Archive of SID

مطالعه و بررسی موردی آب‌انبارهای استان هرمزگان از منظر بهداشتی

جبروت قنبری باغستانی[۱]، وحید لطیف زاده[۲]، سعید لطیف زاده[۳]، عبدالحمید حمزه پور[۴]، علی دهقانی تلگردو[۵]

۱. شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان

۲. گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه هرمزگان

۳. پژوهشکده هرمز- دانشگاه هرمزگان

۴. شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان

۵. شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان

چکیده

در این تحقیق به بررسی و مطالعه و بررسی موردی آب‌انبارهای استان هرمزگان از منظر بهداشتی پرداخته شده است. مردمان خطه‌ی جنوب ایران، به ویژه در مناطق غربی استان هرمزگان علیرغم دسترسی به آب آشامیدنی در بسیاری از مناطق، هنوز هم به دلیل شیرینی، زلالی و گوارایی از آب‌انبارها بهره می‌برند. در این تحقیق آب پنج آب‌انبار مطرح استان هرمزگان مورد مطالعات آزمایشگاهی قرارگرفته است. مطالعات آزمایشگاهی مبنی بر آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی بوده است. نتایج حاکی از آن است که با صرف وقت و هزینه محدود طی یک برنامه مدیریتی مناسب می‌توان جان دوباره‌ای به آب‌انبارهای استان هرمزگان بخشید و حتی اقداماتی جهت ساخت نمونه‌های جدید آن بر اساس تحقیقات صورت گرفته در شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان صورت گیرد. این امر نه تنها سبب زنده نگهداشتن یک سنت دیرینه خواهد شد بلکه می‌تواند با توجه به اقلیم خشک بخش‌های مختلف استان هرمزگان به عنوان یک منبع آب ارزشمند مد نظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: آب‌انبار، استان هرمزگان، مطالعه بهداشتی، آزمایش میکروبی، آزمایش بیولوژیکی

مقدمه

اندوخته نمودن آب آشامیدنی برای هر مردمی در هر گوشه‌ای از جهان، امری ضروری است. از مردمی که در کنار دریاها بودند و با آب شور یا بد مزه سرو کار داشتند تا مردمی که در کویر و بخش‌های کم آب جهان بوده و بیش از نیمی از سال بارندگی نداشته و دسترسی به آب با دشواری قرین بوده، و به وجود جایگاه‌هایی برای اندوخته‌ی آب پی‌بردند که پایه‌ی ساخت آب‌انبارها، یعنی کهن‌ترین پدیده‌ی معماری برای نگه‌داری و ذخیره‌ی آب بوده و در روند تاریخ و پیشرفت تمدن بشری تکامل یافت و به شکل امروزی رسید. برخی از پژوهشگران، پدیده‌ی ساخت و ابتکار آب‌انبارها را مانند قنات به ایرانیان نسبت می‌دهند. و می‌گویند: قدمت آب‌انبارها در ایران، هم پای قدمت قنات‌هاست، ولی متاسفانه این دانش خاص ایرانی‌ها هرگز نتوانست آوازه‌ای هم چون قنات در دنیا بیابد. اما کهن‌ترین آب‌انباری که در تاریخ از آن یاد می‌شود، آب‌انباری در شهر اور (نزدیک شهر بصره) بوده که در حدود سال ۲۱۵۰ پیش از میلاد به دستور پادشاه اور بر سکوی زیگورات این شهر با سقفی گنبدی ساخته شده بود. یکی از پژوهندگان به نقل از کتب تاریخی آورده که ایرانی‌ها را سرآمد دانش آب رسانی می‌دانستند. داریوش، پادشاه هخامنشی پس از فتح مصر، این فنآوری ارزنده را به مصریان آموخت تا بدین طریق در مناطق مورد نیاز، همواره آب را در دسترس داشته باشند. گفته

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود تاریخ ایجاد برخی آب‌انبارها در فلسطین به دوران نبطیان باز می‌گردد. اما کهن‌ترین و جالب‌ترین نمونهٔ آب‌انبار شناخته شده در ایران، مربوط است به آب‌انباری در کنار محوطهٔ باستانی شهر تاریخی شوش در استان خوزستان که مربوط به ۱۲۵۰ سال پیش از میلاد و دوران شکوفایی معماری اعلام می‌شود. این آب‌انبار با آجر ساخته شده بود و هنوز بقایای ساختمان آن موجود است که از دوران هخامنشیان، بازماندهٔ چندین آب‌انبار و آب راه گوناگون در کاخ تخت جمشید دیده می‌شود. و بر پایهٔ آثار و رواج ساخت قنات‌ها، سدها و بندها در دورهٔ اشکانیان و ساسانیان که می‌تواند بیانگر پیشرفت قابل توجهی در فناوری ساختمانی باشد. که می‌توان آن‌ها را دستاورد تمدنی ایرانیان در روزگاران کهن دانست[۱]. با آمدن اسلام به ایران و تأکید فراوان دین جدید بر بهداشت و پاکیزگی باعث شد که مخازن آب (حوض، آب‌انبار، خزینه حمام و ...) به عنوان عنصر پایه‌ای در زندگی مردم مورد توجه قرار گیرد و با توجه به گسترش دامنهٔ جغرافیای اسلام و حضور پررنگ ایرانیان در کشورگشایی‌ها، هنر و فن ساخت مخازن آب به ویژه آب‌انبار، به کشورهای چیره شده برده شد و هم زمان با آن دانشمندان ایرانی به شیوه‌های بهتری در ساخت و نگه‌داری آب‌انبار، مانند کاربردهای گنبد، بادگیر، تهویه، خنک سازی آب و غیره دست یافتند که آب‌انبارهای دورهٔ قاجاری را می‌توان از نمونه‌های بسیار قابل توجه در هنر و فن ساخت آب‌انبار دانست[۲و۳]. لذا در این مقاله بر اساس اهمیتی که برای این بنا احراز شده است به مطالعه این ابنیه از منظر بهداشتی پرداخته شده است. بهداشت آب‌انبارها و دقت در آن جز لاینفک طراحی و ساخت آب‌انبارها است. لذا بر اساس آزمایش‌های مد نظر قرار گرفته شده در این مقاله به بررسی بهداشتی پنج مورد از آب‌انبارهای استان هرمزگان و ارائه راهکارهایی برای بهبود موارد بهداشتی پرداخته شده است.

لزوم مطالعه و بررسی بهداشتی آب‌انبارها

با توجه به مطالعات صورت گرفته، اطلاعات جامعی در مورد ساختمان آب‌انبار، حوضچه آبریز آب‌انبار، کانال‌ها و دریچه‌های ورود آب و تهویه هوا و نحوه آبگیری از آب‌انبار تهیه گردید. در مورد فرسایشی و غیرفرسایشی بودن حوضه آبریز، قابل ذکر است در مواردی که بستر حوضه آبریز آب‌انبار از جنس خاک بوده و آب‌انبار در محل مرتع و بیابان احداث گردیده، حوضه آب‌انبار را فرسایشی و در مواردی که حوضه آبریز آب‌انبار شامل کوه‌های اطراف در رودخانه‌های داخل شهر باشد، حوضه آب‌انبار غیر فرسایش در نظر گرفته شده است. با توجه به در نظر گرفتن مقادیر زیاد، متوسط و کم جهت تعیین میزان آلودگی حوضه آبریز قابل ذکر است در مواردی که در بالاست حوضه آبریز آب‌انبار فاضلاب صنعتی، بهداشتی، بیمارستانی و یا فاضلاب سطحی معابر به میزان زیاد وجود داشته باشد میزان آلودگی زیاد، و در مواردی که آب‌انبار در مراتع دور تاز شهر یا دامنه کوه احداث شده، میزان آلودگی کم و در مواردی که مسیر ورود آب از حوضه آبریز آب‌انبار شامل رودخانه‌های داخل شهر باشد که احتمال ورود آب‌های سطحی معابر و فاضلاب روشویی منازل وجود داشته باشد، میزان آلودگی متوسط ذکر گردیده است. از آنجایی که غرب استان از لحاظ بستر زمین شناسی(آهکی، نمکی و...) جهت ورود آب به مخزن آب‌انبار در موقع بارندگی دارای تنوع‌های گوناگونی است، لذا ۵ مورد ازآب‌انبارهای غرب استان از شهرستان بستک، روستای کمشک که بستر این آب‌انبارها غیر فرسایشی و فرسایشی بوده و میزان آلودگی آن با توجه به تعریف بالا کم می‌باشد از لحاظ فیزیکی و شیمیایی، میکروبی و بیولوژیکی مورد بررسی قرار گرفته شده است. این درصورتیست که از این ۵ آب‌انبار برداشت آب شرب شده و مورد استفاده مصرف کننده‌گان است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱:نمایی از روستای کمشک در Google Earth

شکل ۲:نمایی از آب‌انبار درازوی لاوردر Google Earth

انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی

در این تحقیق آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی مطابق جدول (۱) بر اساس استاندارد ۱۰۵۳ آب ایران در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان به طوری موردی برای۵ آب‌انبار واقع در شهرستان بستک روستای کمشک صورت گرفته شده است.

جدول ۱: موارد کنترل شده در آزمایش فیزیکی و شیمیایی

ردیف	آزمایش	شماره استاندارد	واحد	حداکثر مجاز
۱	دما		°C	---
۲	هدایت الکتریکی	2510B	µs/cm	---
۳	کل مواد جامد محلول	2540 C	Mg/L TDS	1500
۴	کدورت	2130B	NTU	5
۵	PH	4500-H+B	---	9
۶	رنگ	2120 C	Pt-Co	15
۷	قلیاییت نسبت به فنل فتالین	2320 B	mg/L CaCO3	---
۸	قلیاییت نسبت به متیل	2320 B	mg/L CaCO3	---

www.SID.ir

Archive of SID

	اورانژ			
۹	سختی کل	2340 B	mg/L CaCO3	500
۱۰	کلسیم	3500 B	mg/L Ca	---
۱۱	منیزیم	3500-Mg.B	mg/L Mg	---
۱۲	سدیم	3500-Na.B	mg/L Na	200
۱۳	پتاسیم	3500-K.B	mg/L K	---
۱۴	آهن	3500-Fe.B	mg/L Fe	0.3
۱۵	منگنز	3500-Mn.B	mg/L Mn	0.4
۱۶	آمونیاک	4500-NH3G	mg/L NH4+	1.5
۱۷	کلراید	4500-Cl.B	mg/L Cl-	400
۱۸	فلوئور	4500-F.D	mg/L F-	1.5
۱۹	سولفات	4500-SO4.E	mg/L SO42-	400
۲۰	فسفات	4500-P.D	mg/L PO4+	---
۲۱	نیترات	4500-NO3-.B	mg/L NO3-	50
۲۲	نیتریت	4500-NO2-.B	mg/L NO2-	3

انجام آزمایش میکروبی

در این مرحله با توجه به نوع آزمایش میکروبی سعی شده است موارد ذکر شده در جدول(۲) مورد بررسی قرار گیرد.

جدول۲ : انجام آزمایش میکروبی

ردیف	نوع آزمایش	روش آزمون
۱	P-A(Presece-absence)	9221D-استاندارد متد
۲	شمارش باکتری‌های هتروتروف(HPC)	9221B.E- استاندارد متد
۳	MPN	9221B.E- استاندارد متد
۴	کلیفرم احتمالی	9221B.E- استاندارد متد
۵	کلیفرم تاییدی	9221B.E- استاندارد متد
۶	کلیفرم‌های گرما پای-تکمیلی	9221B.E- استاندارد متد

انجام آزمایش بیولوژیکی

در آزمایش بیولوژیکی مواردی مطابق جدول(۳) در آزمایشگاه شرکت آب فاضلاب بندرعباس مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

ردیف	نوع آزمایش
۱	Diatomaceae
۲	Chlorophyceae
۳	Cyanophyceae
۴	Protozoa
۵	Rotifera

www.SID.ir

Archive of SID

۶	Crusstaceae

نحوه برداشت آب از آب‌انبار

با توجه به آزمایشات انجام شده از آنجایی که نوسانات کیفی آب زیر سطح یک متری یکنواخت بوده و تغییرات چشمگیری نداشته و همچنین با توجه به گل و لایی که به هنگام آبگیری مخزن در کف، ته نشین می‌شود، برداشت آب به وسیله پمپ کف کش منطقی به نظر نمی‌رسد. بنابراین بایستی تاسیساتی برای پمپ کردن آب در نظر گرفته شود که نه از سطح آب بدلیل لایه‌ای از آلودگی که تشکیل شده است پمپ کند نه از کف بدلیل گل و لایی که تشکیل شده است. لذا برای پیشبرد این موضوع می توان از پمپ شناور استفاده نمود. بدین طریق که وزن پمپ انتخابی را به همراه لوله‌ایی که برای انتقال آب نیاز می‌باشد محاسبه کرده و با توجه به قانون شناوری در سیالات پمپ به همراه متعلقات آن در عمق ۱ متری زیر سطح آب بوسیله بویه شناور نمود. برای اینکه بویه در سطح آب بصورت دلخواه شناور نباشد می‌توان از یک فیکسچر در امتداد دیوار مخزن استفاده نمود که بویه تنها در امتداد عمودی این فیکسچر حرکت نماید. و همچنین بایستی دقت نمود انتهای فیکسچر به حالتی باشد که همواره بویه را از رسیدن به کف کنترل نموده و پمپ آب گل آلود کف را پمپاژ ننماید. رابطه ایی که برای شناوری بویه می‌توان استفاده نمود به شرح ذیل می‌باشد:

$$F_b = \gamma . v + w_{pomp} + w_{other}$$

γ: وزن مخصوص آب

V: حجم پمپ به همراه متعلقات آن

w_{pomp}: وزن پمپ

w_{other}: وزن متعلقات جانبی

بررسی و آنالیز نتایج آزمایشگاهی در زمینه بهداشتی

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و بازدیدهای محلی انجام شده از ۵ آب‌انبار نتایج زیر حاصل گردیده است:

۱. در بیشتر آب‌انبارها، حوضه آبریز مرتع و کمتر حوضه آبریز ، رودخانه بوده است.

۲. میزان آلودگی حوضه آبریز در بیشتر موارد کم، در مواردی متوسط بوده است.

۳. کاربری آب آب‌انبار در بیشتر موارد شرب، و تعدادی بلااستفاده بوده است.

۴. کیفیت آب آب‌انبار در بیشتر موارد خوب و متوسط و در تعدادی نامطلوب بوده است.

۵. با توجه به نتایج آنالیز فیزیکی و شیمیایی آب‌انبار و مقایسه آنها با حداکثر مجاز، نتیجه گیری می‌شود که آب کلیه آب‌انبارها از لحاظ فیزیکی و شیمیایی مطلوب است. اما با توجه به نتایج آزمایش بیولوژیکی می‌توان به این مطلوب دست یافت که آب این برکه‌ها بدون گندزدایی قابل شرب نمی‌باشد. جهت رفع مشکل باکتری ها هتروتروف(HPC) می‌توان ماده گندزدای پرکلرین به میزان نیاز به مخزن آب‌انبار اضافه کرد.

۶. میزان پرکلرین مورد نیاز بر اساس فرمول زیر مشخص شده و پس از حل کردن در آب به مخزن آب‌انبار اضافه می‌گردد و پس از گذشت مدت زمانی حداقل ۶ ساعت بعد از آن می‌توان از آب مخزن برداشت نمود.

$$w = \frac{C \times V}{0.65} \qquad (۱)$$

W: میزان کلر بر حسب گرم

V: حجم مخزن

C: غلظت کلر مورد نیاز

www.SID.ir

Archive of SID

پس از گذشت ۶ ساعت میزان کلر باقیمانده اندازه‌گیری می‌شود و در صورتی که میزان کلر باقیمانده بین 0.2-0.8 باشد، میزان کلر آب در حد مطلوب بوده و می‌توان جهت آب شرب از آن مخزن برداشت نمود.

۷. حداکثر کدورت مجاز NTU 5 می‌باشد که نتیجه اکثر مخازن آب‌انبارها کمتر از 5 بوده و در مواردی که نتیجه آزمایش‌ها بالاتر از 5 باشد می‌بایست از فیلتر استفاده شود که ترجیحاً فیلترهای شنی تحت فشار استفاده شود.

۸.با توجه به این موضوع که اکثر آب‌انبارها در حال حاضر کلر زنی نمی‌شوند لذا موضوع تشکیل هالومتان‌ها در مخزن مطرح نمی‌گردد. همچنین تا زمانی که مخزن آب‌انبارها کلر زنی نشوند نمی‌توان سم سیتوکسین جلبک ها را اندازه گیری نمود.

۹. در بیشتر موارد بستر مراتع فرسایشی و در چند مورد غیر فرسایش می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به موارد فوق و بررسی‌های صورت گرفته و نتایج آزمایش‌ها توجه به موارد زیر در مورد آب‌انبارها مهم خواهد بود.

۱ـ چنانچه بررسی‌های گذشته نشان می‌دهد، مهمترین مسئله آب‌انبارها بهداشت آنهاست. امروزه تنها شیوه بهداشتی کردن آب‌انبارها کلرینه کردن آنها توسط اداره بهداشت محیط است. از این جهت می‌بایست با یک برنامه ریزی صحیح زمانی، فرآیند کلرزنی را با جدیت ادامه داد. هم اکنون در آب‌انبارهای غرب استان برخی از آب‌انبارها تنها یکبار در سال آن هم در هنگام پر شدن آب‌انبار صورت می‌پذیرد که قطعاً رسیدن به وضعیت بهداشتی مطلوب مستلزم صرف وقت و هزینه و تلاش بیشتر در کلرزنی آب‌انبارها می‌باشد.

۲ـ هنوز هم در بسیاری موارد توسط سطل و طناب از آب‌انبارها آب برداشت می‌شود. این کار با توجه به آلودگی سطل و طناب، موجب آلودگی آب‌انبارها می‌گردد و می‌بایست با نصب پمپ شناور کشیدن آب از آب‌انبارها تسهیل گردد.

۳ـ دشواری انتقال آب از آب‌انبارها به منازل که غالباً بوسیله سطل و یا ظروف سرپوشیده پلاستیکی صورت می‌گیرد را می‌توان بوسیله لوله کشی آب آب‌انبارها حل نمود. این لوله ها با قطر کم و تنها جهت انتقال آب آشامیدنی خواهند بود.

۴ـ حتی المقدور کارخانجات و بیمارستان‌ها در حوضه آبریز آب آب‌انبارها (بخصوص مناطقی که چند آب‌انبار در مجاور یکدیگر قرار دارند) احداث نشوند و در صورت احداث، ملاحظات زیست محیطی در خصوص دفع پساب و مواد زائد به عمل آید.

۵ـ مسیرهای مربوط به کانال های آب‌انبارها شناسایی شوند ونقشه های مربوطه تهیه گردد تا هنگام اجرای پروژه‌های عمرانی مسیر آب ورودی قطع نگردد.

۶ـ کلیه دریچه‌های تهویه هوا بوسیله نرده‌های فلزی مسدود گردند تا از ورود آشغال و پرندگان به آب‌انبار ممانعت به عمل آید.

۷ـ از ورود فاضلاب و آب‌های سطحی معابر به رودخانه‌های داخل شهر که عمدتا حوزه آبریز آب‌انبارهای درون شهر می‌باشند ممانعت به عمل آید و در بازه‌های زمانی مشخص نسبت به جمع آوری آشغال‌های بستر کانال، اقدامات لازم به عمل آید.

۸ـ با توجه به قرار گرفتن آب‌انبارها در محل‌های پست، به علت امکان ورود آب باران به آب‌انبار و توجه به این امر که آب‌های سطحی معابر نیز طبیعتاً به طرف آب‌انبارها روانه می‌گردند، تغییر مسیر عبوری فاضلاب و حتی المقدور ممانعت شهروندان از تخلیه آب منازل در معابر بسیار ضروری می‌باشد.

۹ـ درخصوص تعمیر و مرمت سازه آب‌انبارها قابل ذکر است که هم اکنون تنها راه تامین هزینه های تعمیر و نگهداری آب‌انبارها، کمک‌های مردمی می‌باشد که آن هم تنها در اندازه روکش نمودن سقف آب‌انبار و یا تعمیرات جزئی است و تعمیرات کلی نظیر ساخت سقف های فرو ریخته و یا ترمیم کانال‌های خراب شده نیاز به هزینه‌های بیشتری دارد که

www.SID.ir

Archive of SID

به دلیل عدم تأمین این هزینه ها از کمک‌های مردمی، آب‌انبار مورد نظر غیر قابل استفاده شده و به مرور زمان به محل انباشت آشغال و فضولات تبدیل می‌گردد. لذا نگهداری این سازه‌ها قطعاً مستلزم حمایت از طرف سازمان‌های دولتی و تامین هزینه‌های مربوطه می‌باشد. ضمن اینکه تعیین مسئول و سرپرست آب‌انبارها توسط شورای هر محله نیز می‌تواند بسیار مفید و موثر باشد.

پیشنهادهایی برای بهره وری مجدد از آب‌انبارها

۱- احیاء بهینه سازی، مرمت و نگهداری آب‌انبارها به عنوان نمادی از فرهنگ و هنر منطقه ایی.

۲- توجه به شیوه‌های بومی نگهداری آب و دستیابی به پایداری به منظور فرهنگ سازی حفظ منابع آب در مناطق کم آب استان.

- تهیه شناسنامه جامع آب‌انبارها.

– شناسایی موقوفات، واقفین و متولیان آب‌انبارها.

- تعیین افراد جهت تولیت آب‌انبارها ... .

۶- مشارکت مردمی، مسوولان دولتی و کارشناسان در حفظ این سازه بومی.

- فرهنگ سازی عمومی در استفاده از آب‌انبار به عنوان شبکه دوم آب شهری.

– ساماندهی شیوه‌های آبگیری آب‌انبارهایی که هنوز مورد استفاده مردم است.

۹- ایجاد محل‌هایی در مدخل آب‌انبارها جهت استفاده عمومی (مثلا استفاده از الکتروپمپ برای انتقال آب به ورودی آب‌انبار ...)

منابع:

[۱]"آب‌انبار های شهر یزد" پژوهش و نگارش حسین مسرت.

[۲]فضل الله کریمی قطب آبادی و محمد ملکی"آبانبارها، نماد فرهنگ و معماری تاحیه لارستان"، ۱۳۸۹.

[۳]استاد معمار آب‌انبار ساز آقای حسن عبدی.

www.SID.ir