



يادداشت فني

ارزیابی تأثیر نصب پمپ و مخزن بر کیفیت آب مصرفی داخل ساختمان و تأسیسات، در شبکه توزیع آب محدوده سه راه آذری شهر تهران (مطالعه موردی)

نویسندگان :

محمد رضا بختیاریان، محمد تقی ساداتی پور، محمد ربانی، سعید اسکندری

دریافت: ۹۶/۳/۱۰

پذیرش: ۹۶/۵/۱۶

ناشر : مهندسين مشاور طرح و تحقيقات آب و فاضلاب

قرارگيری در نوبت چاپ : سال ۹۶

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر عمل شود:

{اسم نویسنده(گان)، (سال)، "عنوان مقاله"، مجله آب و فاضلاب، قرار گرفته در نوبت چاپ سال ۹۶، به نشانی: wwcerd.com}

«حرکت استفاده از مطالب این مقاله فقط با ذکر نام مجاز است»

ارزیابی تأثیر نصب پمپ و مخزن بر کیفیت آب مصرفی داخل ساختمان و تأسیسات، در شبکه توزیع آب محدوده سه راه آذری شهر تهران (مطالعه موردی)

یادداشت فنی

محمدرضا بختیاریان^۱، محمد تقی ساداتی پور^۲، محمد ربانی^۳، سعید اسکندری^۴

۱- کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب و فاضلاب، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد تهران شمال، تهران، ایران
(نویسنده مسئول) ۲۶۳۱۶۲۹۲ (۰۲۱) bakhtaiarian110@yahoo.com

۲- دکترای محیط زیست دریایی، هیئت علمی گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد تهران شمال، تهران، ایران

۳- دکترای شیمی، هیئت علمی گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد تهران شمال، تهران، ایران

۴- استاد گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد تهران شمال، تهران، ایران

پذیرش ۹۶/۵/۱۶

(دریافت ۹۶/۳/۱۰)

چکیده

به دنبال الزام مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان وزارت نیروی کشور ایران در مورد حفاظت از شبکه آب شهری در ساختمان‌های مسکونی بیش از ۴ طبقه با بیش از ده واحد آپارتمانی و ضرورت داشتن مخزن ذخیره آب با گنجایش ۱۲ ساعت مصرف، در این پژوهش به ارزیابی تأثیر بهره‌برداری نادرست بر خرابی کنتور، تعمیرات اضافی در شبکه توزیع و کیفیت آب شرب مخازن ذخیره نصب شده در داخل ساختمان‌های بلند مرتبه پرداخته شد. در این پژوهش از روش مشاهده میدانی وضعیت سیستم پمپ و مخزن ساختمان استفاده شد. نمونه‌برداری و آنالیزهای کیفی بر اساس کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵ صورت پذیرفت و بانک اطلاعاتی امور مشترکان و بهره‌برداری شرکت آب و فاضلاب به‌عنوان منبع آمار مورد استفاده قرار گرفت. آزمون‌های کیفی متداول بر روی ۵۰ مخزن نشان داد که ۱۰ درصد نمونه‌ها دارای بار باکتریایی هتروتروف کمتر از ۵۰۰ cfu/ml و ۸ درصد نمونه‌ها دارای آلودگی کل کلیفرم بود. کدورت بالاتر از ۱ NTU در برخی مخازن مشاهده شد. این مقدار کدورت هر چند از نظر استاندارد قابل قبول است، اما به کنترل‌های جدی‌تری نیاز دارد. ۴/۸۲ درصد مشترکان اقدام به پمپاژ مستقیم کرده بودند که افزایش قابل توجهی در هزینه، خرابی کنتور و افت فشار را در پی داشته است. بررسی کیفیت میکروبی مخازن ساختمان‌ها نشان می‌دهد که احتمال آلودگی میکروبی در آب شرب مخازن ذخیره خانگی، خرابی کنتور و ایجاد تعمیرات اضافی شبکه آبرسانی به وسیله عوامل انسانی و محیطی وجود دارد. از این رو انجام بازدیدهای دوره‌ای و پیگیری‌های قانونی برای شرکت‌های آب و فاضلاب و ادارات بهداشت امری ضروری است.

واژه‌های کلیدی: مقررات ملی ساختمان، مخزن آب شرب، کیفیت آب مصرفی، کدورت

۱- مقدمه

مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان در نظر گرفته‌اند (Ministry of Energy 1997).

سازمان بهداشت جهانی^۱ در سال ۲۰۰۲ در راستای اجرای برنامه ایمنی آب^۲ اعلام کرده که برای آب ساختمان‌ها علاوه بر برنامه ایمنی آب شبکه و تصفیه‌خانه‌ها، لازم است یک برنامه ویژه ایمنی آب تدوین شود (Bartram 2004). کامپل و همکاران در سال ۲۰۱۳ عنوان کرده‌اند تقریباً یک سوم سیستم آبرسانی در آفریقا،

در بند چهارم مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان آمده است که به‌منظور حفاظت از شبکه آب شهری در ساختمان‌های مسکونی بیش از ۴ طبقه یا بیش از ده واحد آپارتمانی، ضرورت دارد مخزن ذخیره آب با گنجایش ۱۲ ساعت مصرف، بر اساس ۱۵۰ لیتر برای هر نفر در شبانه روز پیش‌بینی شود (Research Center for Roads 2012). در این زمینه شرکت‌های آب و فاضلاب شهری بر اساس آئین‌نامه عملیاتی مشترکان خود توصیه‌ها و الزاماتی را همسو با

¹ World Health Organization (WHO)

² Water Safety Plan (WSP)

در سال ۲۰۰۷ در پژوهشی در نیجریه به منظور تعیین اثرات رنگ مخازن ذخیره آب روستایی بر کیفیت آب ذخیره شده، از آزمون باکتریولوژیکی کل کلیفرم و باکتری های هتروتروف استفاده شد (Eniola et al. 2007). در سال ۲۰۰۳ در پژوهشی اثرات طولانی مدت ذخیره آب در مخازن بر کیفیت میکربی آب در جوامع روستایی بررسی شد. در شرایطی که ۷۲ ساعت از زمان ذخیره در مخازن پلی اتیلنی یا استیل گالوانیزه شده گذشته بود، از آزمون کلیفرم گوارشی و هتروتروف پلیت کانت (HPC) استفاده شد (Momba & Natshe 2003). در پژوهشی در سال ۲۰۱۳ عنوان شد که در آمریکای شمالی به صورت سالانه بیش از ۳ میلیون دلار برای تعمیرات در شبکه توزیع آب هزینه می شود. (Saadeh et al. 2013). عوامل انسانی نیز در خرابی تأسیسات شبکه توزیع نقش دارند (Samba et al. 2016). در این پژوهش به طور مشخص به تأثیر بهره برداری نادرست بر خرابی کنتور و تعمیرات اضافی در شبکه توزیع به همراه ارزیابی کیفی آب شرب مخازن ذخیره پرداخته شد.

۲- روش کار

در این پژوهش از روش مشاهده و بازدید میدانی در محدوده شهرداری ۹ و ۱۰ شهر تهران به همراه یک لیست کنترلی حاوی ۹ پرسش، توسط مأمورین قرائت کنتور از وضعیت سیستم پمپ و مخزن ساختمان های جامعه آماری، استفاده شد. روش جمع آوری نمونه به منظور آزمون میکربی از مخازن ذخیره آب و آنالیز نمونه ها مطابق استاندارد متد سال ۲۰۰۵ صورت پذیرفت. همچنین از آزمون باکتریولوژیکی کل کلیفرم به روش Ready Cult و باکترهای هتروتروف به روش بشقابی (HPC) استفاده شد. براساس گزارش نرم افزار مشترکان شرکت آب و فاضلاب، ساختمان هایی با بیش از ۸ واحد مسکونی که از تاریخ ۱۳۸۹/۱/۱ تا ۱۳۹۴/۱۲/۲۹ در منطقه مورد مطالعه انشعاب آب دریافت کرده اند، تعداد ۱۶۳۴ ساختمان بلندمرتبه در یک محدوده ۲۸۰ هکتاری به دست آمد. برای تعیین حجم نمونه از فرمول آماری شارل کوکران استفاده شد (Daneshian et al. 2013).

برای تعیین اشتراک های مورد بازدید از بین جامعه آماری با کمک روش منظم یا سیستماتیک ۳۱۱ اشتراک تعیین شد

آمریکای لاتین و بیش از نیمی از تأمین آب شرب در آسیا به صورت غیر دائم و موقت انجام می شود (Kumpel & Nelson 2013).

با توجه به گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۰۴، حدود ۳/۲ درصد از مرگ و میر و ۴/۲ درصد از بیماری ها در سراسر جهان به بیماری های اسهالی ناشی از مصرف آب آلوده و عدم رعایت بهداشت و نظافت نسبت داده شده است (Nath et al. 2006).

تأمین آب از نظر کیفیت، کمیت، زمان و مکان باید مورد توجه دائمی قرار گیرد زیرا نقش قابل توجهی در توسعه اجتماعی و اقتصادی جوامع بشری دارد. ماهیت نامنظم آبرسانی، ذخیره آب را به یک رویه عمومی در میان خانواده ها تبدیل کرده است (Eniola et al. 2007).

در پژوهشی در سال ۲۰۰۳ نشان داده شد که مدت زمان ذخیره سازی، کیفیت میکروبیولوژیکی آب ذخیره شده را تحت تأثیر قرار می دهد (Momba & Notshe 2003). آب شرب در طی مراحل جمع آوری، ذخیره سازی، انتقال و مصرف در منازل آلوده می شود (Tambekar et al. 2008).

نگهداری ضعیف، یکی از عوامل نامطلوب شدن کیفیت آب شرب در ظروف نگهداری موقت است (Trevett et al. 2004). روش ذخیره سازی آب شرب در نگهداشت کیفیت میکربی آب تأثیر بسزایی دارد و جنس ظروف نگهداری در این مسئله موثر است (Packiyam et al. 2016).

سازمان بهداشت جهانی طی گزارشی در سال ۲۰۰۲ عنوان کرد که به دلیل امکان رشد مجدد میکروارگانیسم ها در اثر راکد بودن آب در شبکه توزیع آب شرب از روش آزمون HPC در کنار سایر شاخص ها مانند دما و کلیفرم گوارشی استفاده می شود. عوامل مؤثر بر کیفیت آب شرب مخازن ذخیره خانگی شامل حمل و نقل، مقاومت و طول عمر، دهانه درپوش دار و قابلیت برداشت از شیر آب است (Sobsey & Water 2002). در پژوهشی که رنجبر وکیل آبادی و همکاران در سال ۲۰۱۰ در ارتباط با مخازن آب شرب اتوبوس های پایانه مسافری بوشهر انجام داده اند، فاکتورهایی مانند دما، pH، کلر باقیمانده، تعداد کل کلیفرم (TC) و کلیفرم گوارشی (E.Coli) اندازه گیری شده است (Ranjbar Wakilabadi et al. 2012).

جدول ۱- آزمون‌های کیفی

Table 1. The quality tests

Water splits visited	Users's tank	Number of bacterial samples	Samples with heterotrophic bacteria	Samples with total coliform contamination	Average pH
311	232	50	10 percent	8 percent	7.6

جدول ۲- مقایسه مقادیر پارامترهای کیفی با استاندارد ۱۰۵۳ ملی ایران

Table 2. Comparison of quality tests with Iranian National Standard Code 1053

type of test	average detected	permissible concentration
Residual free chlorine	6.0 mg/L	5.0 mg/L
Turbidity	5.0 NTU	Desirable value ≤ 1 / maximum permissible 5 NTU
Heterotrophic bacteria	Standard deviation 56	CFU/ml 500
Total coliform	8 percent	0

مطابق استاندارد ۱۰۵۳ مقدار کدورت در محدوده ۱ تا ۵ NTU مشکلی برای سلامتی ندارد. مقدار مذکور نشان دهنده تفاوت در کیفیت بهره‌برداری از مخزن است. در جدول ۲ به‌طور خلاصه مقایسه مقدار پارامترهای کیفی با استاندارد ۱۰۵۳ ارائه شده است. آزمون کلر باقیمانده بر اساس روش رنگ‌سنجی مقدار ۰/۶۱ میلی‌گرم در لیتر را نشان داد. وجود کلر باقیمانده آزاد در حد استاندارد، مانع آلودگی ثانویه در مخازن ذخیره شده است. اندازه‌گیری مقدار pH در ۵۰ نمونه برداشت شده به‌طور میانگین ۷/۶ بود. در ۵۹/۷۴ درصد ساختمان‌ها، سیستم پمپ و مخزن نصب شده بود و در ۲۰/۵۸ درصد ساختمان‌ها سیستم پمپ و مخزن علی‌رغم الزامات مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان نصب نشده بود و در ۴/۸۲ درصد پمپاژ مستقیم از شبکه توزیع صورت می‌گرفت که از بین این اشتراک‌ها ۴۰ درصد ساختمان‌ها مسبب تعمیرات اضافی بر روی اتصالات و متعلقات کنتور آب بوده‌اند و در مورد ۶۶/۶ درصد ساختمان‌ها کنتور مشترک تعویض پیش از موعد داشته است.

۴- نتیجه‌گیری

بررسی کیفیت میکربی نشان می‌دهد احتمال آلودگی میکربی در مخازن ذخیره‌خانه‌گی به‌وسیله عوامل انسانی و محیطی وجود دارد. با وجود کدورت بیش از ۱ NTU و مقدار باکتری‌های هتروتروف و

(Khaki 1999). به دلیل یکسان بودن بافت فرهنگی منطقه مورد مطالعه و یکسان بودن فشار و منبع تأمین آب شبکه توزیع آب تحت پوشش، تعداد ۵۰ نمونه میکربی با استفاده از روش مذکور انتخاب شد. آنالیز کل کلیفرم و HPC، آنالیز میکربی، تست کلر باقیمانده به روش رنگ‌سنجی، دما، کدورت به روش نفلومتریک و pH بر اساس روش‌های کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵ صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

بررسی ۵۰ مورد از مخازن ذخیره آب شرب ساختمان‌ها نشان داد که ۱۰ درصد نمونه‌ها دارای بار باکتریایی هتروتروف کمتر از ۵۰۰ cfu/ml و ۸ درصد نمونه‌ها دارای آلودگی کل کلیفرم بوده است (جدول ۱). در سال ۲۰۱۵ در پژوهشی که در ۹۰۵ خانوار روستایی انجام شد، نشان داده شد که ۲۰ درصد خانه‌های مسکونی عادت به بستن درب مخازن آب شرب خانگی نداشته‌اند (Stocker & Mosler 2015). این عادت‌های رفتاری مشترکان نیز در نحوه نگهداری مخازن آب شرب اهمیت دارد. در این پژوهش به دلیل حضور کلر باقیمانده، مقدار پارامترهای میکربی پایین‌تر از حد مجاز بود.

نتایج آزمون باکتری‌های هتروتروف نشان داد که حداقل و حداکثر HPC به ترتیب ۳۰ و ۵۰ برحسب cfu در میلی‌لیتر بوده است. در ۱۰ درصد نمونه‌ها، میزان کدورت بالای ۱ NTU و در بقیه موارد پایین‌تر از این مقدار بود و حداکثر کدورت ۳/۱۴ NTU بود.

افزایش ۴۰ درصد انجام تعمیرات اضافی شبکه، انجام بازدیدهای دوره‌ای و پیگیری‌های قانونی برای شرکت‌های آب و فاضلاب امری ضروری است و تأثیر مستقیمی بر کاهش هزینه‌های جاری شرکت‌های مذکور خواهد گذاشت.

امکان رشد جلبک و سایر میکروارگانیسم‌های مولد طعم و بو و حتی باکتری‌های کلیفرم در مخازن آب شرب، نظارت و شستشوی دوره‌ای مخازن اهمیت زیادی دارد و این امر ایجاد یک سازوکار نظارتی در بین سازمان نظام مهندسی و ادارات بهداشت را ضروری می‌نماید. با توجه به ۶۶ درصد خرابی کنتور آب و

References

- Bartram, J., Cotruvo, J., Exner, M., Fricker, C. & Glasmacher, A., 2004, "Heterotrophic plate count measurement in drinking water safety management: Report of an Expert Meeting Geneva, 24-25 April 2002", *International Journal of Food Microbiology*, 92(3), 241-247.
- Daneshian, B. & Pirouz, B., 2013, *Discrete event systems simulation with arena*, 1st Ed., Islamic Azad University of Lahijan Pub., Lahijan, Iran. (In Persian)
- Eniola, K.I.T., Obafemi, D.Y., Awe, S.F., Yusuf, I.I., Falaiye, O.A. & Olowe, A.O., 2007, Effects of containers and storage conditions on bacteriological quality of borehole water", *Nature and Science*, 5(4), 461-477.
- Khaki, G.R., 1991, *Research method in thesis writing publisher*, 1st Ed., Baztab Pub., Tehran. (In Persian)
- Kumpel, E., & Nelson, K.L., 2013. "Comparing microbial water quality in an intermittent and continuous piped water supply", *Water Research*, 47(14), 5176-5188.
- Ministry of Energy, 1997, *Executive order regulation & the general conditions of the water & wastewater tariffs*, The Approval of Energy Ministry ; No: 43344/23/10, Tehran. (In Persian)
- Momba, M.N. & Notshe, T.L., 2003. "The microbiological quality of groundwater-derived drinking water after long storage in household containers in a rural community of South Africa", *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 52(1), 67-77.
- Nath, K.J., Bloomfield, S.F. & Jones, M., 2006, "Household water storage, handling and point-of-use treatment, A review commissioned by IFH", <<http://www.ifh-homehygiene.org>>.
- Packiyam, R., Kananan, S., Pachaiyappan, S. & Narayanan, U., 2016, "Effect of storage containers on coliforms in household drinking water", *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 5(1), 461-477.
- Ranjbar Wakilabadi, D., Dobaradaran, S., Kazemi Wakilabady, T., Tahmasbi, R., Ravanipur, M. & Farahmandnia, M., 2012, "Bacterial quality of drinking water in Bushehr intercity buses in 2010", *Journal of Fasa University of Medical Sciences*, 2(3), 187-192. (In Persian)
- Research Center for Roads, 2012, *Sixteenth issue national regulation of building in Iran*, 3rd Ed., Tose Pub., Tehran, Iran. (In Persian)
- Saadeh, M., Beck, S. & Ngwenya, K., 2013, *Optimal design of water distribution system to minimize risk of water main breaks in western fort wayne*, Purdue University Fort Wayne, Indiana University.

- Samba, C., Baldeh, M., & Tuffour, K., 2016, "Analysis of water pipeline breaks", *World Journal of Engineering and Technology*, 4(2), 220.
- Sobsey, M.D. & Water, S., 2002, *Managing water in the home: Accelerated health gains from improved water supply*, World Health Organization, USA.
- Stocker, A. & Mosler, H.J., 2015, "Contextual and sociopsychological factors in predicting habitual cleaning of water storage containers in rural Benin", *Water Resources Research*, 51(4), 2000-2008.
- Tambekar, D.H., Gulhane, S.R., Jaisingkar, R.S., Wangikar, M.S., Banginwar, Y.S. & Mogarekar, M.R., 2008, "Household water management: A systematic study of bacteriological contamination between source and point-of-use", *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(2), 241-246.
- Trevett, A.F., Carter, R.C. & Tyrrel, S.F., 2004, "Water quality deterioration: A study of household drinking water quality in rural Honduras", *International Journal of Environmental Health Research*, 14(4), 273-283.

Investigating the Effect of Pump and Reservoir on the Quality of Water Inside Buildings and Utilities Case Study: Water Distribution Network in Azari District in Tehran

M. R. Bakhtiarian¹, M. T. Sadatipour², M. Rabani³, S. Eskandari⁴

1. MSc in Water & Wastewater Engineering, Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran
(Corresponding Author) (+98 21) 26316292 bakhtiarian110@yahoo.com
2. PhD of Marine Environment, Faculty Member of Environmental Health and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran
3. PhD of Chemistry, Faculty Member of Environmental Health and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran
4. Prof. of Environment, Faculty Member of Environmental Health and Technology, Islamic Azad University, Tehran North Branch, Tehran

(Received May 31, 2013 Accepted Aug. 7, 2017)

Abstract

Requirements of the Issue Sixteen of the Iranian National Building Code demand the protection of the drinking water network inside residential buildings over 4 stories or with more than 10 units. These buildings should also be supplied by a tank which suffices 12 hours of consumption. Accordingly this research has been done to investigate the effect of incorrect operation on Water Meter failures, additional repairs in the distribution network, and quality of drinking water in storage tanks installed in high-rise buildings. In this study the field inspection of pump and reservoir system was used and sampling and qualitative analyzes were carried out according to the 2005 edition of the "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". As a source of consumption data, the utilization database of Water and Wastewater Company was used. The routine qualitative tests were performed on 50 tanks in which 10% of the samples had heterotrophic bacterial load with a deviation of 56%. 8% of the samples had total Coliforms contamination. Although it is acceptable in standard terms, but turbidities higher than 1 NTU in some tanks required more consideration. Direct pumping was made by 4.82% of the users which significantly increased the costs, water meter failures, and pressure drops. Investigating the microbial quality of the buildings tanks showed that there was a potential for microbial contamination in drinking water storage tanks. There were also potentials for more meter failures and additional maintenance of the water supply network due to human and environmental factors. Therefore, periodic visits and legal follow-ups by the Water and Wastewater Company and the Public Health Authority are essential.

Keywords: National Building Code, Drinking Water Tank, Water Quality, Turbidity.