XÁC ĐỊNH, ĐÁNH GIÁ "ĐỘ CỨNG TỔNG" TRONG NƯỚC GIẾNG SINH HOẠT CỦA MỘT VÀI HỘ DÂN Ở TỔ DÂN PHỐ 15, PHƯỜNG BẮC LÝ, THÀNH PHỐ ĐỒNG HỚI

HOÀNG THỊ CẨM CHƯƠNG[a], NGUYỄN THỊ DIỆU LINH[a], HOÀNG THỊ THÚY VỮNG[a]
PHẠM THỊ THU LOAN[a], DƯƠNG ĐÌNH QUÂN[b], NGUYỄN MẬU THÀNH[c]

[a]Lớp ĐHSP Hóa học K53, Trường Đại học Quảng Bình
[b]Lớp ĐHSP Hóa học K52, Trường Đại học Quảng Bình
[c]Khoa Khoa học Tự nhiên, Trường Đại học Quảng Bình

1. Đặt vấn đề

Nước là tài nguyên vô cùng quan trọng và quý giá đối với sự tồn tại của mọi sinh vật, đó là khởi nguồn của sự sống. Tuy nhiên cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ, nhu cầu của con người ngày càng được nâng cao, cuộc sống ngày càng cải thiện. Kéo theo đó là các vấn đề ô nhiễm môi trường, ô nhiễm nguồn nước ngày càng nghiêm trọng do chất thải của các nhà máy, xí nghiệp, công trình đô thị thải ra môi trường chưa qua xử lý, các chất thải rắn do con người sử dụng trong sinh hoạt hàng ngày không được thu gom để xử lý triệt để đã làm ô nhiễm và ảnh hưởng đến chất lượng của các nguồn nước ngầm. Chúng ta đã và đang sử dụng nguồn nước ngầm này để phục vụ cho ăn uống, sinh hoạt của mình. Vì vậy, vấn đề sức khỏe của con người đang bị đe dọa nghiêm trọng nếu như chất lượng nước không được đảm bảo [2, 4].

Nước cứng là nước có chứa các cation Ca^{2+}, Mg^{2+} (M^{2+}) tự do ở dạng muối tan như $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$ (ít tan)... Độ cứng tổng được xác định bằng tổng cộng hàm lượng cation (M^{2+}) và được biểu thị bằng mg $CaCO_3$/lít. Nó ảnh hưởng xấu tới sức khỏe con người, làm tăng nguy cơ bị sỏi thận và các bệnh khác, ngoài ra trong sinh hoạt và sản xuất nước cứng làm tắc nghẽn nồi hơi gây lãng phí nhiên liệu, năng lượng, làm tăng nguy cơ cháy nổ mất an toàn. Dùng nước cứng để giặt giũ sẽ làm giảm tác dụng của xà phòng... Tuy thành phố Đồng Hới đã có nhà máy nước sạch và cung cấp nước đến đại đa số người dân nhưng một bộ phận không nhỏ sinh viên tại Trường Đại học Quảng Bình, một số hộ dân vẫn còn dùng nước giếng cho việc sinh hoạt hàng ngày của mình, đặc biệt là ăn, uống. Từ thực tế đó nhóm tác giả chọn đề tài: ***"Xác định, đánh giá độ cứng tổng trong giếng nước sinh hoạt của một vài hộ dân ở tổ dân phố 15, phường Bắc Lý, thành phố Đồng Hới"*** nhằm mục đích vận dụng kiến thức mình đã học vào thực tiễn để kiểm tra độ cứng tổng trong nước của một số giếng mà chính nhóm tác giả đang dùng cho sinh hoạt. Với hy vọng đóng góp thêm thông tin về độ cứng tổng trong nước, từ đó so sánh với tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) về chất lượng nước sinh hoạt. Để góp phần phục vụ cho vấn đề an toàn chất lượng nước, bảo vệ sức khỏe con người.

2. Thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu

2.1. Thiết bị, dụng cụ

Dụng cụ thủy tinh: pipet, buret, cốc, bình hình nón, ống nghiệm, bình định mức, phễu, đũa thủy tinh...

- Cân phân tích (10^{-4}g) điện tử AUW 220D Shimazu;
- Máy đo pH FE20 FiveEasy ™, thang đo pH...

2.2. Hóa chất

- Dung dịch chuẩn EDTA 0,002M ($Na_2C_{10}H_{14}N_2O_8$ viết tắt là Na_2H_2Y)
- Nước giếng (thuộc khu vực tổ dân phố 15, phường Bắc Lý, TP. Đồng Hới)
- Hỗn hợp đệm NH_3-NH_4Cl (pH=9-10)
- Chỉ thị EriocromdenT

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Phạm vi nghiên cứu

- Phạm vi nghiên cứu: Một số giếng (G) nước sinh hoạt ở tổ dân phố 15, phường Bắc Lý, TP. Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình.
- Thời gian nghiên cứu: Từ tháng 01 đến tháng 05 năm 2014.

2.3.2. Chuẩn bị mẫu

- Quy cách lấy mẫu: Tại mỗi mặt cắt trên địa bàn, tìm hiểu số giếng còn sử dụng cho sinh hoạt chọn những khoảng cách hợp lý để lấy mẫu. Khoảng cách bình quân 1 giếng nước cách nhau 800-1.000m.
- Tần suất lấy mẫu: 2 tuần/1 đợt; lấy mẫu 5 đợt.
- Thiết bị đựng mẫu: Chai polietylen dung tích 500 ml, sạch.
- Bảo quản mẫu: Mẫu nước sau khi lấy vào chai, vặn nắp kín và để nơi thoáng mát, có nhiệt độ ổn định và đưa về phòng thí nghiệm.
- Thời gian và điều kiện thời tiết các đợt lấy mẫu được nêu chi tiết trong bảng 1:

Bảng 1: Thời gian lấy mẫu và điều kiện thời tiết

STT	Đợt lấy mẫu	Thời gian, điều kiện thời tiết
1	02/03/2014	Sáng, khoảng từ 9-11h, thời tiết nóng bức - nắng
2	16/03/2014	Sáng sớm, khoảng từ 6-8h, thời tiết mát mẻ
3	31/03/2014	Buổi chiều, khoảng từ 15-17h, thời tiết nóng bức - nắng
4	13/04/2014	Buổi chiều tối, khoảng từ 17-18h, thời tiết mát mẻ
5	26/04/2014	Buổi sáng, khoảng từ 6-8h, thời tiết mát mẻ, sau mưa

2.3.3. Phương pháp đo giá trị pH

pH là chỉ số đo độ hoạt động của các ion hiđrô (H^+) trong dung dịch và vì vậy là độ axít hay bazơ của nó. Trong các hệ dung dịch nước, độ hoạt động của ion hiđrô được quyết định bởi hằng số điện ly của nước (K_w) = $1{,}011 \times 10^{-14}$ ở 25°C) và tương tác với các ion khác có trong dung dịch. Màu sắc của các chất chỉ thị pH có thể được chia làm 14 thang bậc thông dụng (thang pH). Các phép đo cực kỳ chính xác có thể thực hiện trên một khoảng pH rộng bằng sử dụng các chất chỉ thị có nhiều trạng thái cân bằng chung với các phương pháp quang phổ để xác định sự phổ biến tương đối của mỗi thành phần phụ thuộc pH đã tạo ra màu của dung dịch. Hoặc sử dụng máy đo pH. Trong báo cáo này chúng tôi sử dụng máy đo pH có sẵn trong phòng thí nghiệm.

2.3.4. Phương pháp chuẩn độ complexon [2, 3]

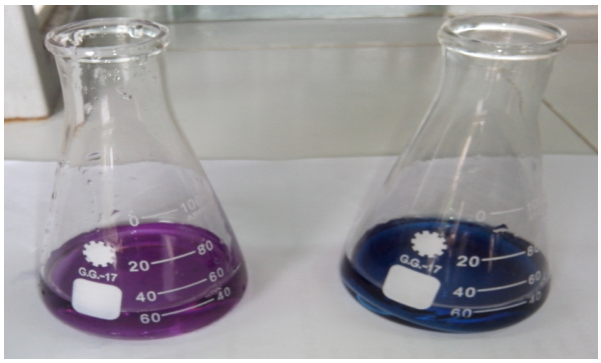
Dùng phương pháp chuẩn độ complexon trực tiếp. Đây là phương pháp chuẩn độ complexon đơn giản và phổ biến nhất dùng để xác định độ cứng của nước. Chúng tôi thực hiện phép chuẩn độ tổng M^{2+} trong mẫu nước trực tiếp bằng EDTA (ở dạng muối Na_2H_2Y với chỉ thị EriocromdenT (H_2In^-) và duy trì môi trường pH từ 9-10 trong quá trình chuẩn độ bằng hệ đệm NH_3+NH_4Cl. Xác định thể tích EDTA đã dùng trong phép chuẩn độ, từ đó tính được độ cứng của nước theo đơn vị mg $CaCO_3$/lít.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Quy trình xác định hàm lượng M^{2+} trong nước

* Pha hóa chất được thể hiện qua hình 1:

Hình 1: Quá trình phân tích trong phòng thí nghiệm



Hình 2: Sự chuyển màu của dung dịch từ tím hoa cà sang xanh chàm

Dung dịch Na_2H_2Y 0,002M. Hòa tan 0,744g $Na_2H_2Y.2H_2O$ pha loãng thành 1 lít.

Hỗn hợp đệm NH_3-NH_4Cl (pH=10): Trộn 70gam NH_4Cl với 570ml NH_3 đặc (d=0,90) và pha loãng thành 1 lít.

Chỉ thị EriocromdenT: Thêm 10ml dung dịch đệm NH_3-NH_4Cl vào 0,5gam chất chỉ thị, thêm rượu etylic vào cho đến 100ml.

* Các bước tiến hành:

Cho dung dịch EDTA vào buret đã được rửa sạch và tráng bằng EDTA.

Dùng pipet hút 4ml mẫu nước cần phân tích vào bình tam giác. Thêm 5ml hỗn hợp đệm NH_3+NH_4Cl. Thêm 2 giọt chỉ thị EriocromdenT, lắc đều. Chuẩn độ bằng dung dịch EDTA cho tới khi dung dịch chuyển từ màu tím hoa cà sang màu xanh chàm như hình 2. Ghi lại giá trị EDTA trên buret. Thực hiện phép chuẩn độ thêm 5 lần rồi lấy $\overline{V}_{EDTA}$

3.2. Kết quả phân tích

3.2.1. Xác định giá trị pH trung bình

Để xác định giá trị pH trung bình trong nước sinh hoạt ở các giếng chúng tôi sử dụng thang đo pH và đo độ pH của nước mỗi giếng trong mỗi đợt tại phòng thí nghiệm, ghi lại kết quả pH của từng mẫu nước và tính trung bình theo công thức:

$$\overline{pH} = \frac{pH_1 + pH_2 + pH_3 + pH_4 + pH_5}{5}$$

Kết quả pH trung bình thể hiện qua bảng 2.

Bảng 2: Giá trị pH trung bình trong các giếng so với TCVN

TT	Giếng	Kết quả pH trung bình	pH theo TCVN 5502	Kết luận
1	G1	7,4	6,0 ÷ 8,5	Đạt
2	G2	7,2		Đạt
3	G3	7,5		Đạt
4	G4	7,6		Đạt
5	G5	7,4		Đạt

Từ bảng 2 cho thấy giá trị pH trong nước giếng sinh hoạt của các hộ dân nói trên nằm trong

phạm vi an toàn cho phép theo TCVN 5502, hay nói cách khác là giá trị pH đạt.

3.2.2. Xác định độ cứng tổng

- Thể tích EDTA trong các lần chuẩn độ và thể tích EDTA trung bình của từng giếng được ghi lại tại bảng 3: với $\overline{V}_{T_G} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5}$

Bảng 3: Thể tích EDTA trong các lần chuẩn độ

Giếng	Đợt	Thể tích các lần chuẩn độ (ml)					Thể tích trung bình
		V1	V2	V3	V4	V5	$\overline{V}$
G1	1	7,20	7,00	7,30	7,10	7,40	*7,20*
	2	6,90	6,5	6,6	6,50	6,70	*6,64*
	3	6,90	6,95	7,0	6,90	6,80	*6,91*
	4	7,00	6,90	7,10	7,10	6,80	*6,98*
	5	6,90	7,10	7,00	7,10	7,20	*7,06*
G2	1	2,70	2,50	2,70	2,80	2.70	*2,68*
	2	2,30	2,40	2,10	1,90	2,30	*2,20*
	3	2,20	2,30	2,30	2,10	2,10	*2,20*
	4	2,30	2,40	2,30	2,50	2,40	*2,38*
	5	2,30	2,50	2,50	2,40	2,50	*2,44*
G3	1	3,50	3,20	3,30	3,30	3,20	*3,30*
	2	3,20	3,40	3,30	3,30	3,30	*3,30*
	3	4,20	4,30	4,20	4,30	4,30	*4,26*
	4	4,00	4,20	4,20	4,30	4,30	*4,20*
	5	4,20	4,30	4,30	4,20	4,40	*4,28*
G4	1	5,30	5,40	5,10	5,30	5,50	*5,28*
	2	4,40	4,50	4,40	4,60	4,50	*4,48*
	3	5,00	5,00	4,90	5,00	5,00	*4,98*
	4	5,10	5,20	5,10	5,30	5,10	*5,16*
	5	5,10	5,20	5,10	5,10	5,20	*5,14*
G5	1	5,20	5,10	5,20	5,30	5,00	*5,16*
	2	4,60	4,50	4,30	4,50	4,40	*4,46*
	3	5,10	4,80	4,90	4,80	4,70	*4,86*
	4	4,60	4,70	4,50	4,70	4,70	*4,64*
	5	4,80	4,80	4,70	4,90	4,90	*4,82*

Từ bảng 3 có thể thấy thể tích EDTA các lần chuẩn độ của các đợt thay đổi không đáng kể, điều đó cho thấy thời tiết lấy mẫu ảnh hưởng rất ít (chưa có quy luật) đến độ cứng tổng trong thời gian ngắn. Mặt khác chúng tôi tính được thể tích trung bình của mỗi giếng trong toàn đợt, cụ thể cho G1 như sau:

$$\overline{V_{T_D}} = \frac{V_{Đ_1} + V_{Đ_2} + V_{Đ_3} + V_{Đ_4} + V_{Đ_5}}{5} = \frac{7,2 + 6,64 + 6,91 + 6,98 + 7,06}{5} = 6,96\,(\text{ml});\ (1)$$

Phản ứng chuẩn độ:

$\longrightarrow M^{2+} + H_2In^- \qquad MIn^- + 2H^+$

(phản ứng trước chuẩn độ)

(Màu tím hoa cà)

$\longrightarrow MIn^- + H_2Y^{2-} \qquad MY^{2-} + 2H^+ + HIn^{2-}$

(màu xanh chàm)

Áp dụng công thức $C_{M^{2+}}.V_{H_2O} = C_{EDTA}.V_{EDTA}$ [2, 5]

$$\Rightarrow C_{M^{2+}} = \frac{C_{EDTA}.\overline{V}_{T_{Đ}\,EDTA}}{V_{H_2O}} = \frac{0,002.6,96}{4} = 3,48.10^{-3}\ (\text{mol/lít})\ (2)$$

Vậy độ cứng tổng (q) của nước trong G1 là:

$$q = \frac{\overline{V}_{T_D}.C_{EDTA}.10^3.1000}{V_{H_2O}} = \frac{6,96.0,002.10^3.1000}{4} = 348\ (\text{mg}\,CaCO_3/\text{lít})\ (3)$$

Tương tự trên, áp dụng công thức (1), (2) và (3) tính thể tích trung bình toàn đợt của EDTA và độ cứng tổng của nước trong các giếng còn lại ta thu được bảng 4.

Bảng 4: Thể tích trung bình toàn đợt của EDTA, nồng độ M^{2+} trong nước và độ cứng của nước

TT	Giếng	Thể tích trung bình toàn đợt ($\overline{V}_{T_D}(ml)$)	Nồng độ M^{2+} (mol/lít)	Độ cứng ($mgCaCO_3$/lít)
1	G1	6,96	$3,48.10^{-3}$	348,00
2	G2	2,38	$1,19.10^{-3}$	119,00
3	G3	3,87	$1,94.10^{-3}$	193,50
4	G4	5,01	$2,51.10^{-3}$	250,50
5	G5	4,79	$2,40.10^{-3}$	239,50

3.3. Đánh giá độ cứng theo tiêu chuẩn nước sinh hoạt (TCVN 5502:2003)

Trên cơ sở độ cứng tổng trong nước tính được, người ta phân loại và đánh giá chất lượng nước theo các thang điểm q. Có nhiều cách phân loại hay mức độ cứng khác nhau, nhưng phổ biến nhất là phân thành 4 loại (hay 4 mức) theo TCVN có thang điểm từ 0-300 mg $CaCO_3$/l theo bảng 5 dưới đây.

Bảng 5: Phân loại độ cứng theo TCVN 5502 [7, 8]

Mức	Độ cứng (mg $CaCO_3$/l)	Giải thích
I	0-50	Nước mềm
II	50-150	Nước hơi cứng
III	150-300	Nước cứng
IV	> 300	Nước rất cứng

Từ tiêu chuẩn này chúng tôi đã so sánh với độ cứng của nước ở các giếng đã tiến hành chuẩn độ và kết quả thu được ở bảng 6:

Bảng 6: Kết quả so sánh độ cứng của nước giếng đã phân tích với tiêu chuẩn an toàn cho phép

TT	Giếng	Độ cứng (mg $CaCO_3$/l)	Kết luận
1	G1	348,00	Nước rất cứng - vượt quá tiêu chuẩn cho phép
2	G2	119,00	Nước hơi cứng - trong tình trạng an toàn
3	G3	193,50	Nước cứng - trong tình trạng an toàn; báo động
4	G4	250,50	Nước cứng - trong tình trạng an toàn; báo động
5	G5	239,50	Nước cứng - trong tình trạng an toàn; báo động

Từ bảng 6 chúng ta thấy độ cứng tổng trong nước giảm giảm theo thứ tự : G1 > G4 > G5 > G3 > G2.

3.4. Đề xuất phương pháp xử lý nước cứng [2, 3, 5]

**** Phương pháp nhiệt***

Cơ sở lý thuyết của phương pháp này là dùng nhiệt để bốc hơi khí cacbonic hòa tan trong nước (phương pháp thông dụng). Trạng thái cân bằng của các hợp chất cacbonic sẽ chuyển dịch theo phương trình phản ứng sau:

$2HCO_3^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O + CO_2$

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$

Nên $Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2 + H_2O$

Tương tự cho Mg^{2+}, tuy nhiên, khi đun nóng, nước chỉ khử được hết khí CO_2 và giảm độ cứng cacbonat của nước, còn lượng $CaCO_3$ hòa tan vẫn còn tồn tại trong nước.

****Phương pháp hóa chất***

Trong thực tế áp dụng hàng loạt phương pháp xử lý nước bằng hóa chất với mục đích kết hợp các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} hòa tan trong nước thành các hợp chất không tan dễ lắng và lọc. Các hóa chất thường dùng để làm mềm nước là vôi, sođa Na_2CO_3, xút NaOH, hyđrôxit bari $Ba(OH)_2$, photphat natri Na_3PO_4.

Chọn phương án làm mềm nước bằng hóa chất cần phải dựa vào chất lượng nước nguồn và mức độ làm mềm cần thiết. Trong một vài trường hợp có thể kết hợp làm mềm nước với khử sắt, khử silic, khử photphat…

Ngoài ra trong mỗi trường hợp cụ thể phải dựa trên cơ sở so sánh kinh tế kỹ thuật giữa các phương pháp, đặc biệt là với phương pháp làm mềm bằng cationit. Chưng cất nước: về nguyên tắc, nước cất có thể coi là H_2O tinh khiết hoàn toàn.

Lọc RO (thẩm thấu ngược): công nghệ lọc RO cho phép loại bỏ gần như tất cả các chất hòa tan và không hòa tan ra khỏi nước, nước lọc RO có thể coi là H_2O tinh khiết (tuy không bằng nước cất).

- Phương pháp 1: Khử độ cứng cacbonat của nước bằng vôi

Khử độ cứng cacbonat của nước bằng vôi có thể áp dụng trong trường hợp ngoài yêu cầu giảm độ cứng cần phải giảm cả độ kiềm của nước.

- Phương pháp 2: Làm mềm nước bằng vôi và sođa (Na_2CO_3)

Làm mềm nước bằng vôi và sođa là phương pháp có hiệu quả đối với thành phần ion bất kỳ của nước. Khi cho vôi vào nước khử được độ cứng canxi và magiê ở mức tương đương với hàm lượng của ion hyđrôcacbonat trong nước.

Phương pháp lọc thẩm thấu RO

Ngoài những phương pháp trên thì vào những năm 50 của thế kỉ trước con người đã phát minh ra công nghệ lọc nước RO bằng quá trình lọc thẩm thấu máy lọc nước RO cho ra được nước tinh khiết và loại bỏ được hoàn toàn các muối chứa canxi và magiê có trong nước.

**** Phương pháp sử dụng lõi lọc nano***

Về mặt kỹ thuật, để sản xuất được màng lọc có kích thước nano đó là một bước tiến lớn về mặt công nghệ. Với mắt sàng chỉ với kích thước 1/tỷ mét, kết quả lọc sẽ là rất tốt. Không một loại vi khuẩn hay vi rút nào có thể xâm nhập qua màng này.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

- Đã xác định giá trị pH của 5 giếng nước sinh hoạt của một vài hộ dân, kết quả cho thấy giá trị pH đạt tiêu chuẩn trong nước sinh hoạt.

- Đã chuẩn độ, xác định được độ cứng tổng của nước trong giếng sinh hoạt bằng phương pháp chuẩn độ complexon. Kết quả cho thấy độ cứng tổng trong nước giảm dần theo thứ tự G1 > G4 > G5 > G3 > G2.

- Đã so sánh độ cứng tổng xác định được trong 5 giếng trên với TCVN về nước sinh hoạt, kết quả cho thấy G1 nước rất cứng, vượt mức cho phép G4, G5 và G3 nước cứng, nằm trong mức cho phép nhưng theo chúng tôi cũng đã đến mức sắp báo động; riêng G2 nước mềm.

- Đã đề xuất được các phương pháp xử lý nước cứng từ thông dụng đến phương pháp hiện đại, tùy theo điều kiện kinh tế của từng hộ dân để áp dụng.

4.2. Kiến nghị

Với thời gian có hạn nên nhóm nghiên cứu chỉ phân tích 5 giếng nước sinh hoạt điển hình trong khu vực nói trên, với chỉ số độ cứng tổng, giá trị pH của nước trong phạm vi cho phép. Vậy xin đưa ra các kiến nghị như sau:

- Tiếp tục phân tích các chỉ tiêu thông dụng của nước sinh hoạt như: Màu sắc, mùi vị, độ đục, các hàm lượng antimon, clorua, chì, đồng, kẽm, sắt, nitrat...

- Xử lý nước trước khi sử dụng, đặc biệt dùng trong ăn uống, động viên chủ trọ bắt nước máy có đồng hồ riêng cho sinh viên, với chính sách "*dùng bao nhiêu - trả tiền bấy nhiêu*" ■

Tài liệu tham khảo:

[1]. Vũ Cao Đàm (2002), *Xã hội học môi trường,* Nxb Khoa học và Kỹ thuật.

[2]. Đào Phương Diệp, Đỗ Văn Huê (2007), *Giáo trình hóa học phân tích - Các phương pháp định lượng hóa học*, Nxb Đại học Sư phạm.

[3]. Nguyễn Thị Thu Nga (2007), *Giáo trình hóa học phân tích - Hướng dẫn thực hành,* Nxb Đại học Sư phạm.

[4]. Lê Thanh Vân (2004), *Con người và môi trường,* Nxb Đại học Sư phạm.

[5]. *Sổ tay xử lý nước* Tập I & II (1999), (Bản dịch từ tiếng Pháp: Memento Techbique L'cau), Nxb Xây dựng Hà Nội.

[6]. *Tìm hiểu luật bảo vệ môi trường (2006),* Nxb Lao động Xã hội.

[7]. TCVN 5502-2003; nước cấp sinh hoạt - yêu cầu chất lượng nước.

[8].http://greensol.com.vn/nuoc-cap/117-tac-hai-cua-cac-chi-tieu-nuoc-vuot-nguong.