được nối với ống nhựa dẻo đường kính 12mm và ống này được lắp vào đầu ra của máy bơm như hình 3.2.



Hình 3.3 Giàn mưa

Khoảng cách từ bề mặt lớp vật liệu trên cùng đến giàn mưa: $H = 1,46 \text{ m}$

Lưu lượng nước đầu ra từ giàn mưa

$$Q_b = 4.9 \text{ L/phút}$$

$$Q_g = 3.66 \text{ L/phút}$$

Trong đó:

Q_b Là lưu lượng tối đa của máy bơm

Q_g Là lưu lượng nước đầu ra qua giàn mưa

3.2.2 Bể lọc chậm

3.2.2.1 Nhiệm vụ

Lọc là quá trình không chỉ giữ lại các hạt cặn lơ lửng trong nước có kích thước lớn hơn kích thước lỗ rỗng tạo ra giữa các hạt lọc mà còn giữ lại hạt keo sắt, keo hữu cơ gây độc độ đục màu. Bể lọc thường được dùng để lọc một phần hay toàn bộ cặn bẩn có trong nước tùy thuộc vào yêu cầu đối với chất lượng nước.

3.2.2.2 Cấu tạo và tính toán thiết kế bể

Bể lọc có kích thước Dài x Rộng x Chiều cao = 50 x 50 x 150 cm như hình 3.4



Hình 3.4 Mô hình khử sắt trong nước phèn

Độ dày của kính là 8 mm

Thể tích bể lọc = $L \times B \times H = 0,42 \times 0,42 \times 1,50 = 0,2646 \text{ m}^3$

Các lớp vật liệu chứa trong bể lọc được trình bày trong bảng 5.2.

Bảng 3.2: Các lớp vật liệu trong bể lọc

STT	Tên lớp vật liệu lọc và lớp đỡ	Cỡ hạt của vật liệu (mm)	Độ dày của lớp vật liệu (mm)
1	Cát thạch anh	0,4 – 0,8	140
2	Filox	0,9 - 1,2	60
3	Than hoạt tính	1,68-3,36	40
4	Sỏi đỡ	5 – 10	300
		Tổng cộng	540

Công thức tính diện tích bể lọc chậm:

$$F = \frac{Q}{v} ; \text{m}^2 \quad (2)$$

Trong đó:

Q_b là lưu lượng nước từ giàn mưa (m^3/h)

v là tốc độ lọc (m/h).

Chọn diện tích bể lọc chậm $F = 0,4392 \text{ m}^2$

Chọn lưu lượng nước xử lý $Q = 0,01062 \text{ m}^3/\text{h}$

Suy ra tốc độ lọc: $v = \frac{Q}{F} = \frac{0,01062}{0,4392} = 0,024 \text{ m}/\text{h}$ (đối với bể lọc chậm $v < 0,5 \text{ m}/\text{h}$).

Tốc độ lọc có thể lấy theo hàm lượng cặn của nguồn nước dựa vào bảng 5.2.

Bảng 3.3 Tốc độ lọc trong bể lọc chậm

Hàm lượng cặn của nước nguồn vào bể (mg/l)	Tốc độ lọc (m/h)	
	Khi bể làm việc bình thường (v)	Khi bể làm việc tăng cường (v_{tc})
0 – 25	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5
> 25	0,2 - 0,3	0,3 - 0,4
Xử lý nước ngầm	0,5	0,6

Chiều cao toàn phần của bể lọc: $H = h_c + h_f + h_t + h_s + h_n + h_p \quad (3)$

- h_c : chiều dày lớp cát
- h_f : chiều dày lớp vật liệu Filox
- h_t : chiều dày lớp than hoạt tính
- h_s : chiều dày lớp sỏi
- h_n : chiều cao lớp nước
- h_p : chiều cao dự phòng

$$h_c = 0,14 \text{ m}; h_f = 0,06 \text{ m}; h_t = 0,04 \text{ m}; h_s = 0,30 \text{ m}; h_n = 0,56 \text{ m}; h_p = 0,40 \text{ m}$$

$$H = 0,14 + 0,06 + 0,04 + 0,30 + 0,56 + 0,40 = 1,50 \text{ m}$$

3.2.3 Ưu điểm và nhược điểm của mô hình khử sắt

Ưu điểm:

- Chất lượng nước lọc tốt, hàm lượng Fe, kể cả Mn và Al rất thấp.
- Không sử dụng hóa chất.
- Đơn giản trong vận hành.
- Nước lọc có tính ăn mòn thấp
- Chu trình lọc tương đối dài.

Nhược điểm:

- Diện tích lớn do vận tốc lọc nhỏ nên khó cơ khí hóa và tự động hóa trong quá trình rửa lọc vì vậy mà quản lý thủ công nặng nhọc.

3.3 Thử nghiệm hiệu quả xử lý của mô hình và xác định các thông số tối ưu để mô hình hoạt động hiệu quả

3.3.1 Chỉ tiêu pH

Kết quả đo pH mẫu nước nhiễm phen sắt tại vị trí đã được định vị GPS thuộc huyện Nhà Bè được trình bày trong Bảng 3.4.

Bảng 3.4 Kết quả đo pH mẫu nước

Mẫu	pH
1	7,28
2	7,58
3	7,61
Trung bình	7.49



Hình 3.5 Ảnh chụp kết quả đo pH

Nhận xét:

Độ pH dao động từ 7,28 đến 7,61 chứng tỏ nguồn nước có pH nằm trong khoảng trung tính và nằm trong khoảng pH cho phép theo Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống – QCVN 01:2009/BYT là pH trong khoảng từ 6,5 – 8,5, Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt là từ 6,0 – 8,5.

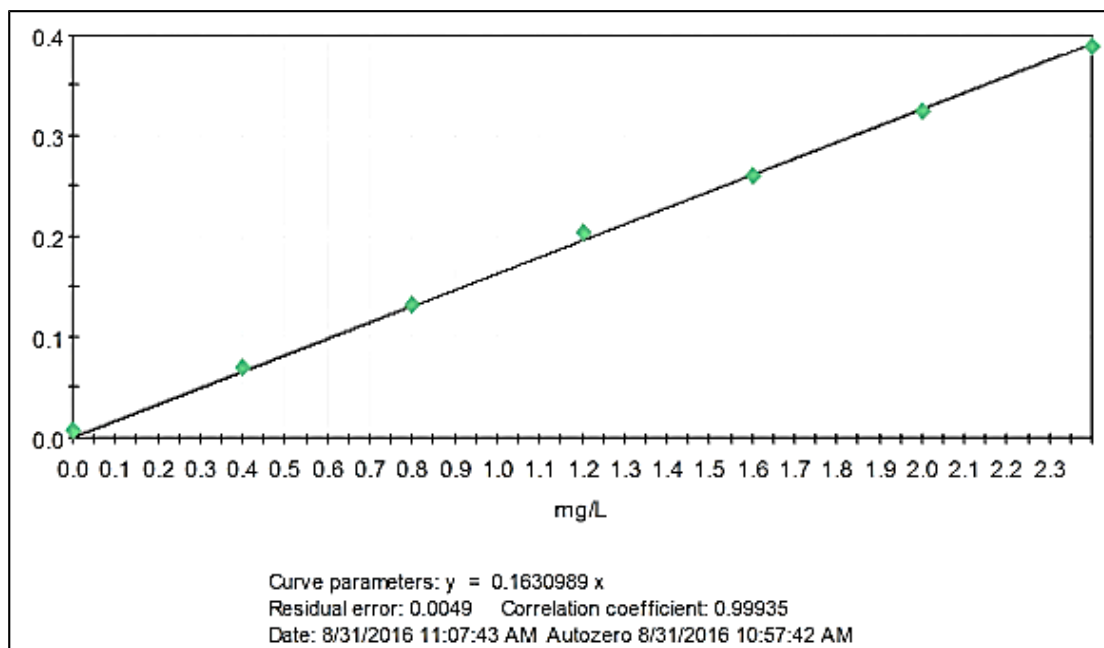
3.3.2 Xác định các thông số tối ưu

3.3.2.1 Phương trình đường chuẩn

Kết quả dựng phương trình đường chuẩn Fe được trình bày trong **Bảng 3.5**.

Bảng 3.5 Kết quả dựng đường chuẩn Fe

Mẫu	Abs	C (mg/ml)
1	0.007	0
2	0.070	0.4
3	0.132	0.8
4	0.204	1.2
5	0.261	1.6
6	0.324	2
7	0.388	2.4



Hình 3.6 Ảnh chụp phương trình đường chuẩn Fe

Phương trình đường chuẩn có dạng $y = 0.1630989 x$ với $R^2 = 0.99935$

3.3.2.2 Kết quả đo sắt tổng

Kết quả đo mẫu sắt chưa qua xử lý được trình bày trong bảng 3.6

Bảng 3.6 Kết quả đo mẫu nước nhiễm phèn sắt chưa qua xử lý

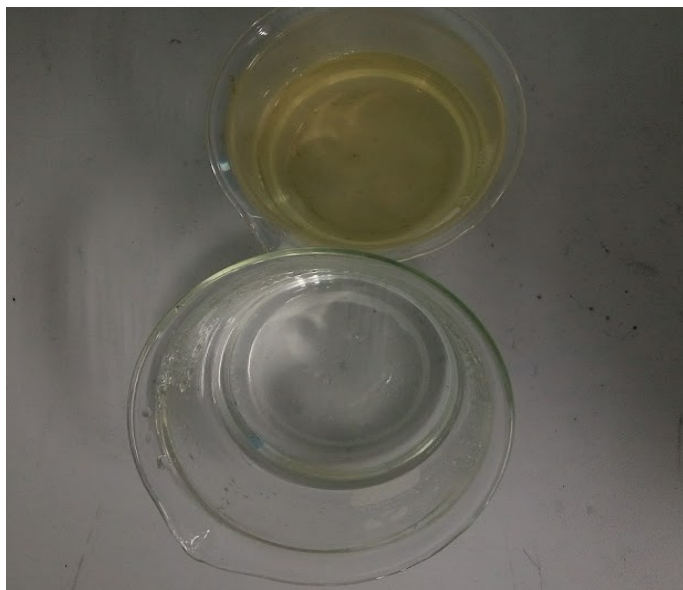
Mẫu	Nồng độ Sắt (mg/l)
1	3,8425
2	3,8731

Qua bảng 3.6 cho thấy nồng độ sắt khá cao vượt quá mức quy định đối với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống – QCVN 01:2009/BYT với nồng độ sắt có trong nước tối đa cho phép là 0,3 mg/l và vượt quá mức quy định Quy chuẩn Quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt - QCVN 02:2009/BYT với nồng độ sắt tối đa có trong nguồn nước là 0,5 mg/l.

Nguồn nước này không thích hợp với mục đích phục vụ sinh hoạt hằng ngày như tắm, rửa, giặt đồ, ăn uống... Mặc dù nguồn nước bị nhiễm phèn sắt không ảnh hưởng đến sức khỏe cho người sử dụng tuy nhiên trong quá trình sử dụng sẽ ảnh hưởng đến cuộc sống hằng ngày như làm ố vàng quần áo khi giặt, có mùi tanh khó chịu, có nhiều cặn lơ lửng, có màu vàng cam gây mất cảm quan về màu sắc như hình 3.6, hình 3.7, hình 3.8 và hình 3.9.



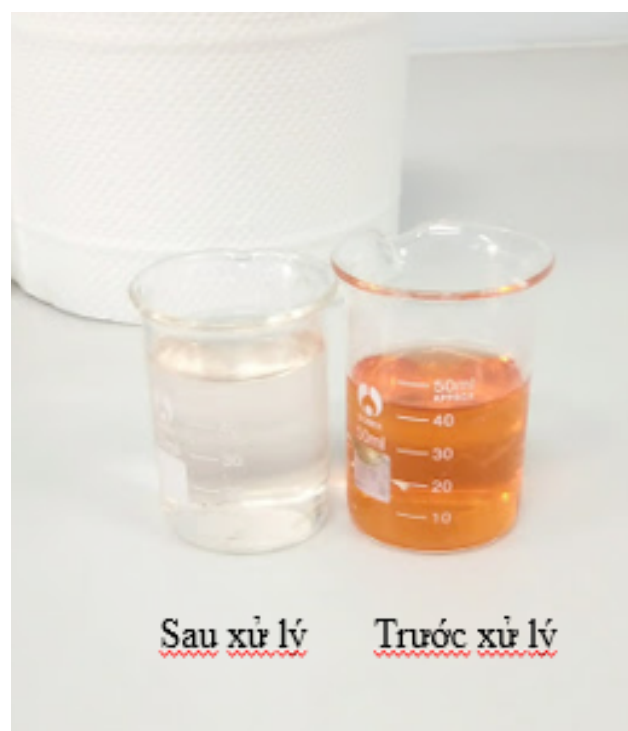
Hình 3.7 Ảnh chụp mẫu nước nhiễm phèn tại hiện trường lấy mẫu



Hình 3.8 Ảnh chụp đối chiếu nước sạch với nước nhiễm phèn sắt



Hình 3.9 Ảnh chụp đối chiếu nước sạch với nước bị nhiễm phèn sắt



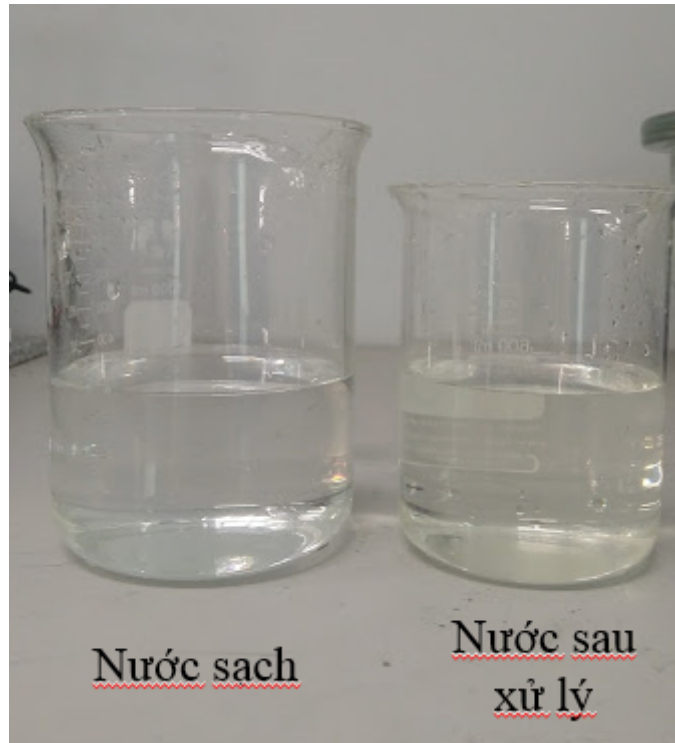
Hình 3.10 Ảnh chụp mẫu đã cho chất chỉ thị màu trước khi đo quang

Bảng 3.7 Kết quả đo mẫu nước đã qua xử lý bằng mô hình khử sắt

Mẫu	Tốc độ lọc (l/phút)	Thời gian lưu nước (phút)	Nồng độ Sắt (mg/l)	Hiệu quả xử lý (%)
1	0,177	0	0,5984	84,55
2	0,177	10	0,3550	90,83
3	0,177	20	0,2992	92,27
4	0,177	30	0,2538	93,44
5	0,177	100	0,2113	94,54

Sau khi nguồn nước được xử lý bằng giàn mưa thông qua phương pháp làm thoáng và kết hợp với quá trình lọc thông qua bể lọc chậm với các lớp vật liệu cát thạch anh, Filox, than hoạt tính bằng gáo dừa và sỏi thì nồng độ sắt có trong mẫu nước có khuynh hướng giảm dần theo thời gian lưu nước trong bể.

Với thời gian lưu nước trong bể là 30 phút, mẫu nước sau khi xử lý có nồng độ sắt giảm xuống từ 3,8731 mg/l xuống còn 0,2538 mg/l nhỏ hơn so với QCVN 01:2009/BYT và QCVN 02:2009/BYT, có thể sử dụng cho nhu cầu ăn uống, sinh hoạt, sản xuất,...



Hình 3.11 Ảnh chụp so sánh giữa nước sạch và nước sau xử lý

Về màu sắc giữa nước sạch dùng trong ăn uống với nước nhiễm phen sắt đã qua xử lý thông qua mô hình khử sắt chênh lệch là không đáng kể. Và chất lượng nước nhiễm phen sau khi xử lý vẫn đảm bảo chất lượng cho người sử dụng, nồng độ sắt vẫn nằm trong khoảng cho phép về chất lượng nước cho sinh hoạt cũng như chất lượng nước phục vụ trong ăn uống.

Một yếu tố không thể thiếu để chất lượng nước sau xử lý được tốt hơn đó là tốc độ lọc, qua khảo sát cho thấy tốc độ lọc cũng ảnh hưởng đến quá trình lọc nước được trình bày trong bảng 3.8

Bảng 3.8 Kết quả khảo sát tốc độ lọc của bể lọc chậm

Mẫu	Tốc độ lọc (m/h)	Lưu lượng van xả nước đầu ra (l/h)	Nồng độ sắt (mg/l)
1	0,068	12	0,8345
2	0,054	9,6	0,5984

Mẫu	Tốc độ lọc (m/h)	Lưu lượng van xả nước đầu ra (l/h)	Nồng độ sắt (mg/l)
3	0,051	9	0,1895

Qua bảng 3.8 cho thấy tốc độ lọc càng chậm, thời gian tiếp xúc của nước với lớp vật càng lâu thì nước đầu ra cho chất lượng tốt hơn, cụ thể là với tốc độ lọc là 0,068 m/h cho nồng độ sắt sau xử lý là 0,8345 mg/l còn với tốc độ lọc là 0,051 m/h thì nồng độ sắt giảm xuống chỉ còn 0,1895 mg/l nhỏ hơn so với quy định trong QCVN 01:2009/BYT và QCVN 02:2009/BYT.

Kết quả xử lý phen sắt trong các mẫu nước giếng tại các gia đình khác nhau trong điều kiện thời gian lưu là 30 phút, tốc độ lọc là 0,05 m/h ta được bảng sau:

Bảng 3.9 Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý các mẫu nước khác nhau

Mẫu	Vị trí	Nồng độ Sắt trước xử lý (mg/l)	Nồng độ Sắt sau xử lý (mg/l)	Hiệu quả xử lý (%)
1	81/2 Đường Số 1, Long Thới, Nhà Bè, TP.HCM	3,8425	0,1923	94,99%
2	5/11 Hẻm 2020 Thị trấn Nhà Bè, Nhà Bè, TP.HCM	3,8731	0,1895	95,11%
3	274/13/5 Nguyễn Văn Tạo, Nhà Bè, TP.HCM	3,9453	0,2456	93,77%
4	25 Ấp 2, Long Thới, Nhà Bè, TP.HCM	3,7841	0,1834	95,15%
5	41/5 Đường số 1, Long Thới, Nhà Bè, TP.HCM	4,1174	0,2948	92,84%
6	411/5 Đường Nguyễn Bình, Nhơn Đức, Nhà Bè,	1,4502	0,1783	87,71%

Mẫu	Vị trí	Nồng độ Sắt trước xử lý (mg/l)	Nồng độ Sắt sau xử lý (mg/l)	Hiệu quả xử lý (%)
	TP.HCM			
7	Ấp 1, Phú Xuân, Nhà Bè, TP.HCM	3,7401	0,2611	93,02%
8	2295/25 Huỳnh Tấn Phát, Nhà Bè, TP.HCM	0,2109	0,1052	65,67%
9	Tổ 6, Ấp 3, Hiệp Phước, Nhà Bè, TP.HCM	3,1172	0,2795	91,03%
10	Liên ấp 3-4, Hiệp Phước, Nhà Bè, TP.HCM	2,1025	0,1563	92,57%

3.3.3. Đào tạo sinh viên

Mô hình học cụ được sử dụng để đào tạo sinh viên như sau:

- Phân tích môi trường: phân tích các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước cấp.
- Thử nghiệm phương pháp xử lý nước cấp: Phương pháp làm thoáng, phương pháp hấp phụ.
- Đánh giá chiều cao của lớp vật liệu hấp phụ đến khả năng khử sắt trong nước cấp.

PHẦN 4: KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

- Thiết kế và xây dựng mô hình khử sắt bằng phương pháp làm thoáng thông qua giàn mưa kết hợp với lọc qua lớp vật liệu lọc đã cho thấy hiệu quả xử lý của mô hình. Nồng độ sắt trước khi xử lý khá cao là 3,8731 mg/l nhưng sau khi đưa vào chạy mô hình với tốc độ lọc tối ưu là 0,051 m/h thì nồng độ sắt sau xử lý giảm xuống còn 0,1895 mg/l < 0,3 mg/l trong QCVN 01:2009/BYT – Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước ăn uống, nhỏ hơn 0,5 mg/l so với QCVN 02:2009/BYT – Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt.
- Giàn mưa có tác dụng làm giàu oxy cho nước và khử khí CO₂ (70 - 85% lượng CO₂ trong nước ngầm), tăng DO lên 70 - 85% DO bão hòa và nâng pH. Hòa tan O₂ từ không khí vào nước để oxy hóa Fe²⁺ thành Fe³⁺, Mn²⁺ thành Mn⁴⁺ dễ dàng kết tủa, lắng đọng để khử ra khỏi nước bằng vật liệu lắng và lọc, vật liệu lọc Filox cũng góp phần đáng kể cho quá trình khử sắt khỏi nguồn nước.
- Thử nghiệm hiệu quả xử lý của mô hình

4.2. Kiến nghị

- Mô hình học cụ hệ thống khử sắt trong xử lý nước cấp được sử dụng trong công tác giảng dạy, học tập, giúp sinh viên dễ dàng thực hành, có thể quan sát trực quan quá trình khử sắt, được lắp đặt trên giá di động để thuận lợi trong quá trình giảng dạy tại những vị trí khác nhau
- Công nghệ xử lý có thể được dùng để xử lý nước giếng bị nhiễm phen sắt tại các hộ gia đình với công suất khoảng 1m³/ngày.đêm nếu tăng thể tích mô hình, tốc độ lọc là 0,05 m/h.

- Nên xây dựng nhiều mô hình học cụ để xử lý các chỉ tiêu ô nhiễm khác nhau nhằm phục vụ công tác giảng dạy, học tập, nghiên cứu khoa học cũng như ứng dụng vào thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Đào Xuân Học, Hoàng Thái Đại, *Sử dụng và cải tạo đất phèn, đất mặn*, Trường Đại học Thủy Lợi, 2005.
- [2]. Trịnh Xuân Lai, *Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp*, NXB Xây dựng Hà Nội, 2004.
- [3]. Trịnh Xuân Lai, *Tính toán các công trình xử lý và phân phối nước cấp*, NXB Xây dựng Hà Nội, 2008.
- [4]. Nguyễn Thanh Sơn, *Đánh giá tài nguyên nước Việt Nam*, giáo trình trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM, 2005.
- [5]. Lâm Minh Triết, *Kỹ thuật môi trường*, NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2015.
- [6]. Lâm Minh Triết, Diệp Ngọc Sương, *Các phương pháp phân tích kim loại trong nước và nước thải*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Tp Hồ Chí Minh, 2000.
- [7]. Cao Nhật Quang, *Nghiên cứu sản xuất Silicagel làm vật liệu hấp phụ*, đề tài nghiên cứu cấp bộ 7606, 2009.
- [8]. Yaohui Bai, Yangyang Chang, Jinsong Liang, Chen Chen, Jiuhui Qu, *Treatment of groundwater containing Mn(II), Fe(II), As(III) and Sb(III) by bioaugmented quartz-sand filters*, Water Research, Volume 106, 2016.
- [9]. Véronique E. Oldham, Megan T.Miler, Laramie T. Jensen, George W. Luther III, *Revisiting Mn and Fe removal in humic rich estuaries*, Geochimica et Cosmochimica Acta, Volume 209, 2017.