

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian làm đề án tốt nghiệp, em đã nhận được nhiều sự giúp đỡ, đóng góp ý kiến và chỉ bảo nhiệt tình của thầy cô, gia đình và bạn bè.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến **Th.s Phạm Thị Mai Vân**, giảng viên Bộ môn Kỹ Thuật Môi Trường - trường ĐHDL Hải Phòng người đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo em trong suốt quá trình làm khoá luận.

Em cũng xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo trong trường ĐHDL Hải Phòng nói chung, các thầy cô trong Bộ môn Kỹ Thuật Môi Trường nói riêng đã dạy dỗ cho em kiến thức về các môn đại cương cũng như các môn chuyên ngành, giúp em có được cơ sở lý thuyết vững vàng và tạo điều kiện giúp đỡ em trong suốt quá trình học tập.

Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn gia đình và bạn bè, đã luôn tạo điều kiện, quan tâm, giúp đỡ, động viên em trong suốt quá trình học tập và hoàn thành khoá luận tốt nghiệp.

Hải Phòng, ngày 10 tháng 6 năm 2013

Sinh Viên Thực Hiện

Nguyễn Thị Hằng Nga

MUC LUC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	2
1.1. Tổng quan về nước ngầm	2
1.1.1. Nguồn nước ngầm.....	2
1.1.2 Thành phần đặc trưng chính của nước ngầm	5
1.2. Sự ảnh hưởng của một số thành phần trong nước ngầm tới sinh hoạt và sức khỏe con người	6
1.3. Một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước ngầm	7
1.4. Một số phương pháp xử lý Fe, Mn trong nước ngầm	12
1.5. Hiện trạng ô nhiễm nước ngầm ở Việt Nam.....	21
CHƯƠNG 2: ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	24
2.1. Đối tượng nghiên cứu.....	24
2.2. Nội dung nghiên cứu	24
2.3. Phương pháp nghiên cứu.....	24
2.3.1 Phương pháp lấy mẫu và bảo quản	24
2.3.2 Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm.....	24
2.3.2.1 <i>Phương pháp xác định Fe</i>	<i>24</i>
2.3.2.2 <i>Phương pháp xác định Mn</i>	<i>27</i>
2.3.3.3 <i>Phương pháp xác định SS</i>	<i>29</i>
2.3.3.4 <i>Phương pháp xác định độ đục.....</i>	<i>29</i>
2.3.3 Mô hình nghiên cứu	30
2.3.4 Phương pháp thống kê và xử lý số liệu.....	33
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	34

3.2. Khảo sát hiệu quả xử lý Fe, Mn, độ đục, SS bằng hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ theo thời gian lưu	35
3.3. Khảo sát hiệu quả xử lý Fe, Mn, độ đục, SS bằng hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ theo mật độ cây	37
3.4. Khảo sát hiệu quả xử lý Fe, Mn, độ đục, SS bằng hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ theo lưu lượng đầu vào.	40
3.5. Khảo sát hiệu quả xử lý một số thông trong nước giếng khoan của hệ thống xử lý với các điều kiện tối ưu.....	41
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	44
4.1 Kết luận	44
4.2 Kiến nghị.....	45
TÀI LIỆU THAM KHẢO	46

DANH MỤC CÁC KÍ TỰ VIẾT TẮT

STT	Kí hiệu	Ý nghĩa
1	BTNMT	Bộ tài nguyên môi trường
2	SS	Chất rắn lơ lửng
3	QCVN/BYT	Quy chuẩn Việt Nam/ Bộ y tế
4	QCCP	Quy chuẩn cho phép
5	STT	Số thứ tự
6	TN&MT	Tài nguyên và môi trường
7	DS	Chất rắn hòa tan
8	DO	Hàm lượng oxy hòa tan
9	TVS	Chất rắn bay hơi
10	TS	Hàm lượng chất rắn

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1: Kết quả xây dựng đường chuẩn sắt	25
Bảng 2.2: Kết quả xây dựng đường chuẩn mangan	27
Bảng 3.1: Kết quả khảo sát một số tính chất của nước giếng khoan tại điểm lấy mẫu	34
Bảng 3.2: Kết quả khảo sát xử lý một số thông số trong nước giếng khoan theo thời gian lưu chỉ qua lọc cát	35
Bảng 3.3: Kết quả khảo sát xử lý một số thông số trong nước giếng khoan theo thời gian lưu qua lọc cát có kết hợp dương xỉ.....	36
Bảng 3.4: Kết quả khảo sát xử lý một số thông số trong nước giếng khoan theo số cây trồng	38
Bảng 3.5: Kết quả khảo sát xử lý một số thông số trong nước giếng khoan của hệ thống lọc cát có kết hợp dương xỉ theo lưu lượng đầu vào.....	40
Bảng 3.6: Kết quả quá trình xử lý một số thông số trong nước giếng khoan tại bề thực có hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ.....	42

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1: Hình vẽ hệ thống bể lọc	30
Hình 2.2: Ảnh hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ.....	31
Hình 2.3: Ảnh ô thoáng bể chứa nước	35
Hình 2.4: Ảnh bể lọc cát trồng dương xỉ	31
Hình 2.5: Ảnh đường ống bơm nước từ dưới đất lên bể lọc.....	32
Hình 2.6: Ảnh nước lọc cung cấp nước cho bể chứa nước sinh hoạt phía dưới.	33
Hình 3.1: Hiệu suất xử lý một số thông số trong nước giếng khoan của hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ thời gian lưu 40 phút.....	36
Hình 3.2: Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số của nước giếng khoan của hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ theo mật độ cây.....	38
Hình 3.3: Kết quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan của hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ với các lưu lượng	40

MỞ ĐẦU

“ *Ở đâu có nước, ở đó có sự sống* ”. Nhưng thực tế hiện nay, nguồn nước đang bị ô nhiễm nghiêm trọng do việc xả thải bừa bãi, khai thác quá mức nguồn nước của con người. Hậu quả là nguồn nước mặt và nguồn nước ngầm bị ô nhiễm nặng nề. Môi trường nước bị ô nhiễm bởi nhiều nguyên nhân khác nhau một trong các nguyên nhân gây ô nhiễm đó là kim loại nặng. Trừ một số kim loại nặng ở dạng vi lượng cần thiết cho sự sống, còn phần lớn thì chúng là tác nhân gây độc cho cơ thể.

Ở Việt Nam cũng như trên thế giới, phổ biến hiện nay là các cơ quan, xí nghiệp, nhà trường, các hộ gia đình ở ngoại thành, xa trung tâm thành phố... thường dùng nước trong sinh hoạt và sản xuất là nguồn nước ngầm khai thác từ các nước giếng khoan, hay qua các giếng khơi.

Tuy nhiên trở ngại cho việc dùng nước giếng thường bị nhiễm các hợp chất của kim loại nặng ở dạng hòa tan như $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$... gây mất mỹ quan, tắc đường ống dẫn, làm bẩn các thiết bị và ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Mặc dù đã có nhiều công trình nghiên cứu, chế tạo thiết bị xử lý nước ngầm nhưng vì nhiều lý do như kinh phí, thiết bị phức tạp, thay thế thiết bị khó khăn... nên những thiết bị này không được phổ biến đối với đa phần các hộ gia đình dùng nước giếng. Với mục đích nghiên cứu phương pháp xử lý mới với chi phí thấp, phù hợp với điều kiện kinh tế, đạt hiệu quả cao, tiện dụng cho người dân, nên đề tài: “ *nghiên cứu xử lý Fe, Mn trong nước giếng khoan bằng bể lọc kết hợp trồng cây dương xỉ*” được chọn cho quá trình nghiên cứu.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1 Tổng quan về nước ngầm [1],[2]:

1.1.1. Nguồn nước ngầm

Nước ngầm là nước ở thể lỏng chứa đầy trong các lỗ hổng của đất và nham thạch tạo nên lớp vỏ quả đất. Nguồn nước ngầm hình thành nằm trong vòng tuần hoàn của nước. Đây là lượng nước ta không thể nhìn thấy được. Trong vòng tuần hoàn quá trình mưa đưa nước trở lại mặt đất thì một phần lượng mưa rơi trên mặt đất và thấm vào trong đất trở thành nước ngầm. Lượng nước này do không thể ngấm qua tầng đá mẹ nên nước sẽ tập trung ở bề mặt lớp đá này. Tùy từng kiến tạo địa chất mà tập trung hình thành các dạng khác nhau trong các túi, khoang trống trong đất. Sau khi đầy các khoang, nước sẽ bắt đầu di chuyển và liên kết các khoang, các túi với nhau, dần dần hình thành mạch nước ngầm lớn nhỏ. Các mạch nước này sẽ hướng dần ra các vùng sông, suối cung cấp một phần nước cho chúng. Tuy nhiên việc hình thành nước ngầm còn phụ thuộc vào lượng nước ngấm xuống, lượng mưa của vùng đó, khả năng trữ nước của đất.

Khi nghiên cứu nước ngầm thì thành phần hóa học của nước ngầm là không thể bỏ qua. Một số nghiên cứu về đặc điểm chung của quá trình hình thành thành phần hóa học của nước ngầm:

- Đặc điểm thứ nhất:

Nước ngầm tiếp xúc trực tiếp hoàn toàn với đất và nham thạch. Nước ngầm có thể là các màng mỏng bao phủ các phần tử nhỏ bé giữa các hạt đất, nham thạch, là chất lỏng được chứa đầy trong các ống mao dẫn nhỏ bé giữa các hạt đất, đá, nước ngầm có thể tạo ra các tia nước nhỏ trong các tầng ngấm nước, thậm chí nó có thể tạo ra khối nước ngầm rất dày trong các tầng đất đá, nham thạch.

Thời gian tiếp xúc của nước ngầm với đất và nham thạch lại rất dài nên tạo điều kiện cho các chất trong đất và nham thạch tan trong nước ngầm. Như vậy thành phần hóa học của nước ngầm chủ yếu phụ thuộc vào thành phần hóa học của các tầng đất, nham thạch chứa nó.

- Đặc điểm thứ hai:

Các loại đất, nham thạch của vỏ trái đất chia thành các tầng lớp khác nhau. Mỗi tầng lớp đó có thành phần hóa học khác nhau. Giữa các tầng, lớp đất, nham thạch thường có các lớp không thấm nước. Vì vậy nước ngầm cũng được chia thành các tầng, lớp khác nhau và thành phần hóa học của các tầng lớp đó cũng khác nhau.

- Đặc điểm thứ ba:

Ảnh hưởng của khí hậu đối với nước ngầm không đồng đều.

Nước ngầm ở tầng trên cùng, sát mặt đất chịu ảnh hưởng của khí hậu. Các khí hòa tan trong tầng nước ngầm này do nước mưa, nước sông, nước hồ... mang đến. Thành phần hóa học của nước ngầm của tầng này chịu ảnh hưởng nhiều của khí hậu.

Trái lại, nước ngầm ở tầng sâu lại ít hoặc không chịu ảnh hưởng của khí hậu. Thành phần hóa học của nước ngầm thuộc tầng này chịu ảnh hưởng trực tiếp của thành phần hóa học tầng nham thạch chứa nó.

Căn cứ theo độ sâu của tầng nước ngầm mà người ta chia ra làm 3 tầng nước ngầm:

1) Nước tầng trên: Tầng nước này nằm trên mặt gốc xâm thực và do nước mặt thấm từ trên xuống. Nước trong tầng này giao lưu mạnh. Thành phần hóa học chịu ảnh hưởng của nguồn nước mặt, của thành phần hóa học của tầng đất chứa nó và của khí hậu.

2) Nước tầng giữa: Nước ở tầng này chậm giao lưu, ít chịu ảnh hưởng của khí hậu.

3) Nước tầng dưới: Nước ở tầng này không chịu ảnh hưởng của nước mặt đất nên không chịu ảnh hưởng của khí hậu.

- Đặc điểm thứ tư:

Thành phần của nước ngầm không những chịu ảnh hưởng về thành phần hóa học của tầng nham thạch chứa nó mà còn phụ thuộc vào tính chất vật lý của các tầng nham thạch đó.

Ở các tầng sâu khác nhau, nham thạch có nhiệt độ và áp suất khác nhau nên chứa trong các tầng nham thạch đó cũng có nhiệt độ và áp suất khác nhau.

Vì vậy nước ngầm ở các tầng rất sâu có thể có áp suất hàng ngày N/m^2 và nhiệt độ có thể lớn hơn $373^{\circ}K$.

- Đặc điểm thứ năm:

Nước ngầm ít chịu ảnh hưởng của sinh vật nhưng chịu ảnh hưởng nhiều của vi sinh vật.

Ở các tầng sâu đó không có oxy và ánh sáng nên vi sinh vật yếm khí hoạt động mạnh, chi phối nhiều đến thành phần hóa học của nước ngầm. Vì vậy thành phần hóa học của nước ngầm chứa nhiều chất có nguồn gốc vi sinh vật.

Tất cả 5 đặc điểm trên đã góp phần quyết định tính chất và thành phần của nước ngầm. Qua đó chúng ta thấy những đặc điểm cơ bản của thành phần hóa học của nước ngầm là:

1) Thành phần hóa học của nước ngầm rất phức tạp. Nó chịu ảnh hưởng của cả tính chất vật lý lẫn các thành phần hóa học của tầng đất, nham thạch chứa nó. Trong nước ngầm chứa tất cả các nguyên tố cấu tạo nên lớp vỏ trái đất, nhưng hàm lượng của các nguyên tố đó trong các tầng nước ngầm khác nhau là rất khác nhau.

2) Độ khoáng hóa của các loại nước ngầm cũng rất khác nhau.

3) Động thái thủy hóa của các lớp nước ngầm ở tầng sâu chưa được nghiên cứu nhiều. Thành phần hóa học của chúng thay đổi rất chậm, thường phải dựa theo niên đại của địa chất để dự đoán.

Nước ngầm chỉ chiếm 30.1% trong 0.9% lượng nước trên trái đất nhưng nó lại đóng vai trò rất quan trọng trong cuộc sống của động thực vật và con người trên trái đất. Theo tự nhiên nước ngầm sẽ tạo thành các dòng chảy ra sông, hồ và chảy ra biển, tuy nhiên con người hiện nay đã thực hiện lấy nước ngầm theo cách nhân tạo theo hình thức đào giếng khơi, giếng khoan và ống khoan của các nhà máy nước.

Đối với các hộ gia đình Việt Nam như hiện nay việc lấy nước ngầm thông qua đào giếng khơi và giếng khoan là phổ biến nhất. Nguồn nước giếng này rất quan trọng trong việc cung cấp nước sinh hoạt cho hàng ngày của người dân.

1.1.2 Thành phần đặc trưng chính của nước ngầm [5]

Thành phần đặc trưng của nước ngầm phụ thuộc vào thành phần hóa học của các tầng đất, nham thạch chứa nó, thành phần hóa học của nguồn nước mặt, khí hậu, thời tiết. Các loại đất, nham thạch của vỏ trái đất chia thành các tầng lớp khác nhau và có thành phần hóa học khác nhau. Tuy nhiên tất cả đều có những thành phần đặc trưng sau:

❖ Độ cứng của nước

Là đại lượng biểu thị cho hàm lượng các muối của canxi và magie có trong nước. Có thể phân biệt thành 3 loại độ cứng: độ cứng tạm thời, độ cứng vĩnh cửu và độ cứng hoàn toàn phần. Độ cứng tạm thời biểu thị tổng hàm lượng các muối cacbonat và bicarbonat của canxi và magie có trong nước. Độ cứng vĩnh cửu biểu thị tổng hàm lượng các muối còn lại của canxi và magie có trong nước. Độ cứng toàn phần là tổng của hai loại độ cứng trên.

❖ Độ pH của nước

Được đặc trưng bởi nồng độ ion H^+ trong nước ($pH = -\lg[H^+]$). Tính chất của nước được xác định theo các giá trị khác nhau của pH. Khi $pH = 7$ nước có tính trung tính, $pH < 7$ nước mang tính axit và khi $pH > 7$ nước có tính kiềm.

❖ Hàm lượng Fe

Sắt tồn tại trong nước dưới dạng sắt (II) hoặc sắt (III). Trong nước ngầm sắt thường tồn tại dưới dạng sắt (II) hòa tan của các muối bicarbonat, sunfat, clorua, đôi khi dưới dạng keo của axit humic hoặc keo silic. Khi tiếp xúc với oxi hoặc các chất oxy hóa, sắt (II) bị oxy hóa thành sắt (III) và kết tủa thành bông cặn $Fe(OH)_3$ có màu nâu đỏ. Nước ngầm thường có hàm lượng sắt cao, đôi khi lên tới 30mg/l hoặc có thể còn cao hơn nữa.

❖ Độ kiềm của nước

Có thể phân biệt thành độ kiềm toàn phần và riêng phần. Độ kiềm toàn phần bao gồm tổng hàm lượng các ion bicarbonat, hydroxit và anion của các muối của các axit yếu. Khi nước thiên nhiên có độ màu lớn, độ kiềm toàn phần sẽ bao

gồm cả độ kiềm do muối của các axit hữu cơ gây ra. Độ kiềm riêng phần còn được phân biệt: độ kiềm bicacbonat hay độ kiềm hydrat.

❖ **Hàm lượng Mn**

Mangan thường được gặp trong nước ngầm ở dạng mangan (II), nhưng với hàm lượng nhỏ hơn sắt rất nhiều. Tuy vậy với hàm lượng mangan > 0.05 mg/l đã gây ra các tác hại cho việc sử dụng và vận chuyển nước như sắt.

❖ **Các hợp chất chứa Nitơ**

Tồn tại trong nước thiên nhiên dưới dạng nitrit (HNO_2), nitrat (HNO_3) và amoniac (NH_3). Các hợp chất chứa nitơ có trong nước chứng tỏ nước đã bị nhiễm bẩn bởi nước sinh hoạt. Khi mới bị nhiễm bẩn trong nước có cả nitrit và amoniac. Sau một thời gian, amoniac và nitrit bị oxy hóa thành nitrat.

1.2. Sự ảnh hưởng của một số thành phần trong nước ngầm tới sinh hoạt và sức khỏe con người [1],[4]

Nước không thể thiếu được trong đời sống của con người từ sinh hoạt cá nhân cho tới hoạt động sản xuất. Nhưng không phải nguồn nước nào cũng sử dụng được, tùy theo mục đích sử dụng khác nhau mà yêu cầu hàm lượng các chất trong nước phải khác nhau. Nhưng sự có mặt của các ion Fe và Mn trong nước ngầm vẫn luôn ảnh hưởng lớn trong quá trình sử dụng nước dù mục đích sử dụng là gì. Nên loại bỏ ion Fe và Mn là ưu tiên hàng đầu cho quá trình xử lý nước ngầm.

Khi sắt có hàm lượng lớn hơn 0.5 mg/l, nước sẽ có mùi tanh khó chịu, làm vàng quần áo khi giặt và dụng cụ trong gia đình, làm hư sản phẩm của ngành dệt, giấy, phim ảnh, đồ hộp ... Nồng độ $1-3$ mg/l trong nước yếm khí có thể chấp nhận được cho một mức sinh hoạt về phương diện độc hại. Tuy vậy, về cảm quan thì yêu cầu nồng độ thấp hơn. Tiêu chuẩn giới hạn cho phép của Việt Nam là 0.3 mg/l.

Với mangan khi vượt quá yêu cầu vi lượng mà cơ thể động vật và con người cần thiết trong một ngày sẽ ảnh hưởng lớn tới cơ thể như gây độc cho thần kinh, gây bệnh về phổi, ung thư. Mangan trong nước thường tồn tại ở dạng muối tan

của clorua, sunfat, nitrat. Trong quá trình sử dụng nước có chứa hàm lượng mangan cao hơn 1.5 mg/l để sản xuất và sinh hoạt sẽ gây cản trở do tạo màu, mùi khó chịu, làm ố bẩn quần áo, dụng cụ sinh hoạt, kết tủa dưới dạng hydroxit đóng cặn đường ống. Tiêu chuẩn nước uống và nước sạch đều quy định nồng độ dưới 0.5 mg/l.

Độ đục của nước là thước đo hiện tượng đục của nước. Độ đục là do các chất rắn khuấy đục bởi hoạt động của các sinh vật phù du hoặc hoạt động của con người tác động tới đất, nước. Độ đục gây ảnh hưởng rất lớn tới việc sử dụng nước, làm tăng nguy cơ các bệnh tiêu hóa, gây mất hồng màu vải giặt bằng nước, thực phẩm hồng màu và mùi. Nước có độ đục cao thể hiện sự nhiễm bẩn của nước bởi những chất hòa tan hay lơ lửng không cần thiết như là kết tủa của Fe, Mn hay sự có mặt chất hữu cơ... khiến nước không thể sử dụng trong sinh hoạt và tắc hệ thống lọc, nhất là hệ thống dùng màng lọc.

Hàm lượng chất rắn lơ lửng gây đóng cặn trong các nồi đun. Hồng thực phẩm, gây mất vệ sinh trong sinh hoạt, hồng màu vải, đóng cặn trong các bể chứa nước, tắc ống dẫn nước và gây mất mỹ quan nguồn nước.

Nước có độ cứng cao gây trở ngại cho sinh hoạt và sản xuất: giặt quần áo tốn xà phòng, nấu thức ăn lâu chín, gây đóng cặn nồi hơi, giảm chất lượng sản phẩm...

Nước nguồn có độ pH thấp sẽ gây khó khăn cho quá trình xử lý nước.

Độ kiềm của nước ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ và hiệu quả xử lý nước. Vì thế trong trường hợp nước nguồn có độ kiềm thấp, cần phải bổ sung hóa chất để kiềm hóa nước.

1.3. Một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước ngầm [6]

Để đánh giá chất lượng nước ngầm, người ta đưa ra các chỉ tiêu về chất lượng ngầm bao gồm: chỉ tiêu vật lý, chỉ tiêu hóa học và chỉ tiêu vi sinh.

a. *Các chỉ tiêu vật lý:*

❖ ***Độ đục***

Nước nguyên chất là một môi trường trong suốt và có khả năng truyền ánh sáng tốt, nhưng khi trong nước có tạp chất huyền phù, cặn rắn lơ lửng, các vi sinh vật và cả các hóa chất hòa tan thì khả năng truyền ánh sáng của nước giảm đi. Dựa trên nguyên tắc đó mà người ta xác định độ đục của nước. Nước có độ đục cao là nước chứa nhiều tạp chất do đó khả năng truyền ánh sáng của nước giảm. Có nhiều phương pháp xác định độ đục của nước nên kết quả thường được biểu thị bằng những kết quả khác nhau. Ví dụ: Đơn vị JTU (Jackson Turbidity Unit) là đơn vị độ đục khi đo bằng ống đo độ đục Jackson. Khi dùng máy đo độ đục Nephel (Nephelometer) ta lại có đơn vị độ đục FTU hay đơn vị độ đục so sánh với dung dịch tiêu chuẩn (dùng khi độ đục bằng 5 đến 100 đơn vị).

❖ ***Độ màu***

Nước nguyên chất không màu, nước có màu là do các chất bẩn hòa tan trong nước tạo nên. Ví dụ các hợp chất sắt không hòa tan làm cho nước có màu đỏ nâu, các chất mùn Humic làm cho nước có màu vàng, các loài thủy sinh làm cho nước có màu xanh lá cây... Nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp thường tạo ra màu xám hoặc đen cho nguồn nước tiếp nhận. Các phương pháp xác định độ màu có thể so sánh với dung dịch chuẩn Nessler, thường dùng dung dịch $K_2PtCl_6 + CaCl_2$; 1mg/l K_2PtCl_6 bằng một cường độ màu khác nhau, so sánh với màu của dung dịch chuẩn hoặc sử dụng các ống so màu.

❖ ***Nhiệt độ***

Nhiệt độ nước thay đổi theo mùa, chủ yếu ở nước mặt, nước ngầm ít thay đổi hơn (24 - 27°C). Nhiệt độ của nước có ảnh hưởng đến các quá trình hình thành và xử lý nước.

❖ ***Hàm lượng chất rắn***

Hàm lượng chất rắn trong nước gồm có chất rắn vô cơ (các muối hòa tan, chất rắn không tan như huyền phù, đất cát...) chất rắn hữu cơ (gồm các vi sinh vật, vi khuẩn, động vật nguyên sinh, tảo và các chất rắn hữu cơ vô sinh như phân

rác, chất thải công nghiệp...). Thông thường khi nói đến hàm lượng chất rắn, người ta đưa ra các khái niệm sau:

Tổng hàm lượng chất rắn TS (Total Solid): là trọng lượng khô tính bằng miligam của phần còn lại sau khi làm bay hơi 1lít mẫu nước trên nồi cách thủy rồi sấy khô ở 105°C tới khi có trọng lượng không đổi, đơn vị là mg/l.

Cặn lơ lửng SS (Suspended Solid): là trọng lượng khô tính bằng miligam của phần còn lại trên giấy lọc khi lọc 1 lít mẫu nước qua phễu, sấy khô ở 105°C tới khi có trọng lượng không đổi, đơn vị là mg/l.

Chất rắn hòa tan DS (Dissolved Solid): bằng hiệu giữa tổng lượng cặn lơ lửng TSS và cặn lơ lửng SS:

$$DS = TSS - SS$$

Chất rắn bay hơi TVS (Volatile Solid): là phần mất đi khi nung cặn lơ lửng SS ở 550°C trong thời gian nhất định. Phần mất đi là chất rắn bay hơi, phần còn lại là chất rắn không bay hơi.

b. *Các chỉ tiêu hóa học:*

❖ *Hàm lượng oxy hòa tan DO*

Oxy hòa tan trong nước phụ thuộc vào các yếu tố như: áp suất, nhiệt độ, đặc tính của nguồn nước bao gồm các thành phần hóa học, vi sinh, thủy sinh. Các nguồn nước mặt có bề mặt thoáng tiếp xúc trực tiếp với không khí nên thường có hàm lượng oxy hòa tan cao. Ngoài ra quá trình quang hợp và hô hấp của vi sinh vật trong nước cũng làm thay đổi lượng oxy hòa tan trong nước. Nước ngầm thường có hàm lượng oxy hòa tan thấp do các phản ứng oxy hóa khử xảy ra trong lòng đất đã tiêu thụ một phần oxy.

Oxy hòa tan trong nước không tác dụng với nước về hóa học. Khi nhiệt độ tăng, khả năng hòa tan oxy trong nước giảm. Hàm lượng oxy hòa tan trong nước tuân theo định luật Henry, trong nước ngọt ở điều kiện 1at và 0°C lượng oxy hòa tan đạt tới 14,2mg/l, ở 1at và 35°C giá trị oxy hòa tan chỉ còn 7mg/l. Thông thường nồng độ oxy hòa tan trong nước ở điều kiện tới hạn là 8mg/l.

❖ **Khí hidrosulfua H_2S**

Khí H_2S là sản phẩm của quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ, phân rác có trong nước thải. Khí H_2S làm cho nước có mùi trứng thối khó chịu. Với nồng độ cao khí H_2S mang tính ăn mòn vật liệu. Trong nước ngầm, sự hình thành H_2S chủ yếu do quá trình khử SO_4^{2-} thành H_2S (trong điều kiện yếm khí).

❖ **Các anion**

Trong nước ngầm chứa một lượng lớn các anion, một phần do các khí tác dụng với nước, một phần do sự hòa tan của các khoáng chất (trong đất) và do sự phân hủy của các hợp chất hữu cơ. Thường gặp nhất là Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , F^- , I^-

❖ **Các cation**

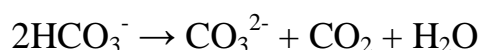
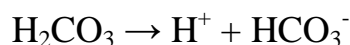
Các cation Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} thường gặp trong nước ngầm tạo nên độ cứng, độ màu ... Nguồn gốc của các cation trong nước ngầm do sự hòa tan của các khoáng chất.

❖ **Các hợp chất của nitơ**

Các hợp chất của nitơ có trong nước là kết quả của quá trình phân hủy hợp chất hữu cơ trong tự nhiên, trong các chất thải và các nguồn phân bón mà con người trực tiếp hay gián tiếp đưa vào nguồn nước. Các hợp chất này thường tồn tại ở dạng ammoniac, nitrit, nitrat và các dạng nguyên tố N_2 . Dựa vào việc tìm thấy các hợp chất của nitơ mà ta đánh giá được mức độ ô nhiễm của nước. Trong nước ngầm, do điều kiện không có oxi, vì vậy hợp chất nitơ tồn tại chủ yếu dưới dạng NH_4^+ .

❖ **Các hợp chất của axit cacbonic**

Độ ổn định của nước phụ thuộc vào trạng thái cân bằng giữa các dạng hợp chất của axit cacbonic. Axit cacbonic là một axit yếu, trong nước hợp chất này phân ly như sau:



Tương quan hàm lượng giữa CO_2 , HCO_3^- và CO_3^{2-} ở một nhiệt độ nhất định phụ thuộc vào nồng độ của ion H^+ , nghĩa là phụ thuộc vào độ pH của nước. Khi $\text{pH} \leq 4$, trong nước chỉ tồn tại CO_2 , khi $\text{pH} \leq 8,4$ trong nước có cả CO_2 và HCO_3^- , khi $\text{pH} \leq 8,4$ lượng CO_2 bị triệt tiêu và trong nước tồn tại cả HCO_3^- và CO_3^{2-} , khi $\text{pH} \geq 12$ trong nước chỉ tồn tại CO_3^{2-} .

c. Các chỉ tiêu vi sinh:

Trong nước thiên nhiên có nhiều loại vi trùng, siêu vi trùng, rong, tảo và các loại thủy sinh khác. Tuy nhiên trong nước ngầm chỉ thường tồn tại các vi trùng do sắt gây ra và các vi trùng gây bệnh khác do nguồn nước bị nhiễm bẩn như vi trùng gây bệnh lỵ, thương hàn, dịch tả, bại liệt... việc xác định sự có mặt của các loại vi trùng gây bệnh thường rất khó và mất nhiều thời gian do sự đa dạng về chủng loại. Vì vậy trong thực tế thường áp dụng phương pháp xác định chỉ số vi trùng đặc trưng. Nguồn gốc của vi trùng gây bệnh trong nước ngầm là các nguồn nhiễm bởi phân rác, chất thải của con người và động vật thối rữa. Trong chất thải của con người và động vật luôn có loại vi khuẩn E.coli sinh sống và phát triển. Sự có mặt của E.coli trong nước chứng tỏ nguồn nước đã bị ô nhiễm bởi phân rác, chất thải của con người và động vật, có khả năng tồn tại các loại vi trùng gây bệnh. Đặc tính của vi khuẩn E.coli là có khả năng tồn tại cao hơn các loài vi trùng gây bệnh khác, do đó sau khi xử lý nếu trong nước không còn phát hiện thấy vi khuẩn E.coli chứng tỏ các loại vi trùng gây bệnh khác đã bị tiêu diệt hết, mặt khác việc xác định số lượng vi khuẩn E.coli thường đơn giản và nhanh chóng cho nên loại vi khuẩn này được chọn làm đặc trưng trong việc xác định mức độ nhiễm bẩn do vi trùng gây bệnh trong nước.

Người ta phân biệt trị số E.coli và chỉ số E.coli. Trị số E.coli là đơn vị thể tích nước có chứa một vi khuẩn E.coli, còn chỉ số E.coli là số lượng vi khuẩn E.coli có trong 1lít nước.

Tiêu chuẩn nước cấp cho sinh hoạt ở các nước tiên tiến quy định trị số E.coli nhỏ hơn 100ml, chỉ số E.coli tương ứng là 10 (con/ lít). Tiêu chuẩn vệ sinh Việt Nam quy định chỉ số E.coli của nước thải sinh hoạt phải nhỏ hơn 20. Ngoài ra trong số trường hợp, số lượng vi khuẩn hiếu khí và kỵ khí cũng được xác định để tham khảo thêm trong việc đánh giá mức độ nhiễm bẩn của nguồn nước.

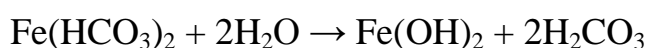
1.4. Một số phương pháp xử lý Fe, Mn trong nước ngầm [5]

Trong nước ngầm, hàm lượng sắt và mangan thường có nồng độ cao và là chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước ngầm. Vì vậy, một trong những mục tiêu của xử lý nước ngầm là việc xử lý sắt và mangan đạt hiệu quả. Sau đây là một số phương pháp xử lý nước ngầm.

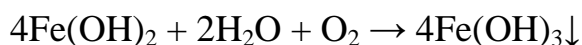
a. *Phương pháp xử lý sắt:*

➤ ***Khử bằng phương pháp làm thoáng***

Nguyên lý của phương pháp này là oxy hóa sắt (II) thành sắt (III) và tách chúng ra khỏi nước dưới dạng hydroxit sắt (III). Trong nước ngầm, sắt (II) bicacbonat là muối không bền, nó dễ dàng thủy phân thành sắt (II) hydroxit theo phản ứng:

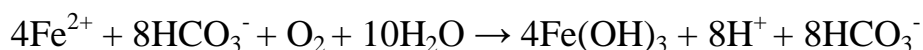


Nếu trong nước có oxy hòa tan, sắt (II) hydroxit sẽ bị oxy hóa thành sắt (III) hydroxit theo phản ứng:



Sắt (III) hydroxit 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.

Kết hợp cả hai phản ứng trên ta được phản ứng chung của quá trình oxy hóa sắt như sau:



Người ta cũng nhận thấy rằng, tốc độ phản ứng oxy hóa sắt tăng khi pH của nước tăng (nồng độ H^+ giảm) và khi nồng độ hòa tan tăng.

Nước ngầm thường không chứa oxy hòa tan hoặc có lượng oxy hòa tan rất thấp. Để tăng nồng độ oxy hòa tan trong nước ngầm, biện pháp đơn giản nhất là làm thoáng. Hiệu quả của bước làm thoáng được xác định theo nhu cầu oxy cho quá trình khử sắt.

➤ **Các phương pháp oxy hóa khử bằng hóa chất**

Khi trong nước có hàm lượng tạp chất hữu cơ cao, các chất hữu cơ sẽ tạo ra dạng keo bảo vệ các ion sắt, như vậy muốn khử sắt phải phá vỡ được màng hữu cơ bảo vệ bằng tác dụng của các chất oxy hóa mạnh. Đối với nước ngầm, khi hàm lượng sắt quá cao đồng thời tồn tại cả H₂S và sắt, trong trường hợp này cần dùng đến hóa chất để khử.

➤ **Khử sắt bằng vôi**

Phương pháp này có thể áp dụng cho nước mặt và nước ngầm. Nhược điểm của phương pháp này là phải dùng đến các thiết bị pha chế công kênh, quản lý phức tạp, cho nên thường kết hợp khử sắt với quá trình xử lý khác như xử lý ổn định nước bằng kiềm hóa, làm mềm nước bằng vôi kết hợp với soda.

Khi cho vôi vào nước, độ pH của nước tăng lên. Ở điều kiện giàu ion OH⁻, các ion Fe²⁺ thủy phân nhanh chóng thành Fe(OH)₂ và lắng xuống một phần, thế oxy hóa khử tiêu chuẩn của hệ Fe(OH)₂/Fe(OH)₃ giảm xuống, do đó sắt (II) dễ dàng chuyển hóa thành sắt (III). Sắt (III) hydroxit kết tụ thành bông cặn, lắng và có thể dễ dàng tách ra khỏi nước.

Lượng vôi cần thiết cho quá trình được tính như sau:

$$[\text{CaO}] = 0.8[\text{CO}_2] + 1.8[\text{Fe}]$$

Trong đó:

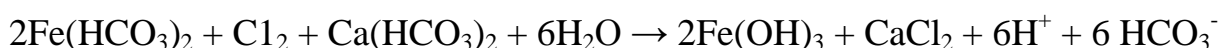
[CaO]: lượng vôi cần thiết cho quá trình, mg/l.

[CO₂]: hàm lượng CO₂ tự do trong nước nguồn, mg/l.

[Fe]: hàm lượng sắt trong nước, mg/l.

➤ **Khử sắt bằng clo**

Quá trình xử lý sắt bằng clo được thực hiện nhờ phản ứng sau:



Đồng thời với việc khử sắt bằng clo, các chất hữu cơ cũng được khử khỏi nước, do đó liều lượng clo cần thiết cho quá trình còn phụ thuộc vào hàm lượng các chất hữu cơ có trong nước. Thông thường người ta bổ sung một lượng clo để khử các tạp chất hữu cơ bằng:

$$mCl = 0.5[O_2] \quad (\text{mg/l})$$

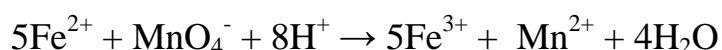
Trong đó:

[O₂]: độ oxy hóa bằng kali permanganat của muối tính chuyển ra oxy.

➤ **Khử sắt bằng kali permanganat (KMnO₄)**

Khi dùng KMnO₄ để khử sắt, quá trình xảy ra rất nhanh vì cặn mangan (IV) hydroxit vừa được tạo thành sẽ là nhân tố xúc tác cho quá trình khử.

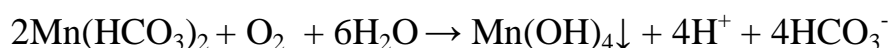
Phản ứng khử xảy ra theo phương trình sau:



b. Các phương pháp xử lý mangan:

Mangan trong nước thường tồn tại với sắt ở dạng ion hóa trị (II) và dạng keo hữu cơ trong nước bề mặt. Do vậy, quá trình khử mangan thường được tiến hành đồng thời với quá trình khử sắt.

Mangan (II) hòa tan khi bị oxy hóa sẽ chuyển dần thành mangan (III) và mangan (IV) ở dạng hydroxit kết tủa. Quá trình oxy hóa xảy ra theo phản ứng sau:



Như vậy, quá trình khử mangan phụ thuộc vào độ pH của nước, pH càng cao tức là nồng độ ion H⁺ càng thấp. Tốc độ oxy hóa và thủy phân mangan càng lớn và quá trình oxy mangan sẽ đạt hiệu quả cao nhất ở một giá trị pH nào đó.

Thay vào phương trình biểu diễn thể oxy hóa khử mangan ta thấy rằng, để đưa hàm lượng mangan xuống đến 0.2 mg/l, pH phải có giá trị xấp xỉ 9.

Kết quả thực nghiệm cho thấy, khi pH nhỏ hơn 8 và không có chất xúc tác thì quá trình oxy hóa mangan (II) thành mangan (IV) diễn ra rất chậm. Độ pH tối ưu cho quá trình thường trong khoảng 8.5 đến 9.5.

Tương tự như với sắt, quy trình xử lý mangan cơ bản cũng bao gồm các khâu làm thoáng, lắng và lọc. Trong quá trình lọc, lớp vật liệu lọc được phủ dần một lớp mangan hydroxit $Mn(OH)_4$ tích điện âm, lớp $Mn(OH)_4$ có tác dụng làm chất xúc tác hấp thụ các ion Mn^{2+} và oxy hóa Mn^{2+} theo phản ứng sau:



Lớp phủ $Mn(OH)_4$ mới tạo thành lại tham gia vào phản ứng mới và cứ như vậy tạo một chu trình phản ứng liên tục. Như vậy, hiệu quả khử mangan phụ thuộc vào lớp phủ $Mn(OH)_4$ do chính bản thân quá trình khử tạo ra trên bề mặt hạt vật liệu lọc. Khi chưa có lớp xúc tác, hiệu quả khử chỉ đạt được với pH lớn hơn 9, khi có lớp xúc tác, phản ứng có hiệu quả ngay ở pH bằng 8.2.

Trong thực tế, để sớm đưa bể lọc vào chế độ hoạt động ổn định, cần pha thêm vào nước dung dịch kali permanganat với hàm lượng 1 đến 3 mg/l trong vài ngày đầu, hoặc nâng giá trị pH của nước lên trên 9.

Cũng như khử sắt, khử mangan có thể dùng phương pháp oxy hóa và phương pháp hóa học. Sau đây sẽ trình bày sơ lược các phương pháp đó.

➤ ***Khử mangan bằng phương pháp làm thoáng***

Công nghệ khử mangan về cơ bản cũng giống như công nghệ khử sắt, bao gồm giàn mưa, lắng tiếp xúc và lọc. Riêng phần bể lọc, do phản ứng oxy hóa mangan xảy ra rất chậm nên lớp cát lọc phải có bề dày từ 1.2 đến 1.5m. Cũng bằng thực nghiệm người ta chọn biện pháp thích hợp nhất để quá trình có thể đạt hiệu quả và đảm bảo tạo ra được lớp màng $Mn(OH)_4$ bảo vệ bao quanh các hạt vật liệu lọc làm màng xúc tác cho chu kì lọc tiếp theo. Nếu rửa sạch vật liệu lọc thì chu kì sau cần có thời gian để tạo lớp màng tiếp xúc mới (thường từ 5 đến 10 ngày). Để đạt được hiệu quả lọc cao, người ta khuyên nên dùng cát đen đã bao phủ một lớp dioxit mangan làm vật liệu lọc.

Trường hợp nước có chứa cả sắt và mangan phải tiến hành làm thực nghiệm để tìm ra quy trình xử lý kết hợp một cách hợp lý. Giàn làm thoáng phải đảm bảo đủ lượng oxy hòa tan cho quá trình oxy hóa sắt và mangan. Do sắt bị oxy hóa trước nên quá trình oxy hóa mangan sẽ xảy ra cả ở lớp cát lọc nằm dưới. Tùy theo chất lượng nước nguồn và các điều kiện kinh tế kỹ thuật cho phép mà có thể kết hợp xử lý như sau:

**Xử lý khử một bậc:*

Xử lý một bậc bao gồm làm thoáng, lắng tiếp xúc, lọc một hoặc hai lớp. Việc chọn lựa cụ thể tùy theo điều kiện nếu sau khi sắt bị oxy hóa hết, độ pH của nước còn giữ được cao hơn 8 thì quá trình oxy hóa mangan sẽ diễn ra thuận lợi. Bể lọc cần có lớp cát với bề dày không nhỏ hơn 1.5m, trong trường hợp này nên dùng bể lọc hai lớp (than antraxit và cát) để có được hiệu quả cao. Ưu điểm của quá trình này là chỉ cần có một cấp bể lọc, cặn $\text{Fe}(\text{OH})_3$ tạo ra sẽ là nhân tố xúc tác oxy hóa. Tuy nhiên, việc rửa lọc sẽ rất phức tạp vì nếu rửa sạch cặn sắt ở lớp vật liệu phía trên (lưu lượng rửa lớn) thì khó giữ được màng xúc tác mangan (IV) hydroxit ở lớp cát lọc phía dưới.

**Xử lý khử hai bậc:*

Khi hàm lượng sắt và mangan trong nước ngầm cao hoặc không thỏa mãn yêu cầu khi một bậc thì chọn quy trình lọc hai bậc. Quá trình khử sắt hoàn thành ở bậc một gồm các khâu làm thoáng, lắng, lọc sau đó xử lý nâng pH của nước lên trên 8. Nếu lượng oxy hòa tan còn lại không đủ để oxy hóa mangan thì tiến hành làm thoáng và lọc qua bể lọc qua bể lọc lần thứ hai để xử lý mangan. Quy trình này có nhược điểm là tốn kém nhưng hiệu quả xử lý cao và ổn định. Các bể lọc có chức năng rõ ràng nên vận hành rửa lọc không phức tạp.

➤ ***Các phương pháp khác để khử mangan***

**Phương pháp khử mangan dùng chất oxy hóa mạnh*

Chất oxy hóa mạnh ở đây có thể là Clo, Ozone, kali permanganat, dùng để oxy hóa Mn^{2+} , thành Mn^{4+} . Clo oxy hóa Mn^{2+} ở pH bằng 7 trong thời gian 60 đến 90 phút. Dioxit clo (ClO_2) và Ozon (O_3) oxy hóa Mn^{2+} ở pH 6,5 đến 7 trong thời gian từ 10 đến 15 phút.

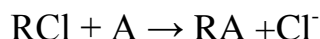
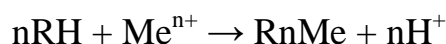
Để oxy hóa 1mg Mn^{2+} cần đến 1.35 mg ClO_2 hoặc 1.45 mg O_3 . Nếu trong nước có các hợp chất amoni thì quá trình oxy hóa Mn^{2+} chỉ xảy ra sau khi Clo kết hợp với amoni tạo thành cloamin và trong nước còn dư Clo tự do. Kali permanganat oxy hóa Mn^{2+} ở mọi dạng tồn tại, kể cả keo hữu cơ, thành mangan (IV) hydroxit.

** Phương pháp khử mangan bằng sinh học*

Phương pháp này sử dụng lớp vật liệu đã được cấy trên bề mặt một loại vi khuẩn có khả năng hấp thụ mangan trong quá trình sinh trưởng. Các vi khuẩn chết sẽ tạo ra trên bề mặt hạt vật liệu lọc màng dioxit mangan MnO_2 có tác dụng như chất xúc tác quá trình khử mangan.

** Phương pháp trao đổi ion*

Trao đổi ion là một trong những phương pháp thường được dùng để tách các cation hoặc anion ra khỏi nước. Nhựa trao đổi ion có thể được tổng hợp từ các nhóm vô cơ hay hữu cơ có gắn các nhóm như ($-SO_3H$), ($-COO^-$), amin... Các cation và anion được hấp thụ trên bề mặt nhựa trao đổi ion:



c. Các phương pháp xử lý khác [8]

Hiện nay, để tạo ra một phương pháp xử lý mới không tạo thêm các chất phức tạp hơn ra môi trường, xử lý triệt để nhất và thu gom vật liệu lọc sau khi hết hạn sử dụng thì các nhà khoa học trên thế giới đã phát triển theo một hướng mới. Đó chính là phương pháp xử lý bằng thực vật. Khả năng làm sạch môi trường của thực vật đã được biết từ thế kỷ XVIII bằng các thí nghiệm của Joseph Priestley, Antoine Lavoissier, Karl Scheele và Jan Ingenhousz. Tuy nhiên, mãi đến những năm 1990 phương pháp này mới được nhắc đến như một loại công nghệ mới dùng xử lý môi trường đất và nước bị ô nhiễm bởi các kim loại, các hợp chất hữu cơ, thuốc súng và các chất phóng xạ.

Một số loài thực vật có khả năng xử lý kim loại trong nước như rau muống, cỏ vertiver... gần đây cây dương xỉ mới được nghiên cứu. Vì những khả năng

ưu việt trong xử lý nước và sự phù hợp với điều kiện sinh thái ở Việt Nam của cây dương xỉ, nên dương xỉ được chọn làm loại thực vật sử dụng cho hệ thống lọc trong đề tài nghiên cứu.

d. *Giới thiệu về cây dương xỉ [8]*

Ngành dương xỉ là một nhóm gồm khoảng 12.000 loài.

Dương xỉ là các thực vật có mạch, có lá thật sự (vĩ diệp). Chúng khác với thực vật có hạt (bao gồm thực vật hạt trần và thực vật hạt kín) ở phương thức sinh sản do không có hoa và hạt. Giống như các loại thực vật có mạch khác, chúng có vòng đời được nhắc tới như là luân phiên các thế hệ, với đặc trưng là một pha thể bào tử lưỡng bội và một pha thể giao tử đơn bội, nhưng khác với thực vật hạt trần và thực vật hạt kín ở chỗ thể giao tử của dương xỉ là một sinh vật sống tự do.

Cấu tạo đặc trưng của dương xỉ:

- Thân: Phần lớn thường là thân rễ mọc bò ngầm dưới lòng đất, nhưng đôi khi và thân bò lan mọc bò trên mặt đất (như bộ *Polypodiaceae*), hoặc thân cột bán hóa gỗ mọc thẳng trên mặt đất (như bộ *Cyatheaceae*) cao tới 20 m ở một số loài (như *Cyathea brownii* trên đảo Norfolk và *Cyathea medullaris* ở New Zealand).

- Lá: Phần màu xanh, có khả năng quang hợp của cây. Ở các loài dương xỉ nó thường được nói tới như là lá lược, nhưng điều này là do sự phân chia lịch sử giữa những người nghiên cứu dương xỉ và những người nghiên cứu thực vật có hạt, chứ không phải là do các khác biệt trong cấu trúc. Các lá mới thông thường nở ra bằng cách trải ra đầu lá non cuộn chặt. Sự bung ra của lá như vậy gọi là kiểu xếp lá hình thoa. Lá được chia ra thành ba kiểu:

Lá dinh dưỡng (*Trophophyll*): Là lá không sinh ra bào tử, thay vì thế nó chỉ sản xuất các chất đường nhờ quang hợp. Nó là tương tự như các lá xanh điển hình của thực vật có hạt.

Lá bào tử (*Sporophyll*): Lá sinh ra bào tử. Lá này là tương tự như các vảy của nón thông ở thực vật hạt trần hay như nhị và nhụy ở thực vật hạt kín. Tuy nhiên, không giống như thực vật có hạt, các lá bào tử của dương xỉ thông thường

không chuyên biệt hóa, trông tương tự như các lá dinh dưỡng và cũng sản xuất các chất đường nhờ quang hợp, giống như các lá dinh dưỡng.

Brotophyll: Lá sinh ra một lượng lớn bất thường các bào tử. Các lá thuộc kiểu này cũng lớn hơn các kiểu lá khác nhưng giống với các lá dinh dưỡng.

- Rễ: Các cấu trúc không quang hợp mọc ngầm dưới đất, có chức năng hút nước và các chất dinh dưỡng từ trong đất. Chúng luôn luôn là rễ chùm và về cấu trúc thì tương tự như rễ của thực vật có hạt.

Tuy nhiên, thể giao tử của dương xỉ lại rất khác biệt với các thể giao tử của thực vật có hạt. Chúng thông thường bao gồm:

Nguyên tản: Cấu trúc màu xanh lục, có khả năng quang hợp, dày một lớp tế bào, thường có dạng hình tim hay hình thận, dài 3–10 mm và rộng 2–8 mm. Nguyên tản sinh ra các thể giao tử nhờ:

Các túi đực: Các cấu trúc nhỏ hình cầu sinh ra tinh trùng có tiên mao.

Các túi noãn: Cấu trúc hình bình thót cổ sinh ra một trứng ở đáy, và tinh trùng tiến tới được chỗ đó bằng cách chui qua cổ.

Các rễ giả: Các cấu trúc tương tự như rễ (không phải rễ thật sự) bao gồm các tế bào đơn lẻ thuôn cực dài, với nước và các khoáng chất được hấp thụ trên toàn bộ bề mặt cấu trúc này. Các rễ giả cũng có tác dụng neo nguyên tản vào trong đất.

Nhờ có những đặc điểm cấu tạo như vậy mà dương xỉ có thể thích ứng với nhiều môi trường sống khác nhau.

Loại cây dương xỉ sử dụng trong hệ thống có tên khoa học là *Cyclosorus parasiticus*.

- Cấu tạo của dương xỉ loài dương xỉ *Cyclosorus parasiticus* bao gồm:



Hình 39.1: Cây dương xỉ

Thân rễ mọc bò ngầm dưới đất. Rễ là loại rễ chùm mọc ngầm dưới đất hút nước và các chất dinh dưỡng. Có phần rễ giả thuôn dài lan dưới mặt đất và gieo nguyên bản vào đất tạo ra các cá thể mới.

Lá màu xanh, cuống lá dài, bản lá hình lược, các lá mới nở ra bằng cách bằng cách trải qua đầu lá non cuộn chặt. Lá có 3 kiểu: lá dinh dưỡng chỉ có tác dụng quang hợp, lá bào tử sản xuất ra bào tử và cũng có khả năng quang hợp và loại lá sinh ra các bào tử bất thường.

Sinh sản: loài sinh sản theo cả 2 hình thức sinh sản hữu tính và sinh sản vô tính.

Điều kiện sinh thái của dương xỉ: thông thường dương xỉ thích ứng với môi trường ẩm ướt, ít ánh sáng mặt trời, tuy nhiên nó lại có khả năng thích ứng rất tốt với môi trường nhiều ánh sáng, đất ẩm, lá của dương xỉ sẽ cứng và xanh đậm hơn.

Với những cấu tạo và điều kiện sinh thái này dương xỉ *Cyclosorus parasiticus* có đủ điều kiện và rất thích hợp với việc cải tạo bể lọc nước ngầm của đề tài.

Cây dương xỉ là ngoài xử lý các chất hữu cơ, dương xỉ còn có thể xử lý được các kim loại mà những loại cây khác khó xử lý được như thạch tín, đồng, kẽm, arsen....

Ở Trung Quốc, các nhà khoa học (2010) sau khi phân tích thân và lá của cây dương xỉ thấy được khả năng tích trữ, chuyển hóa kim loại rất tốt của dương xỉ. Ngoài ra còn có nghiên cứu của Mark Elless thuộc tập đoàn Edenspace ở Dulles, bang Virginia, Mỹ và các cộng sự nghiên cứu và phát hiện thấy loài dương xỉ có khả năng hút Asen ra khỏi nước. Elless và các cộng sự thấy rằng dương xỉ mọc nhanh chóng trong điều kiện khí hậu nóng ẩm như ở Đông Nam Á.

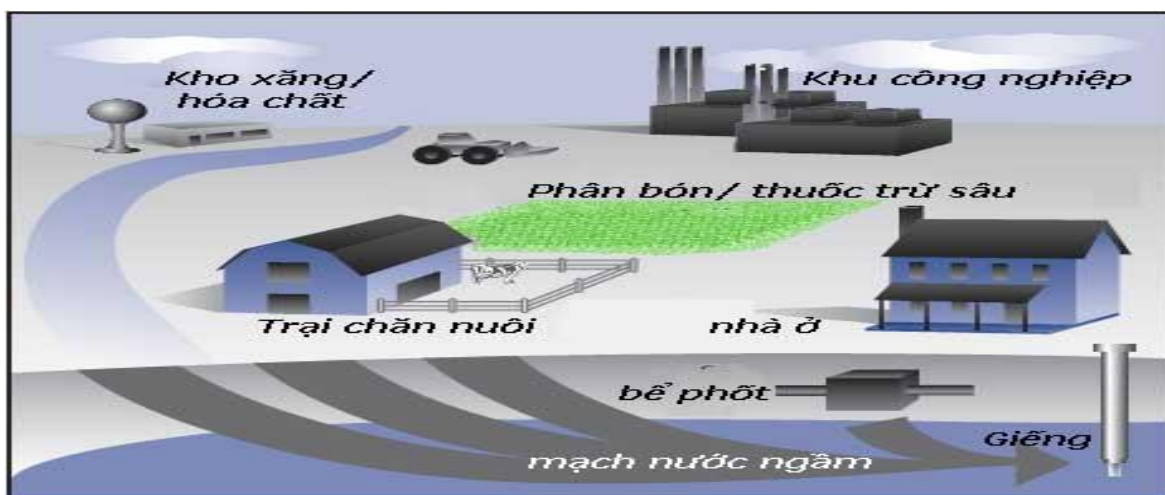
Ở Việt Nam, điều kiện khí hậu cho dương xỉ sinh trưởng và phát triển rất tốt. Đã có một vài nghiên cứu về khả năng xử lý kim loại trong đất và chất hữu cơ trong nước của dương xỉ trong những năm mới đây như đề tài nghiên cứu của giáo sư – tiến sĩ Đặng Đình Kim làm chủ nhiệm.

1.5 Hiện trạng ô nhiễm nước ngầm ở Việt Nam [10],[11],[12]

Khi mà các nhà khoa học tìm tòi các phương pháp xử lý nước để cải thiện nước sinh hoạt cho người dân và đưa ra các chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước ngầm thì trong quá trình sinh hoạt hàng ngày dưới tốc độ phát triển như hiện nay con người vô tình làm ô nhiễm nguồn nước bằng các hóa chất, chất thải từ các nhà máy xí nghiệp. Các đơn vị, cá nhân sử dụng nước ngầm dưới hình thức khoan giếng, sau khi ngừng sử dụng không bịt kín các lỗ khoan lại làm cho nước bản chảy lẫn vào làm ô nhiễm nguồn nước ngầm. Các nhà máy xí nghiệp xả khói bụi công nghiệp vào không khí làm ô nhiễm không khí, khi trời mưa các chất ô nhiễm này sẽ lẫn vào trong nước mưa cũng góp phần làm ô nhiễm nguồn nước.

Nước ngầm là nguồn cung cấp nước sinh hoạt chủ yếu ở nhiều quốc gia và vùng dân cư trên thế giới. Do vậy, ô nhiễm nước ngầm có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng môi trường sống của con người. Các tác nhân gây ô nhiễm và suy thoái nước ngầm bao gồm: Các tác nhân gây tự nhiên như nhiễm natri, nhiễm phèn, hàm lượng Fe, Mn và một số kim loại khác. Các tác nhân nhân tạo như nồng độ kim loại cao, hàm lượng NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4 v.v... vượt tiêu chuẩn cho phép, ô nhiễm bởi vi sinh vật. Suy thoái trữ lượng nước ngầm biểu hiện bởi giảm công suất khai thác, hạ thấp mực nước ngầm lún đất. Ngày nay, tình trạng ô nhiễm và suy thoái nước ngầm đang phổ biến ở các khu vực đô thị và các thành phố lớn trên thế giới.

Cách đây khoảng 5, 6 năm nước ngầm được coi là loại nước sạch không cần xử lý phức tạp đã có thể đạt yêu cầu về nước cấp nhưng những năm tiếp theo càng ngày nước càng bị ô nhiễm. Chất lượng nước đầu vào ngày càng không đáp ứng được yêu cầu nước cấp. Hàm lượng các chất hòa tan, kim loại, chất hữu cơ, mực nước sụt giảm ... càng ngày càng nghiêm trọng. Việc bỏ hoang các giếng khoan do không thể khai thác nước ngầm nữa diễn ra lan tràn cần có biện pháp bảo vệ nước ngầm nhanh chóng. Nước ngầm bị hủy hoại đồng nghĩa với môi trường nước và môi trường đất bị ảnh hưởng trầm trọng. Đây là vấn đề không chỉ riêng quốc gia nào mà trên toàn thế giới.



Ở Việt Nam tình trạng ô nhiễm nước ngầm rất phổ biến và nghiêm trọng. Ở đồng bằng Bắc Bộ mực nước ngầm hạ sâu, như khu vực Mai Dịch (Cầu Giấy – Hà Nội). Vào mùa khô 7/7 mẫu đều có hàm lượng amoni cao hơn tiêu chuẩn cho phép nhiều lần. Riêng ở Tân Lập (Đan Phượng – Hà Nội), hàm lượng amoni lên đến 23.30 mg/l (gấp 233 lần tiêu chuẩn cho phép). Ngoài ra, còn có 17/32 mẫu có hàm lượng mangan (Mn) vượt quá hàm lượng tiêu chuẩn, 4/32 mẫu có hàm lượng Asen (As) vượt tiêu chuẩn... Ở đồng bằng Nam Bộ tại một số điểm quan trắc mực nước đã hạ thấp sâu đặc biệt ở khu vực quận 12 quận Bình Tân (TP Hồ Chí Minh). Hàm lượng mangan và metan cũng vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Còn tại khu vực Hà Giang – Tuyên Quang, hàm lượng sắt ở một số nơi cao vượt mức cho phép Quy Chuẩn Việt Nam (QCVN) thường trên 1mg/l, có nơi đạt đến trên 15 – 20 mg/l, tập trung chủ yếu quanh các mỏ khai thác sunphua. Với cách xử lý nước ngầm đơn giản chỉ bằng phương pháp lọc có tới 2/3 số hộ gia đình ở Việt Nam đang dùng nước ngầm bị nhiễm kim loại nặng. Đặc biệt ở các vùng như Vĩnh Phúc, Hà Nội, Nam Định tỷ lệ người dân sử dụng nước nhiễm kim loại còn cao hơn. Nhiều vùng xảy ra hiện tượng sụt giảm nước ngầm một cách trầm trọng, nhiễm mặn nguồn nước như Huyện Mỹ Xuyên, huyện Trần Đề, thị xã Vĩnh Châu, TP Sóc Trăng, tỉnh Sóc Trăng. Do thường xuyên bị khô hạn, nguồn nước bị ô nhiễm và nhiễm mặn nên người dân chọn cách khai thác nước ngầm để sinh hoạt hằng ngày, phục vụ sản xuất nông nghiệp và công nghiệp. Để khai thác nước ngầm, các hộ dân thường khoan giếng, cây nước (bơm tay và bơm máy) xuống lòng đất khoảng 90m để hút nước lên. Tuy nhiên, do khai thác quá mức nên mực nước ngầm ngày càng cạn kiệt, khoảng 6 năm trước, người dân cho khoan giếng lấy nước ngầm rất dễ dàng nhưng 2 năm trở lại đây, nguồn

nước bị cạn kiệt, nên người dân phải thuê người khoan sâu hơn nữa mới lấy được nước.



Người dân xã Xuân Thắng, huyện Thời Lai (Cần Thơ) tự khoan giếng khai thác nước ngầm.

Theo sở TN&MT tỉnh Sóc Trăng nhận định thì hiện nay mực nước ngầm tại địa bàn sụt giảm rất cao và kèm theo xu hướng mặn hóa cao, ô nhiễm nguồn nước càng tăng.

Không riêng Sóc Trăng, các địa phương khác của vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long như Cần Thơ, Cà Mau, Bạc Liêu, An Giang... cũng xảy ra tình trạng trên. Theo thống kê của Sở TN&MT tỉnh Cà Mau, hiện toàn tỉnh có 180.000 giếng nước ngầm, trong đó có 40.000 giếng nước bị ô nhiễm nghiêm trọng.

Nếu các cơ quan có thẩm quyền còn tiếp tục không kiểm soát tình hình khai thác nước ngầm bừa bãi hiện nay thì việc nước ngầm ô nhiễm trầm trọng và cạn kiệt là điều không thể tránh khỏi.

CHƯƠNG 2: ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Mẫu nghiên cứu được lấy tại một số giếng khoan thuộc xã Thanh Thủy – Thanh Hà – Hải Dương. Đặc tính nước khu vực có hàm lượng sắt và mangan cao, kèm theo hàm lượng chất rắn lơ lửng và độ đục cũng cao theo.

2.2. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu khảo sát một số thông số của nước ngầm tại điểm nghiên cứu.
- Nghiên cứu khảo sát hiệu quả xử lý Fe và Mn, độ đục và SS trong nước ngầm theo thời gian lưu nước.
- Nghiên cứu khảo sát hiệu quả xử lý Fe và Mn, độ đục và SS trong nước ngầm theo mật độ cây.
- Nghiên cứu khảo sát hiệu quả xử lý Fe và Mn, độ đục và SS trong nước ngầm theo lưu lượng đầu vào.

2.3. Phương pháp nghiên cứu:

2.3.1 Phương pháp lấy mẫu và bảo quản

Mẫu được lấy và bảo quản theo TCVN 6000 – 1995 hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu nước ngầm và TCVN 5993-1995 (ISO 5667 - 3: 1985), chất lượng nước, lấy mẫu - Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu nước ngầm.

2.3.2 Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm:

2.3.2.1 Phương pháp xác định Fe:

➤ Hóa chất sử dụng

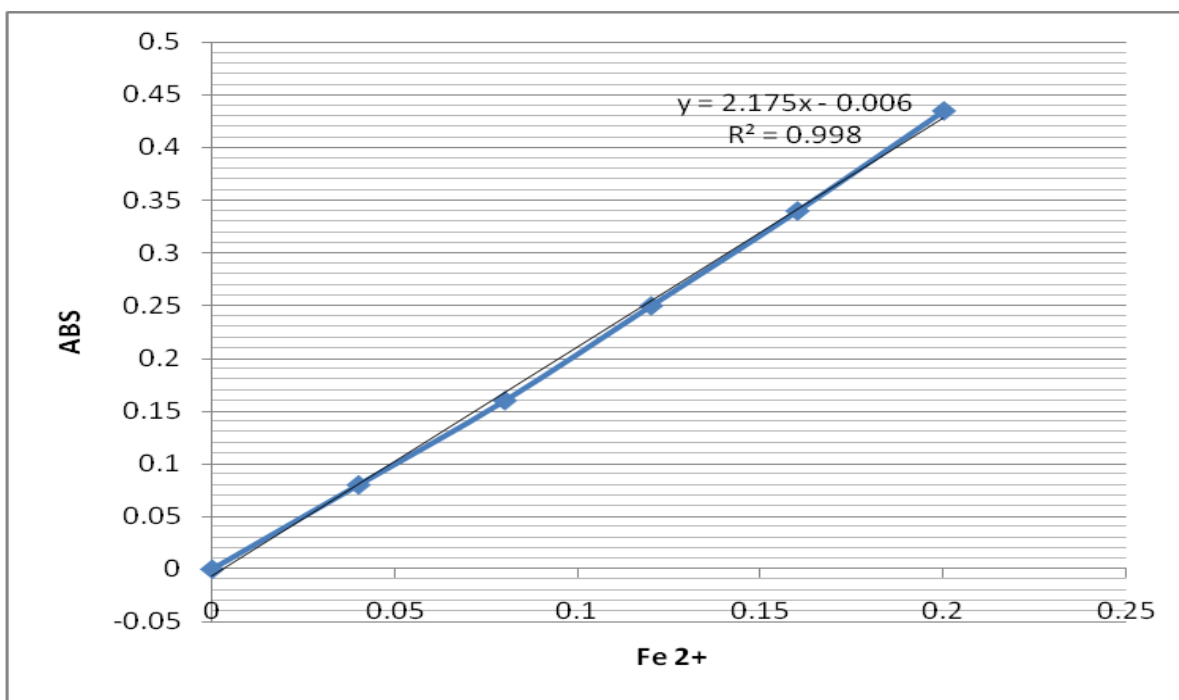
- O-phenalthroline: hòa tan 0,28g O-phenalthroline trong nước cất thành 100ml.
- Hidroxilamin 10%: hòa tan 10g hidroxilamin trong nước cất thành 100ml.
- HCL: dung dịch loãng 1:9.
- Đệm axetat natri: hòa tan 41g CH_3COONa trong 500ml nước cất hai lần đã được axit hóa bằng 2ml HCl đặc được dung dịch chuẩn có nồng độ $0,02 \text{ mgFe}^{2+}/\text{ml}$.

➤ *Lập đường chuẩn*

Lấy 7 bình tam giác. Cho vào mỗi bình lần lượt 0; 2; 4; 6; 8; 10; 12 ml dung dịch sắt chuẩn, thêm nước cất 2 lần vào mỗi bình định mức lên 40ml. thêm 0,5 ml HCL loãng và 1 ml hidroxilamin 10% để khử sắt III về sắt II, đun sôi, cô đến khi thể tích còn 20ml. Sau khi để nguội, thêm 10ml dung dịch đệm axetat natri, 1ml thuốc thử O-phenalthroline. Đẻ 5 – 10 phút rồi chuyển vào bình định mức tới 100ml bằng nước cất, lắc đều. Sau đó so màu trên máy đo quang chọn tại bước sóng 510 nm. Từ mật độ quang đo được, vẽ đường chuẩn.

Bảng 2.1: Kết quả xây dựng đường chuẩn sắt

STT	Thể tích Fe ²⁺ (ml)	Hàm lượng Fe ²⁺ (mg)	ABS
1	0	0	0
2	2	0.04	0.08
3	4	0.08	0.16
4	6	0.12	0.25
5	8	0.16	0.34
6	10	0.20	0.435
7	12	0.24	0.52



➤ *Trình tự phân tích mẫu thực:*

Lấy 20ml mẫu thực cho vào bình tam giác. Trình tự tiến hành tương tự như đối với mẫu chuẩn.

➤ *Tính kết quả:*

Dựa vào đường chuẩn xác lập hàm lượng tương quan $y = a.x + b$ với:

- x: Hàm lượng sắt (mg) trong mẫu.
- y: Mật độ quang.

Từ mật độ quang (y) ta đo được các mẫu thực thay vào hàm lượng tương quan ta có hàm lượng Fe tổng (x) trong mẫu tính theo mg. Nồng độ Fe cần xác định tính theo công thức:

$$[\text{Fe}] = 1000x/v \text{ (mg/l)}$$

Trong đó:

x: Hàm lượng Fe²⁺ theo đường chuẩn (mg).

v: Thể tích mẫu đem phân tích (ml)

2.3.2.2 Phương pháp xác định Mn:

➤ Hóa chất sử dụng:

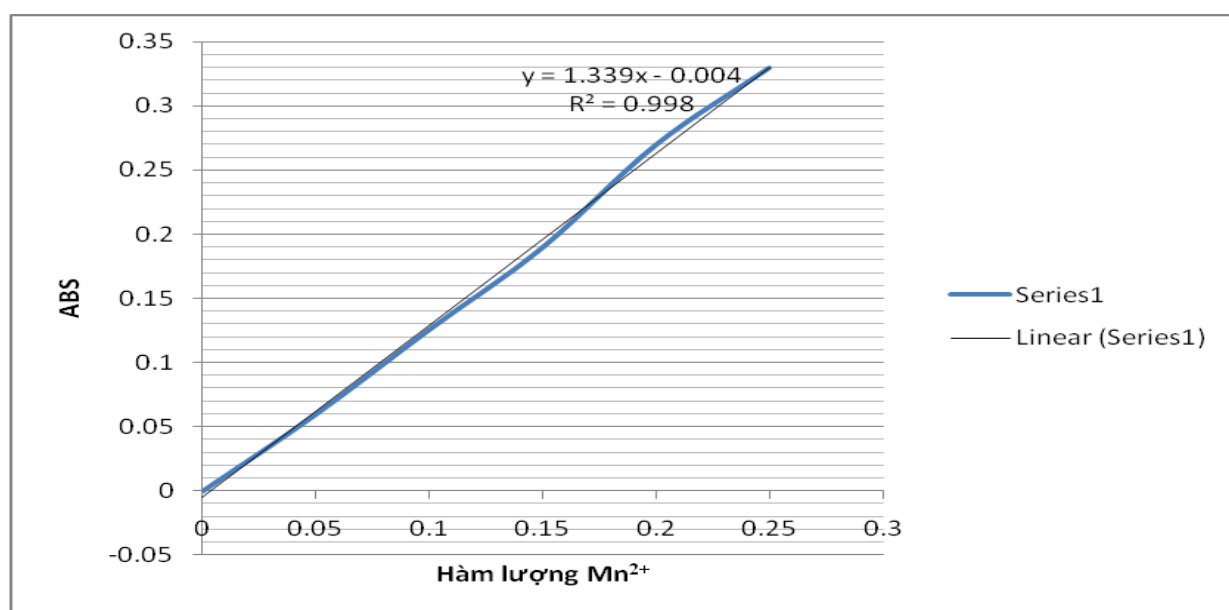
- Dung dịch mangan chuẩn: Hòa tan 0,307g $MnSO_4 \cdot H_2O$ trong 10ml axit sunfuric 1:4. Thêm nước cất hai lần đến 1000ml được dung dịch chuẩn 0,1 mg/ml.
- Axit photphoric đặc.
- $AgNO_3$ 10%: Hòa tan 10,4g $AgNO_3$ trong 100ml nước cất.
- Amonipesunfat dạng rắn.
- Axit sunfuric đặc.

➤ Lập đường chuẩn:

Lấy một dãy bình tam giác cho dung dịch chuẩn mangan 0,1 mg/ml vào đó theo thể tích lần lượt là 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 ml. Thêm vào mỗi bình lần lượt 1ml H_2SO_4 , 1ml $AgNO_3$ 10%, 1g amonipesunfat. Sau đó thêm nước cất 2 lần vào mỗi bình tới khoảng 30 ml rồi đun sôi 1 phút. Làm nguội nhanh bằng nước máy, định mức thành 100 ml bằng nước cất trong bình định mức. Đo màu trên máy đo quang bước sóng 525 nm. Từ mật độ quang đo được vẽ đường chuẩn.

Bảng 2.2: Kết quả xây dựng đường chuẩn mangan

STT	Thể tích Mn^{2+} (ml)	Hàm lượng Mn^{2+} (mg)	ABS
1	0	0	0
2	0.5	0.05	0.06
3	1.0	0.10	0.127
4	1.5	0.15	0.190
5	2.0	0.20	0.260
6	2.5	0.25	0.320



➤ *Trình tự phân tích mẫu thực*

Lấy 20 ml mẫu thực. Thêm 1 ml H₂SO₄ đặc, vài giọt H₃PO₄, lắc đều. Sau đó nhỏ từ từ AgNO₃ 10% cho tới khi không thấy xuất hiện kết tủa, lọc bỏ kết tủa. Thêm 1g amonipesunfat, đun sôi 1 phút rồi làm nguội nhanh bằng nước máy, định mức đến 100 ml bằng nước cất hai lần, sau đó đo màu ở bước sóng 525 nm.

➤ *Tính kết quả:*

Dựa vào đường chuẩn xác lập hàm tương quan $y = a.x + b$ với:

- x: Hàm lượng mangan (mg) trong mẫu.
- y: Mật độ quang.

Từ mật độ quang (y) đo được của các mẫu thực thay vào hàm tương quan ta có hàm lượng Mn (x) trong mẫu tính theo mg. Nồng độ mangan cần xác định được tính theo công thức:

$$[Mn^{2+}] = 1000.x / v \text{ (mg/l)}$$

Trong đó:

- x: Hàm lượng Mn trong mẫu (mg).
- v: Thể tích mẫu đem phân tích (ml)

2.3.3.3 Phương pháp xác định SS:

Cân khối lượng của giấy lọc sử dụng trước khi đem lọc. Sử dụng giấy lọc lọc 30 ml mỗi mẫu, rồi cho vào tủ sấy khô ở nhiệt độ 105⁰c đến khối lượng không đổi. Đem giấy lọc ra và cân lại khối lượng

Tính toán hàm lượng SS theo công thức:

$$m_{SS} = (x-y).1000/v \quad (\text{mg/l})$$

Trong đó:

x: là khối lượng giấy lọc sau sấy.

y: là khối lượng giấy trước lọc ban đầu.

v: là thể tích mẫu đem lọc.

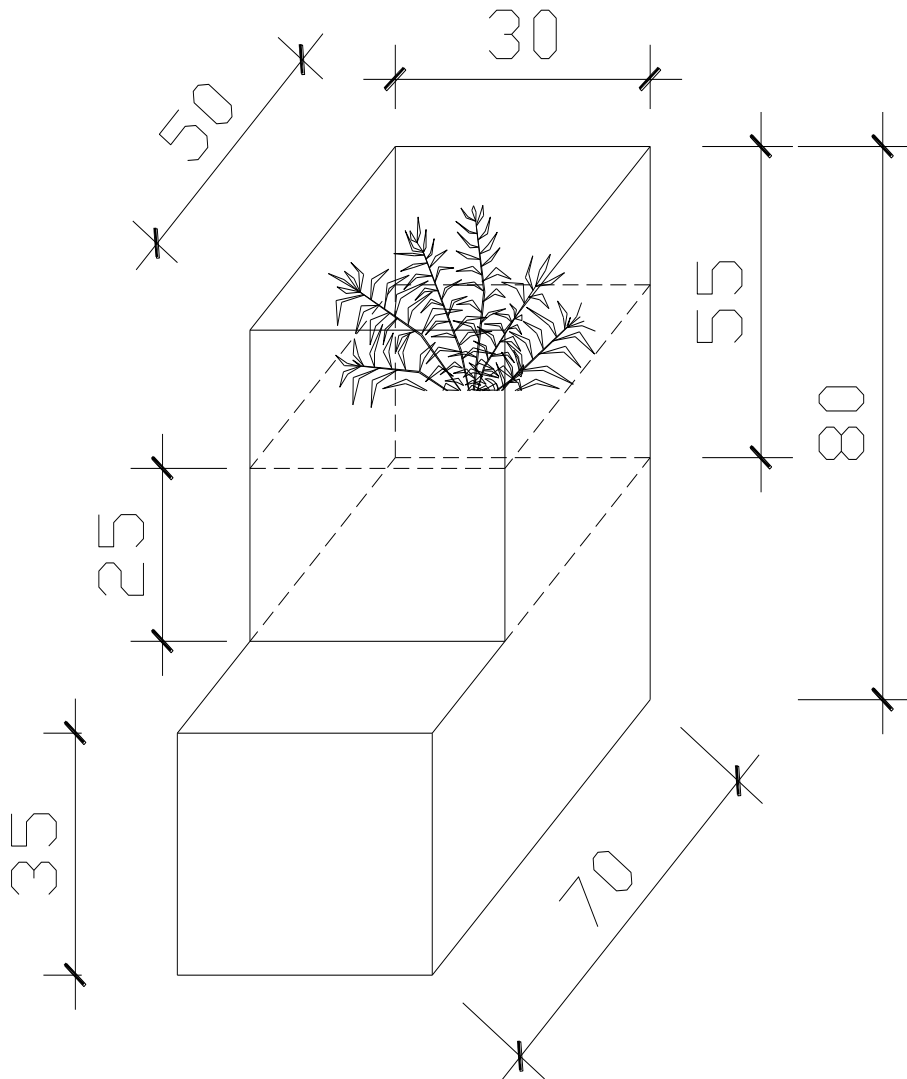
2.3.3.4 Phương pháp xác định độ đục:

Dùng máy đo độ đục xác định, đơn vị đo là NTU.

2.3.3 Mô hình nghiên cứu:

Kích thước hình vẽ tính bằng centimet (cm)

Hình2.1: Hình vẽ hệ thống bể lọc.



Hệ thống xử lý gồm:

1. Bể lọc

- Vật liệu lọc: Cát lọc dày 25cm, kích thước hạt cát nhỏ khoảng 0.25 – 0.5mm. Trên lớp cát lọc trồng cây dương xỉ *Cyclosorus parasiticus*, cây có chiều cao khoảng 30cm
- Kích thước bể lọc 30 x 50 x 55 cm.

2. Bể chứa nước lọc: 30 x 70 x 35 cm.

Nguồn nước giếng khoan nghiên cứu được lấy từ độ sâu 13m dưới lòng đất.

Hình 2.2: Ảnh hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ



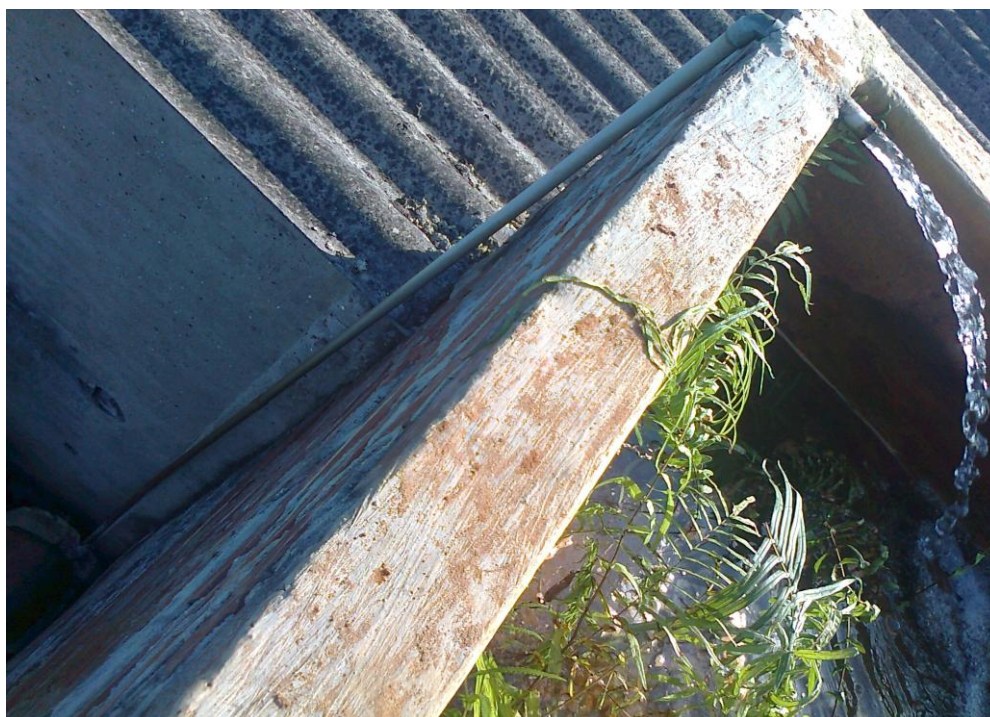
Hình 2.3: Ảnh bể chứa nước lọc



Hình 2.4: Ảnh bề lọc cát trồng dương xỉ



Hình 2.5: Ảnh đường ống bơm nước từ dưới đất lên bề lọc



Hình 2.6: Ảnh nước lọc cung cấp nước cho bể chứa nước sinh hoạt phía dưới



2.3.4 Phương pháp thống kê và xử lý số liệu:

Kết quả được thống kê, xử lý bằng phần mềm Microsoft office word-excel 2007. Đồ thị được vẽ bằng Microsoft office excel.

Mô hình vẽ bằng phần mềm autocad 2007.

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Khảo sát một số tính chất trong nước giếng khoan tại điểm nghiên cứu:

Để chọn phương án xử lý thích hợp ta cần đánh giá mức độ ô nhiễm của nguồn nước. Kết quả khảo sát là tiền đề cho việc đánh giá hiệu quả của quá trình xử lý nước. Chất lượng nước nghiên cứu thể hiện ở bảng dưới đây:

Bảng 3.1: Kết quả khảo sát một số tính chất của nước giếng khoan tại điểm lấy mẫu.

STT	Ngày					QCVN 01:2009/ BYT	QCVN 09:2008/ BTNMT
		6/4	22/4	1/5	20/5		
	Chỉ tiêu						
1	pH	7	7	8	6	6,5 - 8,5	5.5 - 8.5
2	Sắt (mg/l)	14.72	15.13	15.67	15.98	0.3	5
3	Mangan (mg/l)	1.97	1.79	2.1	2.05	0.3	0.5
4	SS (mg/l)	18.5	17.89	20.77	21.2	-	-
5	Độ đục (NTU)	11	11	10.5	10	2	-

Nhận xét: Từ bảng kết quả 3.1 cho thấy các thông số đều vượt quá QCCP.

- Nồng độ sắt: cao gấp 49.07 đến 53.27 lần so với QCCP của Bộ Y Tế về nước cấp. So với QCVN 09:2008/BTNMT nồng độ cao từ 2.94 tới 3.2 lần
- Nồng độ mangan: cao gấp 5.97 đến 7 lần so với QCCP của Bộ Y Tế. So với QCVN 09:2008/BTNMT nồng độ cao từ 3.58 đến 4.2 lần.
- Độ đục: cao tới 5 – 5.5 lần so với QCCP
- Hàm lượng SS: theo QCCP không quy định tiêu chuẩn.

Như vậy, nước ngầm tại địa điểm nghiên cứu có nồng độ của các thông số quá cao so với tiêu chuẩn, không đủ điều kiện để dùng trong sinh hoạt của người dân sẽ gây ảnh hưởng xấu tới sức khỏe của người dân sử dụng trực tiếp nguồn nước. Vì vậy cần phải xử lý các thành phần trong nước như Fe, Mn, độ đục, SS đảm bảo an toàn cho người dân khi sử dụng.

Kết quả khảo sát qua các ngày khác nhau cũng cho thấy nồng độ của các chỉ tiêu trong nước ngầm nghiên cứu không dao động lớn và quá cao so với QCCP. Đây là điều kiện thuận lợi để chọn phương pháp xử lý nước phù hợp, không phức tạp .

3.2. Khảo sát hiệu quả xử lý Fe, Mn, độ đục, SS bằng hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ theo thời gian lưu:

Điều chỉnh thời gian lưu nước theo thời gian nhất định. Tìm hiểu sự thay đổi hiệu quả xử lý theo thời gian để tìm ra thời gian lưu nước tối ưu cho hệ thống lọc.

Tiến hành khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan bằng bể lọc cát với lưu lượng đầu vào là 30 lít.

Bảng 3.2: Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan theo thời gian lưu chỉ qua lọc cát.

STT	Chỉ tiêu	Thời gian lưu	Đầu vào	10 phút	20 phút	30 phút	40 phút	QCVN 01:2009/ BYT
1	Sắt (mg/l)		14.72	1	0.82	0.65	0.52	0.3
2	Hiệu suất xử lý Fe (%)			93.21	94.43	95.58	96.47	
3	Mangan (mg/l)		1.97	0.77	0.51	0.42	0.35	0.3
4	Hiệu suất xử lý Mn (%)			60.90	74.11	78.68	82.23	
5	SS (mg/l)		18.5	2.09	1.07	0.7	0.54	-
6	Hiệu suất xử lý SS (%)			88.70	94.21	96.22	97.08	
7	Độ đục (NTU)		11	6	5	4.5	3	2
8	Hiệu suất xử lý độ đục (%)			45.46	54.55	59.09	72.73	

Từ bảng 3.2 ta thấy hiệu suất xử lý các thông số Fe, Mn, SS và độ đục tăng dần theo thời gian xử lý.

- Hiệu suất xử lý Fe tăng dần từ 93.21% đến 96.47%.

- Hiệu suất xử lý của Mn tăng từ 60.91% đến 82.23%.
- Đồng thời hàm lượng SS giảm từ 2.09 mg/l đến 0.64 mg/l. Hàm lượng SS giảm thì độ đục cũng giảm theo từ 6 NTU xuống còn 3 NTU.

Sau 40 phút xử lý hàm lượng các thông số giảm mạnh nhưng vẫn không đạt QCCP so với QCVN 01: 2009/BYT.

Hàm lượng Fe là 0.52 mg/l cao hơn QCVN 0.3 mg/l.

Mn là 0.35 mg/l cao hơn QCVN 0.3 mg/l.

Tiến hành khảo sát trên hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ với lưu lượng nước đầu vào là 30 lít và mật độ cây là 21 cây/m² cho kết quả theo bảng 3.3 dưới đây:

Bảng 3.3: Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan theo thời gian lưu qua lọc cát có kết hợp dương xỉ.

STT	Thời gian lưu Chi tiêu	Đầu vào	10 phút	20 phút	30 phút	40 phút	QCVN 01:2009/ BYT
1	Sắt (mg/l)	14.72	0.74	0.53	0.42	0.29	0.3
2	Hiệu suất xử lý Fe (%)		94.97	96.4	97.15	98.03	
3	Mangan (mg/l)	1.97	0.51	0.44	0.3	0.27	0.3
4	Hiệu suất xử lý Mn (%)		74.11	77.67	84.77	86.29	
5	SS (mg/l)	18.5	1	0.78	0.56	0.42	-
6	Hiệu suất xử lý SS (%)		94.6	95.78	96.97	97.73	
7	Độ đục (NTU)	11	4.7	3.2	2.5	1.82	2
8	Hiệu suất xử lý độ đục (%)		57.3	70.91	77.3	83.46	

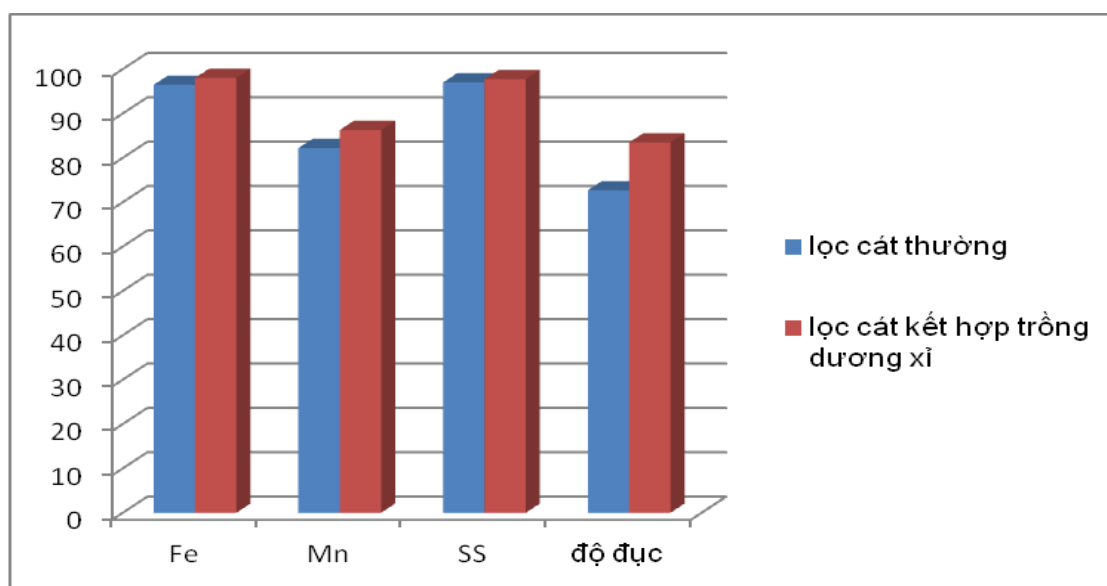
Nhận xét: Từ kết quả khảo sát của bảng số liệu 3.3 cho thấy hàm lượng các thông số giảm rất tốt theo thời gian lưu từ 10 phút đến 40 phút.

- Nồng độ sắt so với QCCP của BYT gấp từ 2.47 xuống còn 0.97 lần.

- Nồng độ mangan so với QCCP của BYT gấp từ 1.7 xuống 0.9 lần.
- Hàm lượng SS giảm từ 1mg/l xuống còn 0.42 mg/l.
- Độ đục cũng giảm theo các thông số trên. So với QCCP cao từ 2.35 xuống 0.91 lần.

Vậy, với thời gian 40 phút xử lý thì hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ cho hàm lượng các thông số đạt QCCP của BYT.

Hình 3.1: Hiệu suất xử lý một số thông số trong nước giếng khoan ở thời gian lưu 40 phút



Kết quả cho thấy khả năng xử lý của hệ thống kết hợp giữa cát và trồng cây dương xỉ cao hơn so với hệ thống chỉ lọc với cát thông thường với cùng điều kiện xử lý. Hiệu quả xử lý tăng khi thời gian lưu nước tăng. Do tăng thời gian lưu thì càng tăng thời gian để ion Fe và Mn ở dạng hòa tan thành dạng không tan kết tủa là sắt (III) hydroxit và đioxit mangan. Với hệ thống có dương xỉ, cây hấp thụ các ion kim loại qua bộ rễ nên làm giảm hàm lượng chất ô nhiễm tốt hơn.

Thời gian lưu nước tối ưu của hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ là 40 phút đảm bảo khả năng xử lý nước ổn định và đáp ứng QCCP. Với thời gian này, cây dương xỉ vẫn có thể sống tốt, đảm bảo sinh trưởng và phát triển bình thường.

3.3. Khảo sát hiệu quả xử lý Fe, Mn, độ đục, SS bằng hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ theo mật độ cây.

Dựa vào kết quả khảo sát xử lý theo thời gian lưu tối ưu đã được nghiên cứu phần 3.2. Khảo sát thực hiện với thời gian tối ưu là 40 phút. Lưu lượng đầu vào là 30 lít.

Thay đổi số cây trồng cho mô hình để tìm mật độ cây thích hợp cho hệ thống.

Bảng 3.4: Kết quả khảo sát xử lý một số thông số trong nước giếng khoan bằng hệ thống lọc cát có kết hợp dương xỉ theo số cây trồng.

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Đầu vào	Mật độ cây (cây/m ²)					QCVN 01:2009/BYT
				3 cây	9 cây	15 cây	21 cây	27 cây	
1	Fe	mg/l	15.13	0.66	0.56	0.42	0.28	0.12	0.3
2	Hiệu suất xử lý Fe	%		95.64	96.3	97.22	98.15	99.20	
3	Mn	mg/l	1.79	0.64	0.48	0.44	0.25	0.2	0.3
4	Hiệu suất xử lý Mn	%		64.25	73.18	75.42	86.03	88.83	
5	SS	mg/l	17.89	1	0.82	0.61	0.45	0.32	-
6	Hiệu suất xử lý SS	%		94.41	95.42	96.59	97.49	98.21	
7	Độ đục	NTU	11	5.6	4	3.2	1.8	1	2
8	Hiệu suất xử lý độ đục	%		49.1	63.64	70.91	83.64	90.91	

Nhận xét : Từ bảng kết quả khảo sát 3.4 cho thấy các thông số khảo sát thay đổi theo số cây trồng. Các thông số giảm chậm nhưng vẫn đạt được hiệu quả mong muốn.

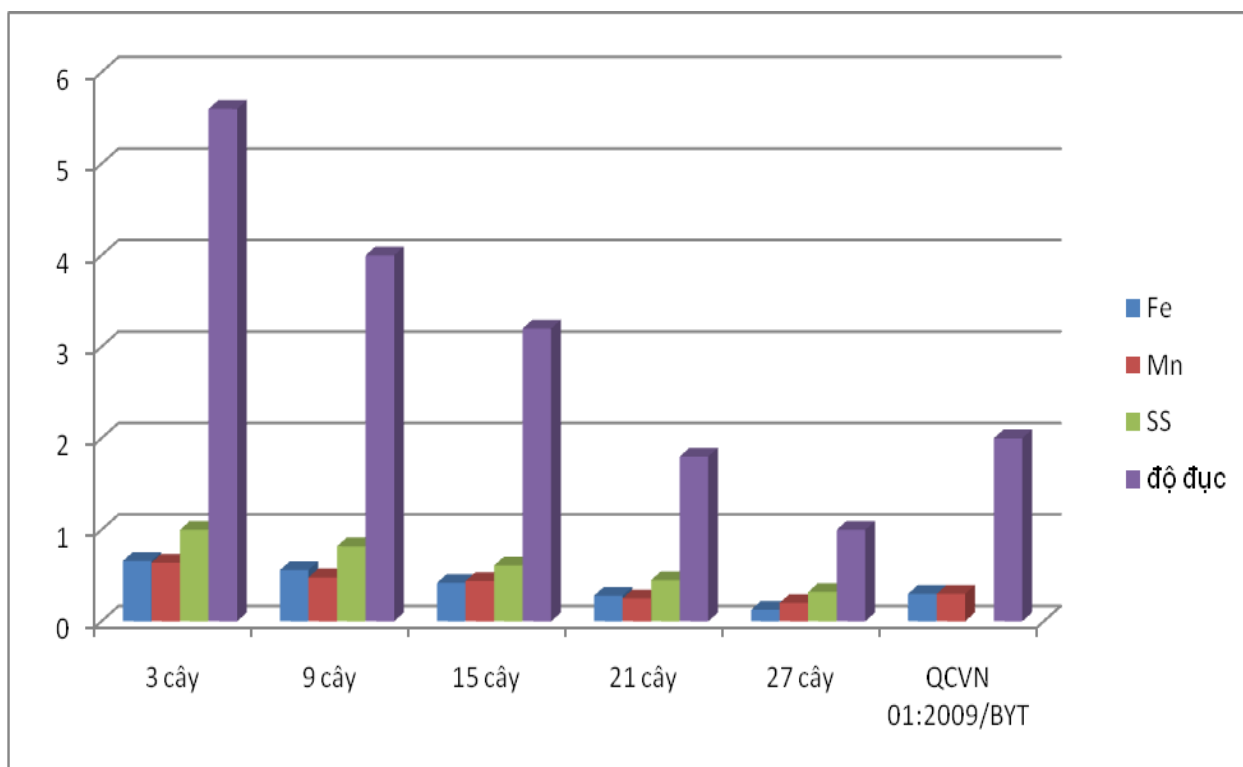
- **Nồng độ sắt:** giảm dần từ 2.2 lần với mật độ 3 cây/m² tới 0.4 lần với mật độ là 27 cây/m² so với QCCP của BYT. Hiệu suất xử lý của hệ thống lọc tăng từ 95.64% đến 99.2% theo mật độ cây.

- Nồng độ mangan: giảm từ 2.13 lần tới 0.67 lần so với QCCP của BYT với mật độ từ 3 cây/m² tới 27 cây/m². Với hiệu suất xử lý Mn tăng đáng kể từ 64.25% đến 88.83%.
- Hàm lượng SS: giảm từ 1mg/l đến 0.32 mg/l. Hiệu suất xử lý tăng từ 94.41% đến 98.21%.
- Độ đục: thay đổi theo mật độ cây như các thông số trên giảm từ 2.8 đến 0.5 lần so với QCCP của BYT. Độ đục có hiệu suất xử lý tăng cao nhất từ 49.1% đến 90.91%.

So với QCVN của BTMT chỉ với mật độ 3 cây/m², 9 cây/m² và 15 cây/m² thì các chỉ số nghiên cứu không đạt QCCP.

Các chỉ số giảm chậm và thấp nhưng cũng ảnh hưởng rất lớn tới hiệu suất xử lý của hệ thống.

Hình 3.2: Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số của nước giếng khoan của hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ theo mật độ cây.



Biểu đồ tại hình 3.2 cho thấy mật độ cây càng tăng thì khả năng xử lý nước càng tốt. Do khi số cây càng nhiều thì càng tăng số lượng bộ rễ hấp thụ ion trong một thể tích nước. Với mật độ cây là 27cây/m². Các chỉ tiêu nghiên cứu đều đạt QCCP của BYT. Mật độ này thích hợp để cây sống và phát triển.

3.4. Khảo sát hiệu quả xử lý Fe, Mn, độ đục, SS bằng hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ theo lưu lượng đầu vào.

Dựa vào kết quả phần 3.2 và 3.3, khảo sát hiệu quả hệ thống lọc theo thời gian lưu nước và khảo sát theo mật độ cây. Khảo sát hệ thống lọc theo lưu lượng đầu vào với thời gian lưu là 40 phút và hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ có mật độ cây là 27 cây/m².

Bảng 3.5: Kết quả khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan của hệ thống lọc cát có kết hợp dương xỉ theo lưu lượng đầu vào.

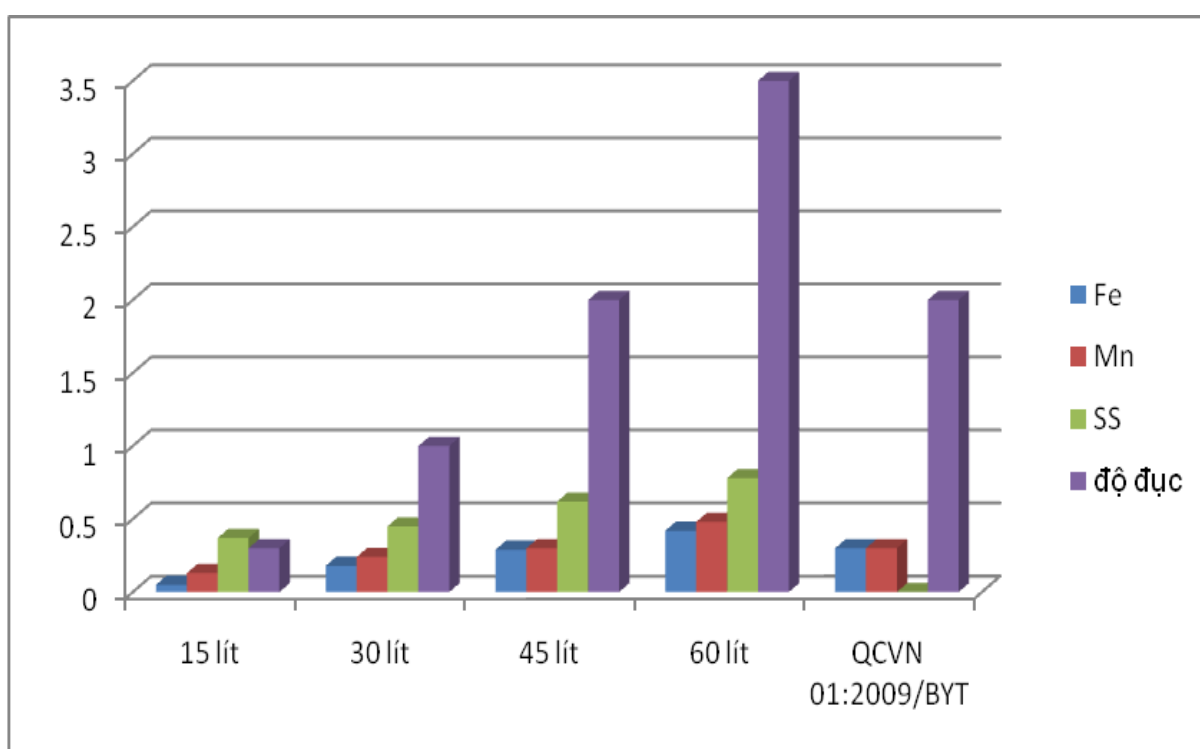
STT	Lưu lượng	Đơn vị	Đầu vào	15 lít	30 lít	45 lít	60 lít	QCVN 01:2009/BYT
	Chi tiêu							T
1	Sắt	mg/l	15.67	0.05	0.18	0.29	0.42	0.3
2	Hiệu suất xử lý Fe	%		99.68	98.85	98.15	97.32	
3	Mangan	mg/l	2.1	0.13	0.24	0.3	0.48	0.3
4	Hiệu suất xử lý Mn	%		93.81	88.57	85.71	77.14	
5	SS	mg/l	20.77	0.37	0.45	0.62	0.78	-
6	Hiệu suất xử lý SS	%		98.22	97.83	97.01	96.25	
7	Độ đục	NTU	10.5	0.3	1	2	3.5	2
8	Hiệu suất xử lý độ đục	%		97.14	90.48	80.95	66.67	

Nhận xét: Từ bảng kết quả khảo sát 3.5, kết luận thấy khi tăng dần lưu lượng nước đầu vào thì hiệu quả xử lý và nồng độ các chỉ tiêu sẽ thay đổi theo:

- Hiệu suất xử lý nồng độ sắt giảm từ 99.68% xuống 97.32% với lưu lượng đầu tăng từ 15 lít đến 60 lít. Hiệu suất xử lý giảm không nhiều nhưng chỉ số nồng độ Fe khi lưu lượng đầu vào là 60 lít đã vượt qua QCCP.
- Hiệu suất xử lý nồng độ Mn giảm rõ hơn Fe từ 93.81% xuống 77.14%. So với QCCP thì ở lưu lượng đầu vào 60 lít cao hơn tới 0.18 mg/l.

- Hiệu suất xử lý hàm lượng SS giảm từ 98.22% đến 96.25% tương đương với hàm lượng SS trong nước sau xử lý tăng 0.37 mg/l đến 0.78 mg/l.
- Độ đục là thông số có hiệu suất thay đổi theo lưu lượng đầu vào cao nhất. Từ 97.14% xuống 66.67%. Do hàm lượng các thông số trên ảnh hưởng tới độ đục vượt qua QCCP ở lưu lượng 60 lít.
- Với lưu lượng 30 lít thì hiệu suất xử lý các thông số Fe, Mn, SS, độ đục đạt hiệu quả cao nhất lần lượt là 98.85%, 88.57%, 97.83% và 90.48%.

Hình 3.3: Kết quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan của hệ thống lọc cát kết hợp dương xỉ với các lưu lượng.



Biểu đồ thể hiện sự thay đổi hàm lượng các thông số nghiên cứu. Mô hình có khả năng xử lý đến 45 lít nước đảm bảo các thông số nghiên cứu đạt QCCP. Khi tăng lưu lượng đầu vào tới 60 lít thì lượng ion kim loại và chất lơ lửng cao hơn làm tăng lượng chất cần xử lý trên một đơn vị vật liệu lọc và quá khả năng hấp thụ của cây do đó làm giảm hiệu quả xử lý của mô hình, chất lượng nước cũng giảm, vượt quá QCCP, cụ thể: Hàm lượng Fe cao hơn 1.4 lần, Mn cao hơn 1.6 lần, độ đục cao hơn 1.74 lần.

Lưu lượng tối ưu của hệ thống lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ tìm được là 30 lít tất cả các thông số bảo đảm QCCP của BYT. Khi lưu lượng đầu vào là 60 lít thì hàm lượng các thông số đã vượt QCCP.

3.5 Khảo sát hiệu quả xử lý một số thông số trong nước giếng khoan của hệ thống xử lý với các điều kiện tối ưu:

Với kết quả nghiên cứu ở phần 3.2, 3.3, 3.4 tạo một hệ thống với điều kiện tối ưu: thời gian lưu là 40 phút, mật độ 27 cây/m², lưu lượng đầu vào thích hợp cho hệ thống với lưu lượng tối ưu tìm được ở phần 3.4 là 30 lít.

Bảng 3.6: Kết quả quá trình xử lý một số thông số trong nước giếng khoan tại bể thực có hệ thống lọc kết hợp trồng cây dương xỉ.

STT	Ngày	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra	Hiệu suất xử lý	QCVN 01:2009/BYT
	Chỉ tiêu					
1	Sắt	mg/l	15.98	0.254	98.41%	0.3
2	Mangan	mg/l	2.05	0.286	86.45%	06.3
3	SS	mg/l	21.2	0.52	97.55%	-
4	Độ đục	NTU	10	2	80%	2

Nhận xét: Như vậy, các thông số nghiên cứu đều đạt vượt mức yêu cầu QCCP. Hiệu suất xử lý một số thông số trong nước ngầm rất cao Fe đạt 98.41%, Mn đạt 86.45%, SS đạt 97.55%, độ đục đạt 80%.

Nước sau khi qua xử lý của hệ thống lọc đảm bảo được nồng độ của các thông số đạt quy chuẩn sẽ không gây ảnh hưởng xấu tới sức khỏe của người dân sử dụng trực tiếp nguồn nước, đạt được hiệu quả mong muốn. Khả năng xử lý tăng lên sau một khoảng thời gian. Do cây dương xỉ thích ứng với điều kiện sống mới, vật liệu lọc có một lớp màng lọc bên ngoài.

Để hệ thống vận hành tốt, ổn định về chất lượng nước cần thỉnh thoảng vệ sinh bể, khi thời gian lâu lá cây có thể rụng xuống nhiều, bỏ đi lớp cát mỏng trên

bể lọc khoảng 3 tháng một lần. 6 tháng cần tiến hành rửa vật liệu lọc, thay thế những cây dương xỉ không phát triển tốt.

Chương 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1 Kết luận:

Qua quá trình nghiên cứu xử lý nước ngầm dùng cho sinh hoạt tại xã Thanh Thủy, Thanh Hà, Hải Dương thu được các số liệu của các thông số nghiên cứu về hàm lượng sắt, hàm lượng mangan, hàm lượng SS, độ đục. Kết quả cho thấy tất cả các thông số sắt, mangan, độ đục và hàm lượng SS trong nước đầu vào đều vượt QCCP nước ngầm dùng trong sinh hoạt:

- Nồng độ sắt theo QCVN 09:2008 về chất lượng nước ngầm của BTNMT từ 2.94 đến tới 3.2 lần, và QCVN 01:2009 về chất lượng nước dùng trong sinh hoạt của BYT từ 49.07 đến 53.27 lần.

- Nồng độ mangan cao gấp 3.59 đến 4.2 lần theo QCVN 09:2008/BTNMT. So với QCVN 01:2009/ BYT từ 5.97 đến 7 lần.

- Hàm lượng SS cao từ 18.5 đến 21.2 mg/l gây trở ngại khi sử dụng nước trong sinh hoạt.

- Độ đục quy định trong QCVN 01:2008/BTNMT cao gấp 5 tới 6 lần.

Với mục đích xử lý nước ngầm tại địa phương đạt QCCP đáp ứng nhu cầu sinh hoạt của người dân, hệ thống xử lý nước bằng cát kết hợp trồng cây dương xỉ được nghiên cứu. Mô hình nghiên cứu có kích thước bể lọc 30 x 50 x 55 cm, lớp cát dày 25 cm, mật độ cây là 27 cây/m². Mô hình có khả năng xử lý Fe, Mn, SS, độ đục trong 30 lít nước đạt hiệu quả cao nhất với thời gian lưu là 40 phút.

Qua khảo sát hiệu quả xử lý nước theo thời gian lưu, mật độ cây và lưu lượng, em xây dựng được một mô hình hệ thống xử lý nước ngầm với các điều kiện tối ưu. Mô hình thực tế cho được hiệu quả:

- Nước sau khi được xử lý cho thấy các thông số nghiên cứu sắt, mangan, SS, độ đục đạt QCCP của BYT (QCVN 01:2009). Hiệu suất xử lý cao với Fe đạt 98.41%, Mn đạt 86.45%, SS đạt 97.55%, độ đục đạt 80%.

- Thiết kế bể và vận hành hệ thống đơn giản, hợp điều kiện kinh tế.

- Vật liệu lọc thân thiện với môi trường, dễ kiểm, dễ thay.

4.2 Kiến nghị:

Kết quả thực nghiệm cho thấy hệ thống xử lý nước bằng lọc cát kết hợp trồng cây dương xỉ đem lại hiệu quả cao đối với nước ngầm tại xã Thanh Thủy – Thanh Hà – Hải Dương. Vì vậy hệ thống có thể áp dụng rộng rãi vào thực tế.

Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian nên nghiên cứu nên chỉ khảo sát được hiệu quả xử lý trên một số thông số. Để hoàn thiện hệ thống xử lý nước ngầm với mục tiêu đạt đủ các yêu cầu về nước sạch trong sinh hoạt theo QCCP thì cần có các nghiên cứu thêm các thông số khác như về độ cứng, As, Coliform, thủy ngân, amoni...cũng như về các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý như thay đổi độ dày của vật liệu lọc, xử lý theo bậc... Ngoài ra nên so sánh với các phương pháp xử lý khác về hiệu quả xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Bảo, “Hóa Nước”, NXB xây dựng.
- [2] Phạm Ngọc Hồ, Đồng Kim Loan, Trịnh Thị Thanh, “Giáo trình cơ sở môi trường nước”, NXB giáo dục Việt Nam.
- [3] Lê Văn Khoa, “Khoa học môi trường”, NXB Giáo dục – Hà Nội, 2002.
- [4] Từ Vọng Nghi, Huỳnh Văn Trung, Trần Tứ Hiếu, “Phân tích nước” – (NXB khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1986).
- [5] Nguyễn Thị Thu Thủy, “ Xử lý nước cấp sinh hoạt và công nghiệp”, NXB Khoa Học Và Kỹ Thuật – Hà Nội, 2002.
- [6] Trung tâm đào tạo ngành nước và môi trường, “ Sổ tay xử lý nước “, tập I, NXB Xây Dựng – Hà Nội, 1999.
- [7] http://vi.wikipedia.org/wiki/Tài_nguyên_nước.
- [8] http://vi.wikipedia.org/wiki/Lớp_dương_xi.
- [9] <http://tailieu.vn/tag/tai-lieu>.
- [10] <http://www.qdnd.vn/qdnds/vi-VN/61/43/11/11/11/243879/Default.aspx>
- [11] <http://greensol.com.vn/nuoc-cap/96-su-o-nhiem-cua-nuoc-ngam>.
- [12] <http://www.baomoi.com/Bao-dong-nguy-co-o-nhiem-nguon-nuoc-ngam>.