طرح EOP شبکه آب و فاضلاب اهواز به لحاظ زیست محیطی و حوادث غیرمترقبه

محمدرضا فرشادی[1*]، سعید حاجی‌علی‌گل[2]، جواد احدیان[3]

۱) کارشناس ارشد سازه‌های آبی مهندسین مشاور شاراب، اهواز، ایران.

۲) کارشناس ارشد سازه‌های آبی مهندسین مشاور شاراب، اهواز، ایران.

۳) دانشیار دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

* **نویسنده مسئول:** mr_farshady@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۸**

چکیده

در مقاله حاضر مشکلات موجود در سیستم آب و فاضلاب شهر اهواز مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا کلیه مولفه‌های سیستم، مورد ارزیابی واقع شده است و میزان آسیب‌پذیری آنها در شرایط حوادث غیر مترقبه مدنظر قرار گرفت. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده از بین کلیه حوادث غیرمترقبه، سیلاب بیشترین آسیب را می‌تواند به سیستم ساختار شبکه آبرسانی و فاضلاب شهر اهواز وارد آورد. در این پژوهش برای کلیه حوادث غیرمترقبه، آسیب‌های سیستم شناخته شد. در انتها بر اساس کمبودهای سیستم، مشکلات بهره‌برداری و سخت افزاری شبکه، اقدام به ارائه یک طرح اضطراری (EOP) در برخورد با حوادث غیرمترقبه شد. در این طرح بحث آموزش کلیه پرسنل از اپراتورها تا مدیران ارشد مورد بررسی واقع شد و نحوه برنامه آن پیشنهاد گردید. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و همچنین آنالیز عملکرد حوادث مختلف و پیش‌بینی درصد تخریب هر کدام از آنها بر روی قسمت‌های مختلف شبکه توزیع و انتقال آب و با در نظر گرفتن عمر بالای اکثر لوله‌های انتقال و توزیع آب شهر اهواز و پوسیدگی شدید در برخی از قسمت‌های آن، زلزله به عنوان مخرب‌ترین حادثه‌ای که ممکن است برای شبکه و قسمت‌های مختلف، اعم از تصفیه‌خانه‌ها و منابع ذخیره آب تصفیه اتفاق بیافتد معرفی و بعد از آن سیل و در نهایت آتش‌سوزی به عنوان اولویت سوم رده‌بندی شدند. این طرح برای همکاری با پرسنل شرکت آب و فاضلاب اهواز در پاسخ به حوادث اضطراری سیستم آب و فاضلاب برنامه‌ریزی شده است. کاربرد و موفقیت این برنامه به دقت مندرجات آن بستگی دارد. این برنامه یک ابزار کاربردی است که باید نگهداری شود و با توجه به تغییرات بوجود آمده در سیستم آب و فاضلاب به طور منظم به روز گردد.

واژه‌های کلیدی: شبکه آب و فاضلاب، حوادث غیرمترقبه، سیلاب، طرح EOP.

مقدمه

جمع‌آوری فاضلاب شهری را می‌توان به صورت درهم و یا به صورت مجزا و با ایجاد دو رشته مجرای گوناگون یکی برای هدایت فاضلاب‌های خانگی و دیگری آب‌های سطحی ناشی از بارندگی طراحی نمود. در شهر اهواز از روش درهم استفاده شده است که هزینه ایجاد شبکه جمع‌آوری کمتر، ولی هزینه ساختمان تصفیه‌خانه و آلودگی محیط زیست بیشتر می‌باشد. با توجه به مشکلات سیستم فاضلاب در اکثر زمان‌ها، اکیپ‌های تعمیراتی با مراجعات مکرر به ایستگاه‌های پمپاژ در حال تمیز کردن و باز کردن مجراهای آشغالگیر و دهانه ورودی پمپ می‌باشند. تا قبل از سال ۱۳۳۳ که آب شهر اهواز بوسیله چند شرکت خصوصی تأمین گردیده؛ شبکه آب‌رسانی این شهر از یک سری خطوط فولادی تشکیل شده بود. طرح لوله‌کشی اساسی شهر بوسیله موسسه مهندسین مشاور کورس در سال ۱۳۳۹ تهیه و در سال ۱۳۴۴ بهره‌برداری از آن آغاز و در سال ۱۳۵۱ تکمیل گردید. در حال حاضر آب مورد نیاز اهواز از دو تصفیه‌خانه اصلی ۱ و ۲ با پمپاژ مستقیم آب به شبکه توزیع و مخازن حصیرآباد و همچنین تصفیه‌خانه اضطراری شماره ۲ و تصفیه‌خانه کوت عبدالله تأمین می‌گردد. تصفیه‌خانه شماره ۱ که در شرق رودخانه کارون واقع شده است؛ توسط خط لوله فولادی ۸۰۰ میلی‌متری، آب تصفیه شده را به منابع ذخیره و شبکه آبرسانی منطقه شرق کارون انتقال می‌دهد. در ابتدای خط لوله فوق انشعابی به قطر ۶۰۰ میلی‌متر (چدن داکتیل) از خط مزبور گرفته شده که جهت آبرسانی منطقه غرب اهواز کشیده شده است. تصفیه‌خانه شماره ۲ که در بخش غربی واقع گردیده؛ توسط یک خط لوله فولادی ۱۴۰۰ میلی‌متری آب تصفیه شده را به منطقه شرق اهواز و منابع ذخیره شهر منتقل می‌سازد. از لوله ۱۴۰۰ میلی‌متری فوق جهت آب‌رسانی منطقه غرب اهواز لوله فولادی ۱۲۰۰ میلی‌متری در محل تصفیه‌خانه شماره ۲ منشعب می‌گردد. شبکه اصلی توزیع آب شهر علاوه بر خطوط لوله‌ای که از تصفیه‌خانه‌های آب به مخازن متصل هستند و به آنها نیز اشاره شد، شامل چندین خط لوله دیگر می‌باشد. شبکه‌های فاضلاب اجرا شده در این شهر نتوانسته مشکلات ناشی از آن را به طور کامل کاهش دهد، بلکه معضلاتی را به همراه داشته است که از آن جمله می‌توان به انتقال فاضلاب به رودخانه کارون و آلوده نمودن آن (به عنوان منبع اصلی تأمین آب شرب شهر) و همچنین انتقال آن در برخی از مناطق بر روی سطح زمین و تشکیل برکه‌های فاضلاب و آلودگی خاک به همراه مشکلات بهداشتی برای ساکنین اشاره نمود. به طور کلی شبکه فاضلاب شهری اهواز مطابق یک استاندارد فنی و یا طرح کلی نمی‌باشد و این سیستم مجموعه‌ای درهم و پیچیده از فاضلاب‌روها و ایستگاه‌های پمپاژ و بالابر فاضلاب را تشکیل می‌دهد که دارای نواقص بسیاری می‌باشد، همچنین به علت فرسوده بودن، در حال حاضر بهره‌برداری از این شبکه هزینه‌های بسیار سنگینی را به شرکت آب و فاضلاب اهواز تحمیل نموده است. بر اساس طرح فاضلاب اهواز، محدوده شهری به ۲۴ حوزه فاضلاب‌گیر اصلی تقسیم‌بندی گردیده‌اند؛ که از این تعداد ۱۳ حوزه فاضلاب‌گیر در شرق، و ۱۱ حوزه فاضلاب‌گیر در غرب قرار دارند. تعداد ایستگاه‌های پمپاژ موجود دایم و موقت در شرق اهواز ۶۵ ایستگاه، و در غرب ۴۵ ایستگاه می‌باشد. در قسمت غرب نیز یک تصفیه‌خانه فاضلاب موجود می‌باشد. میسمی و نوربخش (۱۳۸۴) درخصوص مدیریت

بحران شریان‌های حیاتی آب و فاضلاب تحقیق نموده و دریافتند که با توجه به تجربیات حوادث رخداده در زلزله‌های گذشته در مورد جلوگیری از بحران در تاسیسات آب و فاضلاب لزوم مدیریت منسجم و پایدار در تصمیم‌گیری‌های حین بحران، و توجه به زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی و به کارگیری روش‌ها و فناوری‌های نوین در مدیریت بحران و بهسازی شریان‌های حیاتی ضروری است. مهرآبادی و همکاران (۱۳۸۷) اهداف و ضرورت ایجاد یک طرح واکنش در مواقع اضطراری (EOP) در تاسیسات آبی، تحقیق نموده و دریافتند که در مواردی نظیر زلزله، سیل، طوفان و غیره دستورالعمل کلی می‌تواند جهت کاهش خسارت مورد استفاده قرار گیرد. این دستورالعمل که عملیات در مواقع اضطراری بر پایه‌ی آن بنا شده است طرح Emergency operation plan یا همان طرح واکنش در مواقع اضطراری، قادر خواهد بود تا موقعیت اضطراری را شناسایی کند و طرح عملیات را به طور موثر آغاز نماید. به علاوه، مجموعه قادر خواهد بود تا با سازمان‌های محلی ارتباط برقرار کرده و تقاضای کمک نماید و همچنین قادر خواهد بود تا اخطارهای لازم را به ساکنین بدهد و آنها را از منطقه تخلیه نماید و در نتیجه خسارات مالی و بهداشتی را کاهش دهد. نوری و همکاران (۱۳۸۷) ارزیابی و مدیریت ریسک‌های زیست محیطی یک واحد آموزشی با استفاده از روش FMEA را مورد بررسی قرار داده و دریافتند که حوادث طبیعی مثل صاعقه، آلودگی آب‌های سطحی و ایجاد پسماند جامد ناشی از زلزله و سیل و آلودگی هوای ناشی از نشت لوله‌های گاز و یا آتش سوزی هنگام وقوع زلزله، همچنین انفجار در اثر فرایندهای تأسیساتی، آلودگی آب زیرزمینی ناشی از تولید و دفع فاضلاب بهداشتی و آزمایشگاهی، تخریب منابع طبیعی، تولید پسماند ناشی از طرح جامع در سطح ریسک بالا قرار دارند.

مواد و روش‌ها

با توجه به وسعت شهر اهواز و حجم زیاد فاضلاب تولید شده، حدود ۱۱۰ ایستگاه پمپاژ فاضلاب در سطح شهر موجود می‌باشد. به علت کمبود امکانات، بیشتر ایستگاه‌ها دارای وسایل و امکانات اصلی تعمیراتی نمی‌باشند. هنگامی که برق شبکه‌ای قطع شود؛ در صورتی که ایستگاه فاقد ژنراتور باشد؛ پمپ‌ها تا وصل مجدد برق از کار افتاده و عملیات پمپاژ متوقف می‌شود. در صورتی که در ایستگاه‌های دارای ژنراتور همچنان پمپ‌ها به کار خود ادامه داده و هیچ اختلالی در فعالیت پمپ رخ نخواهد داد. با این توضیح تنها ۱۰ ایستگاه از منطقه غرب، و ۱۲ ایستگاه از منطقه شرق دارای ژنراتور برق می‌باشند، که با توجه به تعداد زیاد ایستگاه‌های شهر و قطع مکرر برق مناطق به خصوص در تابستان این تعداد ژنراتور به هیچ وجه کافی نبوده و از نقایص عمده ایستگاه‌های پمپاژ محسوب می‌شود. از دیگر موارد ضروری برای هر ایستگاه پمپاژ شبکه آشغالگیر به تعداد مورد نیاز و ابعاد مناسب می‌باشد. از آنجا که در هنگام بارش و رگبارهای شدید درب منهول‌های موجود در خیابان‌ها باز می‌گردد، هرگونه جسم خارجی نظیر آشغال، ماسه و غیره به داخل شبکه فاضلاب راه یافته که درصورت نبود سیستم مناسب آشغالگیری، این اجسام خارجی سبب گرفتگی و از کارافتادگی شبکه یا پمپ می‌گردند؛ بطوری‌که، عملیات پمپاژ متوقف شده و مدت زمان زیادی به طول خواهد انجامید تا گرفتگی مرتفع گردد. کلیه فاضلاب تولیدی در شهر اهواز از طریق لوله، کانال و جوی‌ها وارد شبکه فاضلاب

شهری شده و پس از پمپاژ در سپتیک، توسط لوله و خروجی اصلی به سمت تصفیه‌خانه فاضلاب هدایت می‌شوند. در بدو ورود فاضلاب به تصفیه‌خانه، ابتدا توسط آشغالگیرهای مکانیکی عملیات آشغالگیری صورت می‌گیرد. پس از آن فاضلاب آشغالگیری شده به واحد دانه‌گیری منتقل شده و به کمک هوا، دانه‌گیری می‌شود. بعد از این مرحله جریان فاضلاب توسط وسایل اندازه‌گیری جریان فاضلاب، نظیر پارشال فلوم اندازه‌گیری می‌شود؛ و از آن جا به ۴ حوضچه ته‌نشینی که به حوضچه‌های ته‌نشینی اولیه موسوم می‌باشند هدایت می‌شوند. در این حوضچه‌ها در اثر گذشت زمان، مواد معلق ته‌نشین شده و مابقی آن به حوضچه‌های لجن فعال انتقال می‌یابند. در این حوضچه‌ها تصفیه بیولوژیکی به روش لجن فعال همراه با نیتریفیکاسیون انجام می‌شود. از این پس وارد حوضچه‌های ته‌نشینی ثانویه شده که با دو روش آنوکسیک (بدون اکسیژن) و هوادهی (با اکسیژن) این فرآیند انجام می‌گیرد که در طی آن میکروب‌های درون فاضلاب افزایش وزن پیدا نموده و پس از انجام ته‌نشینی ثانویه، پساب رویی آن به حوضچه‌های مخصوصی جهت کلرزنی، و لجن آن نیز به واحد هضم لجن هدایت می‌شود. تصفیه لجن به روش هضم بی‌هوازی انجام شده که تولید گاز متان می‌کند؛ که این گاز سوزانیده می‌شود. لجن باقیمانده از آن را در بسترهای لجن خشک‌کن در معرض نور آفتاب قرا می‌دهند. فاضلاب کلر زده شده از طریق لوله‌هایی به رودخانه یا زهکش‌های خروجی هدایت شده و از پسماندهای خشک شده به عنوان کود استفاده می‌شود. درخصوص نحوه برخورد با حوادث غیرمترقبه در تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اهواز گروه کنترل و مراقبت از قسمت‌های حساس که در مواقع بحران رفع نقص نمایند وجود ندارد. در اینگونه موارد از همان پرسنل تصفیه‌خانه جهت اقدامات لازم در زمان بروز حادثه استفاده می‌شود. از طرف دیگر در مواقع اضطراری، اپراتور به طور مستقیم مشکل را به مسئول بخش تصفیه‌خانه و یا جانشین ایشان اعلام نموده و ایشان نیز مراتب را به مقامات بالا اعلام می‌نمایند. در این خصوص باید سیکل اداری جهت ارائه دستورات لازم مبنی بر رفع نقص سیستم طی گردد. البته در اینگونه موارد به علت عدم وجود سیستم بیسیم، اطلاع‌رسانی توسط تلفن و موبایل صورت می‌گیرد. فرم خاصی نیز جهت اطلاع‌رسانی وجود نداشته و فقط از طریق نامه‌نگاری حوادث اطلاع داده می‌شود. معمولاً مکاتبات در موارد بحرانی و اضطراری به رئیس قسمت بهره‌برداری ارسال می‌گردد. از طرف دیگر در صورت بروز مشکل در سیستم داخلی برق تصفیه‌خانه تکنسین برق آن را مرتفع می‌نماید. در صورت قطع برق خارجی، با تماس با عملیات برق و اداره بهره‌برداری فاضلاب اقدامات لازم جهت وصل مجدد آن صورت می‌گیرد. باید خاطر نشان نمود که تصفیه‌خانه فاضلاب چنیبیه اهواز دارای جعبه آتش‌نشانی برای انبار بوده ولی از آنجا که مجهز به پمپ نمی‌باشد فشار سیستم پایین بوده و چندان قابل بهره‌برداری نیست. با توجه به شرایط اقلیمی و توپوگرافی شهر اهواز و واقع شدن آن بر خط زلزله شدید، این شهر در معرض حوادث و بلایای طبیعی زیادی قرار دارد. سیل، زلزله و طوفان، نمونه‌ای از این حوادث می‌باشند. آتش‌سوزی، بیماری‌های مسری و حوادث دیگر چون خرابکاری و جنگ نیز در گذشته خسارات و زیان‌های قابل توجهی را به این شهر وارد نموده است. حوادث طبیعی و غیرطبیعی می‌تواند پیامدهای سنگینی را به همراه داشته و موجب اختلال در سیستم آب و فاضلاب این شهر گردد. یکی از مهمترین اقداماتی که شرکت آب و فاضلاب در پی وقوع

این حوادث باید انجام دهد تحقیق و تفحص در مورد میزان ضرر و زیان‌هایی است که بر اثر این حوادث به شبکه آب و فاضلاب وارد می‌گردد. در این خصوص با برآورد میزان آسیب‌پذیری شبکه و ریشه‌یابی مشکلات موجود می‌توان دستورالعملی جهت کاهش میزان آنها تهیه نمود و آمادگی لازم را برای مقابله با این حوادث فراهم کرد. با توجه به شرایط اقلیمی، جغرافیایی و توپوگرافی شهر اهواز سیل به عنوان مهمترین حادثه طبیعی این شهر به شمار می‌آید. در سال‌های اخیر با توسعه مراکز جمعیتی، صنعتی و کشاورزی، خسارات مالی ناشی از سیل در شهر اهواز افزایش قابل توجهی داشته است. عوامل توپوگرافی: موقعیت جغرافیایی شهر اهواز به شکلی است که به طور کامل در منطقه هموار و دشت واقع شده است. هنگام وقوع بارندگی شدید در مناطق کوهستانی بالادست و انتقال آن به پایین‌دست بدلیل کاهش شیب مسیر جریان، در رودخانه‌های جاری در این استان، سیلاب از بستر طبیعی خود خارج گشته و دشت‌های اطراف را فرا می‌گیرد. کاهش ناگهانی شیب و از طرف دیگر رسوب‌گذاری در رودخانه‌ها بدلیل کاهش سرعت جریان، ظرفیت آبدهی رودخانه کاهش یافته و پخش سیلاب در منطقه وسیعی از دشت را به همراه خواهد داشت. عوامل لیتولوژی و خاک: به علت بافت سنگین خاک در این منطقه، پایین بودن نفوذپذیری و وجود لایه‌های نفوذناپذیر و سخت در نزدیکی سطح زمین، آب زیرزمینی در این شهر بالا بوده و قدرت ذخیره خاک در بارش‌های متوالی و سنگین کم است. البته عدم مدیریت مناسب کشت در حوضه آبخیز تأثیر زیادی بر تخریب نفوذپذیری و افزایش سیل‌خیزی خواهد داشت. عوامل انسانی: با وجود ارتباط تنگاتنگ عوامل طبیعی یاد شده در سیلاب شهر اهواز، عوامل مصنوعی نیز در بروز سیلاب‌ها نقش قابل توجهی دارند. روند روز افزون شهرنشینی، توسعه شهری و افزایش پوشش‌های غیرقابل نفوذ بر سطح زمین بر شدت این سیل‌ها می‌افزاید. کاهش ظرفیت رودخانه در شهر و احداث سازه‌های مختلف در رودخانه بدون انجام مطالعات هیدرولوژی حاکم، بر شدت سیلاب خواهد افزود. لذا در این خصوص برآورد تمهیدات لازم جهت سیستم‌های هشدار سیل امری ضروری محسوب می‌شود. عدم رعایت حریم بستر مسیل‌ها و رودخانه‌ها و گسترش زمین‌های کشاورزی، تأسیسات، نقاط مسکونی در محدوده بستر طبیعی رودخانه‌ها موجب گردیده تا عبور ایمن سیلاب انجام نشده و خسارات سیل تشدید گردد. عدم توجه به مهندسی رودخانه در مکان‌یابی مناطق مسکونی حاشیه رودخانه و احداث سازه‌های نامناسب کنترل سیل نیز موجب افزایش خسارت خواهند شد. شرایط بافت خاک منطقه و عدم پیش‌بینی لازم در طراحی شهری در خصوص مورد فوق موجب گردیده به محض نزول بارندگی شدید، سیستم‌های مختلف شهری مختل گردیده و سیلاب، بیشتر مناطق شهری را فرا گیرد. برداشت مصالح رودخانه‌ای باعث ایجاد حفره‌هایی در رودخانه گشته که در اثر سیلاب در بالادست و پایین‌دست آن دچار فرسایش، پایین‌افتادگی بستر و فرسایش کناره‌های رودخانه که از جمله آثار آن از بین رفتن سازه‌های تقاطعی رودخانه نظیر پل‌ها شده است.

شکل ۱: آبگرفتگی معابر بر اثر عدم کارکرد مناسب شبکه جمع آوری فاضلاب

کل مصرف سرانه آب شرب در شبکه توزیع برابر است با میانگین مصرف روزانه آب برای یک سال به ازای هر نفر از جمعیت شهر، این حالت شامل مصارف عمومی، تجاری، صنعتی و تلفات می‌باشد. میزان مصرف مشترکین در خانه‌ها و مکان‌های مسکونی، مقدار مصرف سرانه خانگی را مشخص می‌سازد. مطالعات سال (۱۹۹۴) جهت فاضلاب شهر اهواز حاکی از آن است که مصرف سرانه آب برای مناطق شرق و غرب اهواز به ترتیب ۲۰۴ و ۲۱۲ لیتر به ازای هر نفر می‌باشد. این مطالعات بر اساس ۲۰۰۰ پرسشنامه در ۳۰ منطقه شهر اهواز برای مدت یازده سال استخراج گردید. البته این میزان، مصرف آب فضای سبز را نیز شامل می‌شود. بر اساس کل آب تولیدی برای شهر و مصرف اندازه‌گیری شده، می‌توان دریافت که در حدود ۴۱ درصد آب به حساب نیامده، وجود داشته است. بنابراین مصرف سالیانه آب به میزان ۸۱۰۰۰۰۰ مترمکعب توسط ۱۵۰۰۰۰ انشعاب خانگی بوده که با توجه به این آمار و ارقام، مصرف سرانه آب ۱۶۰ لیتر به ازای هر نفر در روز محاسبه می‌شود. توضیح اینکه کل تولید و مصرف آب ثبت شده، برای شهر اهواز و زیرمجموعه‌های آن (مانند حمیدیه، ملاثانی، ویس) می‌باشد. بنابراین جهت محاسبات دقیق جهت شهراهواز، سهم تولید و مصرف آن بصورت جداگانه در نظر گرفته شد. از طرفی برای مشخص نمودن سهم تلفات فیزیکی و غیرفیزیکی باید مطالعات آب بحساب نیامده، به طور جداگانه انجام شود. سرانه مصرف خانگی بر اساس اطلاعات واقعی مقدار ۱۶۰ لیتر بوده که با ترویج آموزش‌های همگانی و فرهنگ‌سازی امکان‌پذیر می‌باشد. علاوه بر این موضوع، با کسر آب بحساب نیامده در حد مجاز (حدود ۲۰ درصد) و با سرمایه‌گذاری بر روی اصلاح تأسیسات آبی و اندازه‌گیری آن، می‌توان برای رسیدن به این هدف کمک گرفت؛ به طوری که، کیفیت آب کارون بتواند برای آشامیدن و دیگر نیازها با استفاده از تغییر محل آبگیری یا دیگر روش‌های مهندسی رودخانه، مورد استفاده قرار گیرد. در خصوص زلزله‌خیزی شهر اهواز، با توجه به نقشه لرزه زمین‌ساخت پهنه استان خوزستان که توسط مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله ارائه شده است، از جنوب‌غرب به طرف شمال‌شرق گسل‌های شناسایی شده عبارتند از گسل اهواز ،گسل میشداغ، گسل رگ‌سفید، گسل آغاجاری،

گسل مارون، گسل تشان، گسل رامهرمز، گسل دزفول، گسل شمال بهبهان، گسل لهبری، گسل باغملک، گسل جبهه کوهستان وگسل کی‌نو می باشند. وجود گسل F2 در رودخانه کارون و مرکز شهر اهواز موجب گردیده که وقوع زلزله با بالاترین شدت در شهر اهواز در این محدوده با قدرتی در حدود ۶/۹ پیش‌بینی گردد. لیکن در خصوص گسل‌های محدوده شهر اهواز و سایر شرایط ناحیه شرق و شمال‌شرقی آن نواحی بحرانی شناسایی شده است. همچنین مناطق مستعد رانش در صورت بروز زلزله در شهر اهواز در محدوده دکل‌های مخابراتی در مجاور خیابان نهم در منطقه شمال حصیرآباد مشخص شده است. بیشترین خسارات ناشی از حوادث غیرمترقبه را در بین شهرهای استان از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۴ شهر اهواز دارا بوده است که بیشترین خسارت آن، تاسیسات زیربنایی بوده است.

نتایج و بحث

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده و همچنین آنالیز عملکرد حوادث مختلف و پیش‌بینی درصد تخریب هرکدام از آنها بر روی قسمت‌های مختلف شبکه توزیع و انتقال آب و با در نظر گرفتن عمر بالای اکثر لوله‌های انتقال و توزیع آب شهر اهواز و پوسیدگی شدید در برخی از قسمت‌های آن، زلزله به عنوان مخرب‌ترین حادثه‌ای که ممکن است برای شبکه و قسمت‌های مختلف اعم از تصفیه‌خانه‌ها و منابع ذخیره آب تصفیه اتفاق بیافتد معرفی و بعد از آن سیل و در نهایت آتش‌سوزی به عنوان اولویت سوم رده‌بندی می‌شوند. جهت کاهش خسارات در خصوص زلزله و جلوگیری از اعمال آسیب‌های جدی به شبکه آب و فاضلاب طبق مطالب گفته شده می‌توان راهکاریی مد نظر قرار داد که عبارتند از: افزایش عمق لوله‌گذاری، بهبود مصالح پرکننده ترانشه، افزایش وزن لوله، استفاده از پوشش بتنی پیوسته، استفاده از پوشش بلوک‌های بتنی، استفاده از پوشش توری‌سنگی، استفاده از پوشش ژئوتکستایل، استفاده از پوشش لاستیک‌های دورگیر، استفاده از پوشش میل مهار. ارزیابی آسیب‌پذیری با اثرات بالقوه خطرات و حوادث بر سیستم‌های آب و فاضلاب در ارتباط است. ارزیابی آسیب‌پذیری به دو بخش ارزیابی کلی و ارزیابی بلایای خاص تقسیم می‌شود. ارزیابی آسیب‌پذیری کلی، یک فرآیند ۵ مرحله‌ای است که عبارتند از: برآورد احتمال و بزرگی خطرات بالقوه، شناسایی اجزاء عمده سیستم، تعیین اثر خطرات شدید یا با احتمال وقوع بیشتر بر اجزاء سیستم، تعیین اهداف برجسته و سطوح قابل قبول وظایف بر اجزاء سیستم، شناسایی اجزاء بحرانی تحت تأثیر که بر روی طول عمر و اهداف سیستم تأثیر می‌گذارند. نخست اینکه، احتمال حوادث و گزارش خطرات برای هر اتفاقی ارزیابی می‌شود. پس از آن بررسی خطرات شدید و با احتمال وقوع بیشتر، باید بررسی گردد که آیا زندگی انسان یا اجزاء سیستم در مقابل این خطرات آسیب‌پذیر هستند یا خیر. پس از تشخیص آسیب‌پذیری، یک ارزیابی از تأثیرگذاری حادثه بر قسمت‌های بحرانی حساس و با اهمیت صورت می‌گیرد. همیشه باید در نظر داشت که حساسیت آسیب‌پذیری از یک پدیده اضطراری ممکن است سیستم را در برابر سایر پدیده‌های خطرناک نیز آسیب‌پذیر نماید. جدول (۱) ماتریس ارزیابی آسیب‌پذیری کلی را نشان می‌دهد. هزینه اقدامات پیش‌گیرانه باید در مقایسه با هزینه خسارات و تلفات ناشی از حوادث غیرمترقبه قابل توجیه باشد. اقدامات پیش‌گیرانه

به طور کلی شامل موارد زیر است: الف) کاستن از آسیب‌پذیری سیستم، ۱) ارزیابی مداوم از سیستم آب و فاضلاب برای بالا بردن راندمان کارکرد آن، ۲) بالا بردن ظرفیت، قابل اعتماد ساختن و کنترل منبع تأمین و تصفیه آب و تأسیسات انتقال و توزیع با ترمیم، ساخت و اصلاح و ترمیم طراحی‌ها (شامل روکش کردن سیم‌کشی‌های برق) نصب اتوماسیون و جابجا کردن واحدها. در طراحی واحدها سعی شود تأثیر وقایع چندگانه ملحوظ گردد. ۳) از وسایل و تجهیزات لازم برای جداسازی قسمت‌های مختلف سیستم استفاده شود. ۴) سعی شود اقلام و لوازم ذخیره در انبار قطعات حتی‌الامکان افزایش داده شود. ۵) سرویس نگهداری به خصوص برای قطعات حساس، ۶) کنترل و اندازه‌گیری مداوم پارامترهای بیولوژیکی و در نظر گرفتن اندازه‌گیری‌های ine On Line، ۷) اقدامات حفاظت از آبگیر و صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از تلفات (شامل شناسایی محل نشت‌ها)، ۸) بالابردن منابع (قرارداد همکاری با همسایگان)، ۹) دستیابی به منبع تولید انرژی اضافی، ۱۰) اصلاح روش‌های حفاظتی. ب) در نظر گرفتن پناهگاه برای کارکنان، ج) وسایل ارتباطی: افزودن بر ظرفیت ارتباطی سیستم با استفاده از تلفن‌های ثابت و سیار، نصب خطوط اضافی تلفن، کامپیوتر، فاکس، بیسیم، رادیو و پیجر. د) تأمین وسایل تعمیرات اضافی، ذ) مهارت‌ها و ایمنی: مهارت و ایمنی کارکنان را با برقراری کلاس‌های آموزشی می‌توان افزایش داد. ر) اصلاح روش‌های اضطراری، ز) ارزیابی برنامه. حداقل هرساله برنامه EOP باید ارزیابی و اطلاعات آن به روز گردد توزیع برنامه بین همه شرکت‌کنندگان و دست‌اندرکاران صورت گیرد. پیشنهادات زیر جهت افزایش ایمنی و آمادگی برای مقابله با حوادث اضطراری در سیستم آب و فاضلاب اهواز ارائه گردیده است. اساس موارد مد نظر برای طرح اضطراری شامل بندهای زیر می‌باشد:

الف) رفع نواقص موجود مخازن، ب) افزایش کاریی سیستم انتقال شامل حذف لوله‌های پوسیده، ج) افزایش توان عملیاتی شبکه توزیع آب در شرایط حوادث غیرمترقبه. برای ارائه پیشنهادات لازم و کاربردی جهت مقابله با حوادث غیرمترقبه وضع موجود شبکه آب و فاضلاب مورد ارزیابی و بررسی دقیق قرار گرفت. از این رو برای رفع مشکلات موجود و بالا بردن آمادگی اداره شبکه توزیع واحد عملیات آب در برخورد با حوادث غیرمترقبه پیشنهادات زیر ارائه می شود: ۱) تشکیل ۴ منطقه خدمات‌دهی با احداث ساختمان با فضای مناسب (اداری، انبار، پارکینگ) جهت پاسخگویی مناسب به مشترکین و نیز آمادگی در برخورد با حوادث غیرمترقبه، ۲) شناسایی و تهیه شناسنامه از ۱۷۰۰۰ شیرآلات موجود و تأسیسات آبرسانی، ۳) منطقه‌بندی شبکه، فشارسنجی و تنظیم شیرآلات موجود جهت توزیع آب با کیفیت و فشار مناسب، ۴) آب‌بندی و رنگ‌آمیزی تأسیسات و حوضچه‌های موجود خطوط انتقال، ۵) اصلاح حدود ۶۰ کیلومتر از نقاط حادثه خیز شبکه و انشعابات در سطح شهر که ۸۰ درصد تعمیرات در این نقاط انجام می‌شود. ۶) تجهیز امور شبکه توزیع به نیروی متخصص و تکنسین (۴ نفر با تخصص‌های مکانیک، عمران، آب و کامپیوتر)، ۷) خرید و تحویل لوله و اتصالات مورد نیاز تعمیرات انشعابات، ۸) خرید و تحویل لوله‌های آزبست مورد نیاز تعمیرات شبکه (سایزهای مختلف):

جدول ۱: ماتریس ارزیابی آسیب‌پذیری کلی (تلفات انسانی: L، تلفات مالی: P)

خسارات احتمالی ← / اجزاء سیستم ↓	زلزله (سال)	طوفان	گردباد	سیل	شرایط آب و هوایی نامساعد	بیماری‌های منتقله از آب	مواد خطرناک
برآورد احتمال وقوع	۱/۶	کم	کم	کم- متوسط	متوسط	متوسط	کم
مدیریت/ پرسنل عملیاتی							
پرسنل	*	*			*	*	
تجهیزات/ لوازم	*	*	*	*			
سوابق	*	*	*	*			
منبع آب							
آبگیر/ منابع سطحی		*		*		*	*
مخازن و سدها	*	*		LP		*	*
منابع زیرزمینی				*		*	*
چاهها و گالری‌ها	*	*	*	*		*	*
خطوط انتقال							
سازه آبگیر	*		*	*	*		
لوله آبرسان	*						
ایستگاه پمپاژ	*	*	*	*	*		
خطوط لوله/ شیرآلات	*				*		
تصفیه							
ساختمان تأسیسات	*	*	*	P	*		
کنترل‌ها	*	*	*	P	*		
تجهیزات	*	*	*	P			
مواد شیمیایی	*	*	*	*			
ذخیره‌سازی							
مخازن	*	*	*		*	*	*
شیرآلات	*				*		
لوله‌کشی	*				*		
شبکه توزیع							
خطوط لوله/ شیرآلات	*	*			*	*	*
پمپ‌ها یا ایستگاه‌های PRV	*	*	*	P	*		
مواد	*	*		*			
نیروی الکتریکی							
ایستگاه‌های فرعی	*	*	*	*	*		
خطوط انتقال	*	*	*	*	*		
ترانسفورماتورها	*	*	*	*	*		
ژنراتورهای رزرو				P			
حمل و نقل							
وسائل نقلیه		*	*	*	*		
نگهداری تأسیسات	*	*	*	*	*		
فرآورده‌ها		*		*			
زیرسازی جاده	*			P	*		
وسائل ارتباطی							
تلفن	*	*	*	*	*		
تماس رادیوئی							
تله‌متری	*		*	*			

الف) رفع مشکلات سیستماتیک، ب) انبارداری، ج) وسایل ارتباطی، د) سیستم برق، ذ) آشغالگیرها، ر) انواع پمپ‌های مورد نیاز، ز) نگهداری و آموزش. یکی از مهم‌ترین دستورالعمل‌های هر واحد عملیاتی و عمرانی نگهداری و مراقبت از سیستم می‌باشد، زیرا هر سیستمی هر چقدر هم که استاندارد و به روز باشد در صورتی که مراقبت و نگهداری از آن طبق ضوابط صورت نگیرد، دچار فرسودگی و آسیب‌دیدگی می‌شود، از این رو پیشنهاد می‌گردد، مدیریت‌های بخش مختلف آب و فاضلاب دوره‌های آموزشی بخصوصی جهت آموزش به پرسنل در مورد نگهداری و مراقبت از تأسیسات برگزار نمایند.

نتیجه‌گیری

این طرح برای همکاری با پرسنل شرکت آب و فاضلاب اهواز در پاسخ به حوادث اضطراری سیستم آب و فاضلاب برنامه‌ریزی شده است. کاربرد و موفقیت این برنامه به دقت مندرجات آن بستگی دارد. این برنامه یک ابزار کاربردی است که باید نگهداری شود و با توجه به تغییرات بوجود آمده در سیستم آب و فاضلاب به طور منظم به روز گردد. این برنامه شامل شش جزء می‌باشد که عبارتند از: بررسی سیستم‌های موجود، شناسایی پرسنل شرکت آب و فاضلاب که مسئول تصمیم‌گیری در موقعیت‌های اضطراری هستند، ارائه دستورالعمل برای اطلاع‌رسانی حوادث اضطراری در ارتباط با آب، به مشترکین آب و بخش بهداشت عمومی و محلی، مرور برنامه ارزیابی آسیب‌پذیری شهر اهواز، برنامه عملیات غیرمترقبه برای واکنش به اتفاقات اضطراری و پیشنهادات. ستاد حوادث اضطراری سالانه دو بار در مهرماه و اردیبهشت‌ماه هرسال جهت رسیدگی، بازنگری و اصلاح و درج تغییرات جدید در برنامه و همچنین پیگیری پیشنهادات و تقاضای اعتبار برای خرید وسایل و تجهیزات تشکیل جلسه می‌دهد. برای عملکرد مطلوب به آبگیرهای انتقال آب شرب باید موارد ذیل در طراحی آبگیر رعایت گردد: الف) جلوگیری از عبور رسوبات دانه درشت از ورودی آبگیر، ب) جلوگیری از ورود اجسام شناور (بخصوص جسد حیوانات مرده و باقی مانده گیاهان) به آبگیر. البته اهداف فوق باید بدون هیچگونه اثرات زیست‌محیطی غیر قابل قبول به مرحله اجرا گذاشته شوند: الف) کنترل کیفی آب انحراف یافته، ب) محل آبگیر (بر اساس نیازهای هیدرولیکی، توپوگرافی و ژئوتکنیکی). یکی دیگر از نکاتی که در طرح اضطراری EOP باید مدنظر قرار گیرد بحث آموزش و تمرین است: در برنامه‌ریزی برای آموزش کارکنان، اندازه سیستم، نوع و پیچیدگی اجزاء سیستم، نیازهای پرسنلی و بهره‌برداری باید مورد توجه قرار گیرند. آموزش‌های دوره‌ای، تلاش‌های گذشته را تقویت نموده و کمک به بازآموزی کارکنان می‌کند. علاوه بر این فرصتی برای آموزش دادن به کارکنان تازه وارد، یادگیری مسایل جدید، تکنیک‌های نوین و وسایل و تکنولوژی‌های پیشرفته خواهد بود. همیشه برای ارائه موضوعات آموزشی جدید، به خصوص موضوعات روز که بنا بر عللی و یا بروز حوادث خاصی مطرح می‌شوند باید آمادگی لازم وجود داشته باشد. دوره‌های آموزشی و تمرین‌های آمادگی به شرح زیر پیشنهاد می‌شوند.

جدول ۲: دوره‌های آموزشی و تمرین‌های آمادگی با توجه به موقعیت شغلی

موقعیت شغلی	نیاز به دوره آموزش
مدیران	در رابطه با برنامه EOP و نحوه اجرای آن، نیاز آبی شهروندان و حداقل مصرف
بهره‌برداران	برنامه EOP و نحوه اجرای آن
تکنسین‌ها	پمپ‌ها- گندزدایی- نحوه استفاده از کپسول‌های آتش‌نشانی و امداد فوریت‌های پزشکی

در دوره آموزشی اهمیت برنامه EOP و اجزاء آن تشریح شده و تمرینات واقعی بدون اطلاع قبلی به اجرا در خواهد آمد. در این تمرینات فرصت مناسبی فراهم می‌شود تا مسئولین و مدیران بهره‌برداری آمادگی لازم را به دست آورند. این گونه تمرینات را می‌توان در محورهای زیر برنامه‌ریزی نمود: ۱) سیل شدید باعث آلودگی شدید آب برداشتی گردیده است. ۲) آتش‌سوزی در یک قسمت از تصفیه‌خانه مثلاً اطاقک کلرزنی اتفاق افتاده است. ۳) نشت گاز کلر، ۴) قطع برق، ۵) زلزله شدید.

قدردانی

بدینوسیله مولفین مقاله از شرکت آب و فاضلاب اهواز و همچنین شرکت مهندسین مشاور شاراب، جناب آقای دکتر شاهرخ قلاوند (سوپروایزرهای طرح جناب آقای پروفسور حیدرعلی کشکولی و دکتر سیدحبیب موسوی‌جهرمی) تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله. (۱۳۸۲). گزارش مقدماتی شناسایی زلزله، ۵ دی ماه ۱۳۸۲، بم.

شرکت مهندسین مشاور شاراب. (۱۳۸۵). گزارش مطالعات مکان‌یابی نقاط بحرانی شهر اهواز، کارفرمای سازمان آب و فاضلاب اهواز، حمایت بانک جهانی، ۵ جلد گزارش، ۱۳۸۵.

عشقی، س. (۱۳۸۲). گزارش نهایی پروژه تحقیقی بررسی خرابی ساختمان‌ها و مدیریت آواربرداری در زلزله‌های بزرگ، تهران، موسسه علمی کاربردی هلال، آذرماه ۱۳۸۲.

Alfred Haack. (1988). shell In situ concrete tunnel lining, Experience in the Federal Republic of Germany Tunnelling and Underground Space Technology, 3(1), P: 55-66

Andrew, J. (2003). Reliability Analysis center is probabilistic risk assessment the answer. The journal of the RAC, first quarter.

Bahr, N. (1997). System safety engineering and risk assessment, Washington, taylor and fracis.

Biggs, j. M. (2006). Introduction to structural dynamics.

Earthquake Damaged Buildings. (1988). An Overview of heavy debris and Victim Extrication, FEMA 158, September 1988.

Heidi, M. (1999). Bushell and Lenard. assessment of risk by employees in hazardous work place, safety science monitor, 3.

Piede, L. (1986). Model test study on double lining of tunnels : Tunnlg Undgr Space Tech V1, N1, 1986, International Journal of Rock Mechanics and Mining Science & Geomechanics Abstracts, 24(4), August 1987, P: 152.

Richardson, G. N., Feger, A. and Lee, K. L. (1977). Seismic testing of reinforced earth walls, journal of geotechnical engineering, Div. ASCE 103 (1), pp. 1-17.

Teoh, P. C. and Case, K. (2004). Failure modes and effects analysis through knowledge modeling, journal of material processing technology, 153, 154, page 1.

Wilkins, M. L. (1964). Fundamental methods Hydrodynamics, Journal of Methods in computational phsics, 3, pp: 211- 263.

Wojtarowicz, M., Atwater, J. and WGiorgio, C. (1972). Post- earthquake solid waste management strategy, for the City of Vancouver and the surrounding area. The conservation and structural restoration of Architectural Heritage.

Ahvaz Water and Sewerage Network EOP project in terms of environment and emergencies

Mohammad Reza Farshadi[*1], Saeed Haji Ali Gol[2], Javad Ahdian[3]

1) Master of water structures of Sharab Consulting Engineers, Ahvaz, Iran.

2) Master of water structures of Sharab Consulting Engineers, Ahvaz, Iran.

3) Associate Professor, Faculty of Water Science Engineering, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

[*]**Correspondence author:** mr_farshady@yahoo.com

Received Date: 2021. 04. 04 **Accepted Date: 2021. 09. 09**

Abstract

The existing problems in the water and sewage system of Ahvaz city have been studied. Nevertheless, all components of the system have been evaluated and their vulnerability in the event of unexpected events has been considered. According to the studies performed, among all the unexpected accidents, floods can cause the most damage to the water supply and sewerage network of Ahvaz. In this study, the system was identified for all contingencies. Finally, based on system deficiencies, operational problems, and network hardware, an emergency plan (EOP) was proposed to deal with anticipated accidents. In this project, the issue of training all personnel from operators to senior managers was examined and the program was proposed. According to the studies performed and also the analysis of the performance of different accidents and predicting the percentage of destruction of each of them on different parts of the water distribution and transmission network and considering the long life of most water transmission and distribution pipes in Ahvaz and severe decay in some parts Earthquake was identified as the most devastating event that could happen to the network and various parts of the treatment plant and water storage sources, followed by floods and finally fires as the third priority. This project is planned to cooperate with the staff of Ahwaz Water and Sewerage Company in response to emergencies of water and sewage system. The application and success of this program depends on the accuracy of its contents. This program is an application tool that must be maintained and regularly updated due to changes in the water and sewage system.

Keywords: Water and Sewerage Network, Unexpected Accidents, Flood, EOP Plan