Archive

شانزدهمین کنفرانس ملی شهرسازی ،معماری،عمران ومحیط زیست

ارزیابی فنی و اقتصادی مرمت و بازسازی مخازن بتنی آب

داود مخلصی[۱]، محمدعلی دشتی رحمت آبادی[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران مهندسی و مدیریت ساخت، گروه عمران، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

۲- استادیار گروه عمران، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

dmokhlesi@gmail.com

چکیده

مخازن آب یکی از اجزای اصلی سامانه های آبرسانی است، هدف از احداث مخزن، تامین ذخیره مورد نیاز برای اهداف مختلف از جمله ایجاد تعادل بین ورودی و خروجی آب، جبران نوسانات مصرف، ایجاد ذخیره برای مواقع اضطراری (حوادث، قطع جریان آب و...)، ذخیره برای نیاز آتش نشانی و تامین فشار آب می باشد.

در حال حاضر مصالح ساخت در مخازن موجود به ترتیب بیشترین تعداد، بتن مسلح می باشد.

آسیب های وارده به سازه های بتنی شامل نارسائی‌ها و خرابی‌های مشهود در بتن و سازه‌های بتنی و آسیب‌های ناشی از فولاد در بتن می شود با با توجه به کیفیت مصالح و اجرا و عمرمفید نیاز به مرمت و بازسازی دارد.دوره طرح در مخازن ۱۵-۳۰ سال لحاظ می گردد.

بخشی از هدر رفت آب نیز در سامانه های آبرسانی ناشی از نشت از مخازن آب می باشد.

با رعایت ملاحظات فوق احداث مخازن جدید و مرمت و بازسازی مخازن موجود از اولویتهای شرکتهای آب و فاضلاب می باشد.

در این پژوهش در نظر است با بررسی انواع مخازن، آسییب های وارده، عمر مفید، آنالیز هزینه های ساخت و مرمت مخزن و مطالعه موردی بازسازی مخزن ۵۰۰۰ مترمکعبی، به ارزیابی اقتصادی موضوع بازسازی و مرمت مخازن آب پرداخته شود.

کلمات کلیدی: مخزن آب، آسیبهای سازه های بتنی، بازسازی، ارزیابی اقتصادی.

۱- مقدمه

بتن یکی از مقاوم‌ترین و پردوام‌ترین مصالح ساختمانی است که معمول برای سالیان طولانی عملکرد قابل قبولی از خود نشان خواهد داد اگرچه کیفیت محصولات به‌طور وسیعی به شرایط حاکم بر کار بستگی داشته و توسط عواملی شامل آب و هوا و اقلیم، رفتار متنوع مصالح و قابلیت سازگاری آن‌ها در بتن کنترل می‌شود؛ اما بهره‌دهی سازه‌های بتنی ممکن است توسط عوامل مخرب مانند آب‌وهوا، عوامل مکانیکی بارهای سیکلی؛ فرسودگی و سایش کاهش پیدا کند.

مخازن آب یکی از اجزای اصلی سامانه های آبرسانی است، هدف از احداث مخزن، تامین ذخیره مورد نیاز برای اهداف مختلف از جمله ایجاد تعادل بین ورودی و خروجی آب، جبران نوسانات مصرف، ایجاد ذخیره برای مواقع اضطراری (حوادث، قطع جریان آب و...)، ذخیره برای نیاز آتش نشانی و تامین فشار آب می باشد.

در حال حاضر مصالح ساخت در مخازن موجود به ترتیب بیشترین تعداد، بتن مسلح می باشد.

www.SID.ir

Archive

آسیب های وارده به سازه های بتنی شامل نارسائی‌ها و خرابی‌های مشهود در بتن و سازه‌های بتنی و آسیب‌های ناشی از فولاد در بتن می شود با با توجه به کیفیت مصالح و اجرا و عمرمفید نیاز به مرمت و بازسازی دارد.دوره طرح در مخازن ۱۵-۳۰ سال لحاظ می گردد.

۲- انواع مخازن

مخازن عموما به منظور ذخیره آب خام، ذخیره آب پاک، ذخیره برای توزیع، گندزدایی، تامین فشار، تقلیل فشار، جمع آوری، پمپ به بالادست و یا ترکیبی از موارد فوق طراحی گردند.

۳- طرح هندسی مخازن

مقاطع افقی مخزن عموما به شکل مربع، مربع مستطیل، و در مواردی به شکل دایره و به ندرت با توجه به موقعیت و اندازه زمین به شکل نامشخص که ترکیبی از چند مربع مستطیل است، می باشند.

در مخازن با حجم زیاد (معمولا ۵۰۰۰ مترمکعب و بالاتر) به لحاظ حرکت آب در مخزن، زمان ماند آب، عدم قطع آب در زمان تعمیرات داخل مخزن و یا شستشوی آن و... مخزن را در چند مدول (قسمت) مجزا از یکدیگر و مجاور هم می سازند که مجموع حجم مدولها برابر ظرفیت طراحی می باشد.

۴- تقسیم بندی مخازن براساس ظرفیت

حجم مخازن آب شرب بستگی به میزان مصرف منطقه تحت پوشش در سال هدف طرح دارد، در حال حاضر ظرفیت مخازن در دست بهره برداری با ظرفیت مخازن زمینی و هوایی (مخزن هوایی از ۵۰ مترمکعب و مخزن زمینی از ۵۰۰ مترمکعب) می باشد.

۵- انواع مخازن به لحاظ نوع مصالح ساخت و سطوح داخلی

به طور کلی مصالح ساخت پی، دیوار و سقف مخزن با توجه به هزینه، زمان ساخت، عمر مفید، ظرفیت و استحکام در مقابل نیروهای داخلی فشار آب و خارجی مانند عکس العمل زمین و دیوارهای اطراف، سربارها مانند پوشش خاکی روی زمین و خاکریزی اطراف مخزن و... با یکدیگر متفاوت هستند و هرکدام در یک یا چندعامل اشاره شده نسبت به دیگری امکان برتری دارند.

در حال حاضر مصالح ساخت در مخازن موجود به ترتیب بیشترین تعداد به شرح زیر است:

۱- بتن مسلح

۲- فولادی با پوشش اپوکسی مجاز برای کاربری در تاسیسات آب

۳- مصالح بنایی همراه با تیرآهن یا تیرچه بلوک با پوشش داخلی اندود سیمان

۴- فایبرگلاس

۵- آهن و شیشه

۶- انواع آسیبهای وارده به سازه های بتنی

۱. نارسائی‌ها و خرابی‌های مشهود در بتن و سازه‌های بتنی

۱،۱. نقص در بافت بتن و ناهمگن بودن بافت

www.SID.ir

Archive

۱،۱،۱.بدمنظر بودن سطح بتن و وجود شواهدی حاکی از استتار عیوب

۱،۱،۲.دارا بودن شکل نامطلوب و نامتناسب حاکی از دررفتن قالب و داربست

۱،۱،۳.متخلخل و کرمو بودن بتن

۱،۱،۴.وجود شواهدی حاکی از پر نشدن قسمت فوقانی ستون در رقوم سطح زیرین تیرهای متکی بر ستون

۱،۱،۵.عدم پیوستگی به‌ویژه در سطوح واریز به دلیل جمع شدن مواد بیگانه و مزاحم

۱،۱،۶.سطوح واریز معیوب (شیب‌دار، نامنظم و بدمنظر، در محل نابجا، به شکل نادرست)

۱،۱،۷.ناهمگنی بافت بتن و جدا شدن دانه‌های ریزودرشت از هم

۱،۱،۸.لایه‌لایه شدن بتن درنتیجه ته‌نشین شدن دانه‌های درشت و رو زدن دانه‌های ریز

۱،۱،۹.جمع شدن ملات در مجاورت قالب در اثر آب انداختن بتن

۱،۱،۱۰. جمع شدن ماسه بدون سیمان یا کم سیمان در قسمتی از بتن

۱،۱،۱۱. وجود حفره‌های پر نشده در حجم بتن یا پر شدن آن‌ها با مواد زائد و بیگانه (آجر، گچ، موزاییک، خاک، آشغال و ...)

۱،۱،۱۲. شواهدی مبتنی بر اجرای قطعات بتنی با مصالح دیگر مانند بلوک سیمانی

۱،۱،۱۳. وجود حباب‌های هوا در حجم بتن

۱،۱،۱۴. وجود شواهدی حاکی از پر نشدن زیر تیرها یا دال‌ها در اثر تراکم آرماتور در پائین آن‌ها

۱،۱،۱۵. یکنواخت نبودن بافت بتن

۱،۲. ترک خوردگی بتن (ناشی از کیفیت اجزا و کیفیت بتن)

۱،۲،۱.ترک‌های طولی

۱،۲،۲.ترک‌های عرضی

۱،۲،۳.ترک‌های قائم

۱،۲،۴.ترک‌های افقی در سطوح قائم نزدیک به سطح واریز فوقانی

۱،۲،۵.ترک افقی در محدوده برخورد ستون به تیر یا سرستون وقتی‌که باهم و بدون درز واریز بتن‌ریزی شده باشند

۱،۲،۶.ترک سطوح افقی در امتداد میلگردها همراه با گود افتادگی سطح فوقانی تیر

۱،۲،۷.ترک‌های قطری

۱،۲،۸.ترک‌های سطحی پنجه غازی (موزاییک شدن سطح بتن)

۱،۲،۹.ترک‌های نازک به‌تدریج به هم نزدیک می‌شوند و اغلب اشکال مختلفی دارند ولی در دال‌های متکی بر روی خاک به‌موازات لبه‌های و درزها می‌باشند و در گوشه‌های این قطعات، شکل منحنی به خود می‌گیرند.

۱،۲،۱۰. ترک‌های درهم مثلاً در اثر زیاد بودن جمع شدگی بتن

۱،۲،۱۱. ترک‌های با فواصل نامرتب و نزدیک به هم

۱،۲،۱۲. ترک‌های عمود بر امتداد میلگردها که در محاذات آن‌ها بسته و در حدفاصل میلگردها گشوده‌ترند به‌طور عمده در گونه تیرها و جان تیرهای بلند ناشی از تکیدگی عدم وجود آرماتور گونه

www.SID.ir

Archive

۱,۲,۱۳. ترک قائم در دیوارها به فواصل تقریباً مساوی با گشودگی تقریباً یکنواخت در تمام ارتفاع و بسته در نزدیکی شالوده (ناشی از تکیدگی)

۱,۲,۱۴. ترک‌خوردگی در محاذات درز واریز یا در فصل مشترک بتن قسمت‌های تقویت‌شده

۱,۲,۱۵. ترک‌خوردگی ناشی از جمع شدگی مقید بتن (بازشدگی در محاذات میلگردها کمتر از آن در میان فاصله است)

۱,۲,۱۶. ترک‌خوردگی سطح بتن ناشی از حرارت زیاد روی بتن

۱,۲,۱۷. ترک‌خوردگی قائم طرفین درز واریز تیرها که در امتداد هم نیستند

۱,۲,۱۸. ترک‌های پوست‌ماری یا پوست‌سوسماری سطحی خصوصاً در سطوح نمایان بتن در اثر تکیدگی ناشی از کربناتی شدن بتن

۱,۳. بره‌بره شدن سطح بتن (خراشیده شدن) در سطوح اجراشده با قالب لغزان

۱,۳,۱. پیرشدن بتن و از دست رفتن انسجام

۱,۳,۲. خوردگی (پوسیدگی)

۱,۳,۳. متلاشی شدن یا فروپاشی (درنتیجه آسیب دیدن خمیر سیمان در یخبندان)

۱,۳,۴. آثار نشت آب

۱,۳,۵. شوره‌زدگی

۱,۳,۶. نشت آب و تشکیل پوسته بر روی سطح

۱,۳,۷. فرسایش در اثر جریان آب بر روی سطح بتن (شسته شدن در اثر جریان آب)

۱,۳,۸. آبله‌رو شدگی و تخریب موضعی (مثلاً در اثر خوردگی یا خلأ زایی)

۱,۳,۹. پوسته شدگی

۱,۳,۱۰. بیرون پریدگی

۱,۳,۱۱. کنده شدن لایه روی بتن

۱,۳,۱۲. شسته شدگی در اثر نشت آب

۱,۳,۱۳. آسیب‌دیدگی از خلأ زنی

۱,۳,۱۴. سایش

۱,۳,۱۵. تخریب شیمیایی درنتیجه آسیب دیدن خمیر سیمان مثلاً در اثر سولفات‌ها

۱,۳,۱۶. تورم و ترک‌خوردگی موضعی و بیرون‌زدگی مایع غلیظ به رنگ سفید چرک (در اثر واکنش مواد قلیایی سیمان با سنگ‌دانه‌ها)

۱,۳,۱۷. قندیل بستن

۱,۳,۱۸. قلوه‌کن شدگی-پکیدگی

۱,۳,۱۹. گرد شدگی یا غبار زایی سطح

۱,۳,۲۰. آثار نفوذ آ از یک قسمت و تبخیر از قسمت مجاور (متورم شدن بتن و تغییر رنگ منطقه مرزی)

www.SID.ir

Archive

۱،۳،۲۱. بریدن لبه بتن در محل درزها

۱،۳،۲۲. شواهد حاکی از تر و خشک شدن‌های متناوب و مکرر (مانند قسمت‌هایی از سازه‌های دریایی که در معرض جذر و مد هستند)

۱،۳،۲۳. یخزدگی بتن و آسیب دیدن خمیر سیمان در اثر توالی یخ زدن و باز شدن یخ

۱،۳،۲۴. رنگ‌باختگی بتن که نشانه کم مقاومت شدن بتن است

۱،۳،۲۵. سوختن بتن در هنگام بتن‌ریزی در هوای داغ در فصل مشترک با میلگرد داغ شده

۱،۳،۲۶. سولفاته شدن بتن

۱،۳،۲۷. شوره کم تراکم به‌صورت تارهای نازک بلند درهم‌تنیده (در اثر وجود بی‌کربنات در بتن)

۱،۳،۲۸. دوده گرفتن و سیاه شدن بتن زیر سقف در اثر روشن کردن آتش که می‌تواند به کربناتی شدن بتن منجر شود.

۲. آسیب‌های ناشی از فولاد در بتن

۲،۱. آسیب ناشی از کاربرد غلط میلگردها در بتن

۲،۱،۱. خوردگی آرماتورها در اثر نداشتن پوشش بتنی و نمایان بودن میلگردها

۲،۱،۲. حرکت آرماتور نسبت به بتن و از بین رفتن التیام بتن و فولاد در اثر فقدان مهاری و طول گیرایی ناکافی

۲،۱،۳. افزایش تنش پیوستگی و تضعیف ناگهانی مقطع بتنی در اثر قطع یا وصل پوششی همه آرماتورها

۲،۱،۴. ترک‌خوردگی درروی تکیه‌گاه‌ها یا وجود ترک منفی در وسط دهانه در اثر ادامه نیافتن حداقل آرماتور لازم روی تکیه‌گاه یا عدم وجود آرماتور منفی در وسط دهانه

۲،۱،۵. به وجود آمدن نقطه‌ضعف در بحرانی‌ترین منطقه ستون و گره‌گاه‌ها، در اثر حذف تنگنای ستون در محل برخورد به تیر خصوصاً هنگام زلزله

۲،۱،۶. ایجاد تمرکز تنش در آرماتورهای حلقوی به خاطر غیریکنواخت خم شدن آن‌ها به‌صورت چندضلعی در سیلوها یا دودکش‌ها

۲،۱،۷. تسریع در بروز اثر پیل به دلیل استفاده از انواع مختلف میلگرد که مشخصه مکانیکی آن‌ها یکی نیست

۲،۱،۸. ایجاد احتمال خوردگی الکتروشیمیایی در اثر ضعیف بودن ضخامت پوشش بتن روی میلگردها (غیریکنواخت کردن بیشتر محیط)

۲،۱،۹. ایجاد امکان حرکت مستقل آرماتورهای قائم و حلقوی و کمانش احتمالی میلگردهای قائم جدار سیلوها یا دودکش‌ها در اثر نبستن میلگردهای قائم و حلقوی به یکدیگر در محل برخورد با مفتول آرماتوربندی

۲،۱،۱۰. متصل نکردن شبکه‌های آرماتور داخلی و بیرونی جدار سیلوها با آرماتورهای فوقانی و تحتانی در دال‌ها یا شالوده‌ها به یکدیگر با قلاب یا تنگ

۲،۲. نارسایی‌های ناشی از خوردگی الکتروشیمیایی میلگردها در داخل بتن

۲،۲،۱. ترک در محاذات میلگردها و وجود آثار زنگ

۲،۲،۲. جدا شدن منشورهایی از بتن پوشش روی میلگردها از حجم بتن

www.SID.ir

Archive

۲,۲,۳.جدا شدن بتن پوشش روی میلگردها از حجم بتن به‌صورت یک ورق

۲,۲,۴.طبله کردن بتن پوشش در محاذات ترک‌ها که به‌آسانی فروریخته و میلگردهای زنگ‌زده در عمق ترک‌خوردگی‌ها هویدا می‌شوند

۷- مراحل ارزیابی پروژه مرمت و بازسازی مخزن آب

بر اساس استاندارد ۱۸۳۳۰-۹"محصولات و سامانه هایی برای محافظت و تعمیر سازه های بتنی – تعاریف، الزامات، کنترل کیفی و ارزیابی انطباق – قسمت ۹: اصول کلی استفاده از محصولات و سامانه ها" مراحل یک پروژه تعمیری به شرح زیر می باشد:

۱. **جمع آوری اطلاعات در مورد سازه**

۱,۱. شرایط و تاریخچه سازه

۱,۲. مستندسازی

۱,۳. نگهداری و تعمیرات قبلی

۲. **روش ارزیابی**

۲,۱. طبقه بندی و دلایل آنها

۲,۲. ارزیابی امنیتی / ساختاری قبل از تعمیر و محافظت

۳. **استراتژی مدیریتی**

۳,۱. گزینه ها

۳,۲. اصول

۳,۳. روشها

۳,۴. ارزیابی امنیتی / ساختاری در هنگام تعمیر و محافظت

۴. **طراحی کار تعمیر**

۴,۱. استفاده مورد انتظار از محصولات

۴,۲. ملزومات

۴,۲,۱. زیرلایه

۴,۲,۲. محصولات

۴,۲,۳. کار

۴,۳. مشخصات فنی

۴,۴. نقشه کشی

۴,۵. ارزیابی امنیتی/ساختاری بعد از تعمیر و محافظت

۵. **کارهای تعمیری**

۵,۱. انتخاب و استفاده از سیستم ها و مواد و تجهیزات مورد استفاده

۵,۲. انجام آزمونهای کیفی

www.SID.ir

Archive

۵,۳. سلامتی و ایمنی

۶. مقبولیت و پذیرش کارهای تعمیری

۶,۱. انجام آزمون پذیرش

۶,۲. کارهای تعمیری

۶,۳. مستندسازی

۸- مطالعه موردی : بررسی پروژه عملیات بهسازی، ترمیم و آببندی مخزن ۵۰۰۰ متر مکعبی

۹- بررسی وضعیت موجود سازه مخزن

شکلهای ۱ تا ۱۶ بخشی از عیوب یک مخزن ۵۰۰۰ مترمکعبی آب را قبل از اجرای عملیات مرمت و بازسازی نشان می دهد:

شکل شماره (۱) : بیرون زدگی میلگردها از زیر سقف

شکل شماره (۲) خوردگی شدید بتن و میلگرد بواسطه ضخامت نامناسب پوشش بتن

www.SID.ir

Archive

شکل شماره (۳) بیرون زدگی سیم های قالب بندی در سقف

شکل شماره (۴) خوردگی میلگرد در محل ماهیچه زیر سقف

شکل شماره (۵) خوردگی بتن و میلگرد در پای ستونها

www.SID.ir

شکل شماره (۶) رسوب گذاری در بدنه

شکل شماره (۷) **وجود خلل و فرج در بدنه به دلیل مشکلات اجرایی**

شکل شماره (۸) رسوب گذاری در بدنه و مشکل در محل درز اجرایی

www.SID.ir

Archive

شکل شماره (۹) تخریب سرستون به دلیل خوردگی شدید میلگردها

شکل شماره (۱۰) وجود نشتی در دیواره میانی مخزن

شکل شماره (۱۱) شیب بندی نامناسب کف

شکل شماره (۱۲) بیرون زدگی ماستیک درز انبساط

www.SID.ir

Archive

شکل شماره (۱۳)خوردگی شدید لوله شستشوی مخزن

شکل شماره (۱۴)خوردگی لوله ورودی مخزن

شکل شماره (۱۵)خوردگی پله فولادی مخزن

شکل شماره (۱۶) خوردگی دریچه های فولادی مخزن

www.SID.ir

Archive

۱۰- تامین مصالح و تجهیز کارگاه و عملیات اجرایی

به منظور اجرای عملیات بازسازی پس ار بررسی وضعیت موجود، می بایست روش بازسازی و موارد و مصالح را انتخاب نمود که موارد بارگیری، انتقال ، باراندازی و انتقال مصالح مصرفی به داخل مخزن شامل : پودر ترمیم کننده درشت دانه، پودر واتر پروف سطوح، رزین واتر پروف سطوح و می باشد.

موارد تجهیز کارگاه شامل :نصب داربست فلزی و ساخت دو چهارپایه متحرک در داخل مخزن ، برق رسانی و تامین روشنایی داخل مخزن، نصب فن تهویه در داخل مخزن، نصب قرقره جهت انتقال مواد و مصالح به داخل مخزن، تامین و آماده سازی واتر جت سیار و تهیه و تامین ابزار و لوازم (تخته ، بیل ، کلنگ ، پیکور و ....)

مرمت سقف

شکل شماره (۱۷)زخمی کردن نقاط معیوب طبله شده ، رسوب زده ، حفره ها ، خلل و فرج ها و ... در سقف

شکل شماره (۱۸) برس زنی و تمیزکاری نقاط آسیب دیده

www.SID.ir

شکل شماره (۱۹) پر نمودن محل های تخریب شده سقف با استفاده از ملات ترمیم کننده در محل میلگرد ها

شکل شماره (۲۰) عملیات محلول زنی سقف با استفاده از چسب بتن

شکل شماره (۲۱) عملیات اندود پاششی سقف طی سه مرحله تا رسیدن به ضخامت حدود ۲ سانتیمتر

www.SID.ir

شکل شماره (۲۲) اجرای اندود تگری (لیسه کردن)سطوح سیمان کاری شده

شکل شماره (۲۳) محلول زنی نهایی سقف با استفاده از چسب بتن

۱۱- مقایسه هزینه تمام شده احداث مخزن ۵۰۰۰مترمکعبی با مرمت و باز سازی مخزن

هزینه ساخت مخزن ۵۰۰۰ مترمکعبی و تاسیسات وابسته بر اساس فهرست بهای سال ۱۴۰۱ و ضریب پیمان اینگونه قرارداد ها بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلیارد ریال می باشد و هزینه بازسازی و مرمت با توجه به شرایط سازه بین ۱۰ تا ۳۰ میلیارد ریال می باشد.

۹- نتیجه‌گیری

با توجه به هزینه سنگین تخریب و ساختن مجدد بناهای آسیب‌دیده، رفته‌رفته دست‌اندرکاران را به سمت ترمیم و بهسازی این سازه‌ها سوق داده است که با صرف هزینه‌ای کمتر بتوان به همان کارایی و قابلیت بهره‌برداری و ایمنی گذشته سازه و یا حتی سطح بالاتری از آن دست‌یافت.

www.SID.ir

Archive

در تحقیق حاضر با توجه به سوابق پروژه های بازسازی مخازن نشان می دهد که از نظر اقتصادی این فعالیت کاملا اقتصادی است، لیکن توجه به برخی اصلاحات در ساخت مخازن جدید نیز لازم است.
با توجه به بررسی این موضوع در مخازن آب شرب به نظر می رسد علاوه بر ارزیابی اقتصادی و مقایسه هزینه های ساخت و بازسازی مخازن، توجه به موضوعاتی همچون عمر مفید مخزن بعد از اجرای عملیات بازسازی، استفاده از مصالح نوین در ساخت و بازسازی مخازن آب، بررسی استفاده از مخازن پیش ساخته و... ضرورت دارد.

www.SID.ir

Archive

مراجع

۱. استاندارد ۱۸۳۳۰-۹"محصولات و سامانه هایی برای محافظت و تعمیر سازه های بتنی – تعاریف، الزامات، کنترل کیفی و ارزیابی انطباق – قسمت ۹: اصول کلی استفاده از محصولات و سامانه ها"، سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۳

۲. احمدی، غلامرضا و فریدون ابوالقاسم زاده، بررسی روش‌های ترمیم ترک در بتن در سازه‌های آبی، اولین همایش بین‌المللی بتن‌های ناتراوا مخازن ذخیره آب شرب، رشت، شرکت آب و فاضلاب شهری استان گلستان، ۱۳۹۰

۳. ضوابط عمومی طراحی سازه های بتنی آبی نشریه ۳۱۲، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۴

۴. ضوابط طراحی سامانه های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی نشریه ۱۱۷-۳، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۲

۵. راهنمای بهره برداری و نگهداری مخازن آب شهری، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۹۰

۶. نادری، محمود، آسیب‌شناسی و بهسازی سازه‌های بتنی، انتشارات شرکت ابزار خاک، ۱۳۷۳

www.SID.ir