Archive of SID

الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با رویکرد محله محوری

غلامرضا جلالی فراهانی: استادیار، دانشگاه عالی دفاع ملی
حسن پیری حور *: دانشجوی کارشناسی ارشد، پدافند غیرعامل، گرایش طراحی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، hassanpiri71@yahoo.com
محمدعلی نکوئی: استادیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶

چکیده

ازآنجا که شبکه‌ی توزیع آب به‌منزله‌ی آخرین حلقه از چرخه‌ی آب‌رسانی شهری، ارتباط مستقیمی با مشترکین دارد، ازاین‌رو تغییرات به وجود آمده در کمیت و کیفیت آب شرب ممکن است پس از وقوع بحران، پیامدهای ناخوشایندی به دنبال داشته باشد. یکی از مهم‌ترین اقدامات مورد نیاز برای کاهش پیامدهای منفی ناشی از وقوع تهدیدات انسان‌ساخت یا رخدادهای طبیعی و حوادث ذاتی در شبکه‌های آب‌رسانی شهری، داشتن طرحی متناسب با اصول و مبانی پدافند غیرعامل است. پژوهش حاضر به‌منظور ارائه‌ی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری انجام شده است تا پایداری لازم را در برابر بحران‌های احتمالی به ارمغان آورد. در همین راستا ابتدا چهار مدل (سریالی، شاخه‌ای، حلقوی و مرکب) موجود برای طراحی شبکه‌ی آب تشریح گردیده و با شناخت یازده مدل شهرسازی و تطبیق آن‌ها با مدل‌های شبکه‌ی آب در نهایت شش مدل (شعاعی، حلقوی، تارعنکبوتی، شطرنجی، اقماری و کهکشانی) برای طراحی شبکه‌ی آب مطلوب ارزیابی شدند. با در نظر داشتن هفت اصل پدافند غیرعامل (کوچک‌سازی، شبکه‌سازی، مستحکم سازی، ذخیره‌سازی، موازی‌سازی، پراکنده‌سازی و جایگزین‌سازی)، مدل‌های شهری منتخب به‌منظور طراحی شبکه‌ی آب حول چهار محور اصلی (کاهش احتمال وقوع تهدیدات، تقلیل در آسیب‌پذیری، سرعت بازگردانی به شرایط عادی و سهولت در مدیریت شرایط اضطراری) که مجموعاً ۱۶۸ حالت مختلف را شامل می‌شوند مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل‌شده، چارچوب نظری الگو تدوین و شش محور اصلی آن تعیین شد. در ادامه با شناسایی ۳۴ مشخصه برای الگوی پیشنهادی، ۱۴ مورد از نوآوری‌های الگو معرفی شدند تا درنهایت با ترسیم سیمای عمومی موردنظر، الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات و با رویکرد محله محوری ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: *شبکه‌ی آب‌رسانی، تأمین پایدار آب، تهدیدات، محله محوری*

Urban Water Network Design Pattern for Sustainable Water Supply Against Threats with Axial Neighborhood Approach

Gholam Reza Jalali Farahani[1], Hasan piri hoor*[2], Mohammad Ali Nekooie[3]

Abstract

Abstract: As the water distribution network as a last resort in the urban water cycle is directly related to the subscribers, the changes in the quality and quantity of drinking water may have adverse human, socio-economic and physical consequences in the shortest time after the crisis. One of the most important measures to reduce the negative consequences of the occurrence of human-made threats, natural events and inherent accidents in urban water networks is to have a plan that is in accordance with the principles of non-operational defense. In this regard, the present study was designed to provide urban water network design model in order to provide sustainability against potential crises. In this paper, four models (serial, branch, ring and composite) are presented for network design. By identifying 11 models of urbanization and their adaptation to water network models, six models (radial, circular, spider, network, satellite, and galactic) To design the optimal water network. Considering seven inertial defenses (diminishing, networking, consolidating, storing, balancing, dispersing and replacing), selected urban models are designed to design a water grid around the four main axes (reducing the probability of occurrence of threats, decreasing the vulnerability, reducing the speed to Normal conditions and ease of management of emergencies (which include a total of 168 different modes) were evaluated. According to the results, the theoretical framework of the model was formulated and its main axes were determined. In the following, identifying 34 characteristics for the proposed model, 14 patterns of innovation were introduced, in the end, by designing the public view, the urban water network design pattern was developed to provide sustainable water supply against threats and with a neighborhood-oriented approach.

Keywords: *Water Supply Network, Sustainable Water Supply, Threats, Axis Neighborhood*

1 – Associated Professor, Supreme National Defense University
2 – Faculty Member of Malek Ashtar University of Technology, Email: ali.nekooie@gmail.com
3 – Assistant professor, Departement of Passive Defence, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شهر یکی از زیستگاه‌های متراکم انسانی است که به دلیل حضور انسان، نیازمند ایمنی در همه‌ی ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، مدیریتی و هر نوع اقدامی است که جامعه‌ی انسانی و محیط طبیعی و مصنوع آن را بیمه می‌کند [۱]. رعایت الزامات پدافند غیر عامل نه‌تنها در مقابل حملات احتمالی بلکه در مقابل سوانح طبیعی از اصول لازم در توسعه‌ی پایدار و ماندگاری تأسیسات و زیرساخت‌های شهر و حفظ جان و مال مردم به شمار می‌رود [۲]. از آنجا که برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل، پیش از رخداد حوادث (در زمان صلح و وضع عادی جوامع) انجام می‌گیرد، می‌توان پدافند غیرعامل را نوعی مدیریت پیش از بحران نیز نامید [۳].

تاریخ آب‌رسانی از روزگاری آغاز می‌گردد که بشر زندگی گروهی را برگزید. سپس برای تأمین نیاز خود از آب، نخستین شهرها را در کنار رودخانه‌هایی مانند نیل، دجله، فرات و سند ساخت. در جاهایی که دسترسی به آب رودخانه نبود برای رفع نیازهای خود اقدام به کندن چاه نمود. چون همه‌ی آب‌هایی که در دسترس بودند از نظر کمی و کیفی جواب‌گوی نیازهای انسان نبودند به فکر جابجا کردن آن افتاد و فن آبیاری و آب‌رسانی به وجود آمد [۴]. در قدیم شبکه‌ی آب‌رسانی شهرها با شبکه‌ی آبیاری کشاورزی جدا از هم نبودند و انسان با دست برد در چگونگی آب آن را برای آشامیدن مناسب می‌ساخت. تنها از گذشته‌ای نزدیک بود که با توجه بیشتر انسان به کیفیت آب‌های آشامیدنی و به‌ویژه از دید بهداشتی و گندزدایی آن‌ها شبکه‌های آب‌رسانی شهری از شبکه‌های آبیاری کشاورزی جدا گشتند [۵].

مفهوم محله‌ی پایدار: مکانی است که از یک بخش شهری و جمعیت آن تشکیل شده است و به‌صورت یک سیستم زنده عمل می‌کند و نیازهای مختلف) کیفیت زندگی، فرصت‌های شغلی، کیفیت زیست‌محیطی، تعامل اجتماعی، هویت مثبت، زندگی فرهنگی (ساکنان آینده و فعلی را برآورده می‌سازد که کاملاً در تقویت و عملکرد مکان نقش دارد به صورتی که در توسعه‌ی پایدارتر محیط شهری نقش دارد [۶]. طرح محله‌ی پایدار، دربرگیرنده‌ی توسعه‌ی جوامع با توجه به اهداف زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در یک چشم‌انداز متعادل است [۷]. خیابان‌های شبکه‌ای در مقایسه با سایر الگوها، ارتباط و اتصال بهتری دارند و فواصل کوتاه‌تری بین مقصدها به وجود می‌آورند. اثرات گروه‌بندی، پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و استفاده از حمل‌ونقل عمومی را تشویق می‌کنند و بدین ترتیب از سهم رفت‌وآمد موتوری می‌کاهند [۸]. با مطرح شدن محله به‌عنوان سلول زندگی شهری تحقیق توسعه‌ی پایدار نیز تنها در قالب توسعه‌ی محله‌ای و در ادامه‌ی تفکر جهانی بیندیش، محلی عمل کن دنبال شد.با توجه به این‌که در حال حاضر بیش از ۶۰ درصد از مردم جهان در شهرها زندگی می‌کنند، نحوه‌ی توسعه‌ی محله‌ها در مقیاس کلان در پرتو مشارکت، دخیل کردن مردم و بها دادن به سرمایه‌های اجتماعی، مدیریت مردم و برانگیختن حس مسئولیت در قبال شرایط حاکم، می‌تواند موفقیت یا شکست جامعه را در برابر حل مشکلات اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، کالبدی و غیره تعمین نماید [۹].

رویکرد محله‌محوری: تحولات شهرنشینی در چند دهه‌ی اخیر در کشور ما موجب شکل‌گیری، رشد و توسعه‌ی بی‌رویه‌ی شهر و شهرنشینی شده است که در نتیجه‌ی آن مشکلات عدیده‌ای در ابعاد مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، تأسیسات و تجهیزات شهری و امکانات شهری و ... گریبان‌گیر شهرها شده است. همه‌ی این عوامل دست‌به‌دست هم داده تا لزوم تحول در نظام مدیریتی شهرها صورت گیرد. از این‌رو محله‌محوری در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری به‌منزله‌ی یک رویکرد و گام اساسی مطرح است [۱۰]. به دلیل گستردگی ابعاد در ماهیت مسائل شهری و پیچیدگی آن‌ها، نگاهی کل‌نگر و توجه به ابعاد و جنبه‌های مختلف مسائل شهری به‌منظور نیل به توسعه‌ی پایدار، امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در این میان توجه و تأکید بر برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها، بیش از هر زمان دیگری به سطوح پایین‌تر و ابعاد ملموس زندگی شهری معطوف شده است [۱۱].

ازآنجا که این مقاله تأسیسات شبکه‌ی آب‌رسانی شهری را مورد بررسی قرار می‌دهد و با توجه به اینکه تأسیسات شهری علاوه بر تأثیرپذیری از تحولات شهرنشینی و ایجاد اختلال در خدمات‌دهی به شهروندان، از طرفی نیز به دلیل حساسیت و جذابیت بالا ممکن است متحمل انواع مختلف تهدیدات دشمن باشند، بنابراین رویکرد محله‌محوری در طراحی زیرساخت‌های شهری و به‌خصوص آب‌رسانی شهری با توجه به برخورداری از اصول پدافند غیرعامل، می‌تواند در پایداری آب‌رسانی مؤثر واقع گردد.

اجزای اصلی سامانه‌ی آب‌رسانی: در این بخش از مقاله اجزای اصلی سامانه‌ی آب‌رسانی شهری تأمین، تصفیه، ذخیره و توزیع آب معرفی می‌گردد تا در ادامه، شبکه‌ی توزیع آب مورد بررسی قرار گیرد.

منابع تأمین آب: منابع تأمین‌کننده‌ی آب به دو دسته‌ی سطحی و زیرسطحی تقسیم می‌شوند. منابع تأمین آب در بالاترین سطح سامانه‌ی آب‌رسانی قرار دارند و تغییرات کیفی و کمی در این منابع تأثیر بسزایی در بخش‌های پایین‌دست سامانه همچون تصفیه‌خانه خواهد داشت و شامل بخش‌های مختلفی همچون مخزن ذخیره‌ی آب خام، ایستگاه پمپاژ آب خام، حوضچه‌های رسوب‌گیر، دریچه‌های تنظیم دبی، سیستم پایش کیفیت آب، ایستگاه‌های هیدرومتری و ... است [۱۲، ۱۳].

تصفیه‌ی آب: تصفیه‌خانه‌ها به دلیل تمرکز و اهمیت بسیار بالایی که در سامانه‌ی آب‌رسانی دارند (تضمین کیفیت آب)، پتانسیل بسیار بالایی برای بروز بحران‌های وسیع در جوامع دارند. نوسانات آب هرچند کوتاه و اندک می‌تواند تأثیرات بسیار بالایی در کل سامانه‌ی آب‌رسانی داشته باشد [۱۳].

ذخیره‌ی آب: مخازن ذخیره‌ی آب ازجمله مهم‌ترین اجزای سامانه‌ی آب‌رسانی هستند که آب انتقالی از تصفیه‌خانه را در خود جای می‌دهد و به این دلیل برای اهداف تروریستی و نظامی اهداف

www.SID.ir

Archive of SID

بسیار مناسبی به‌شمار می‌آیند. در صورت تخریب این مخازن خسارت‌های جبران‌ناپذیری به شبکه‌ی توزیع وارد می‌شود [۱۴].

توزیع آب: شبکه‌ی توزیع مجموعه‌ای به‌هم‌پیوسته از منابع، خطوط لوله، عناصر هیدرولیکی مانند پمپ‌ها، شیرهای تنظیم‌کننده، مخازن هوایی است که هدف آن ارائه‌ی آب با فشار مطلوب به مشترکین است [۱۵]. این بخش شامل چهار قسمت ازجمله مخازن ذخیره‌ی آب، ایستگاه‌های پمپاژ، لوله‌های اصلی و فرعی و شیرآلات و تأسیسات جانبی است [۱۶].

انواع شبکه‌ی توزیع آب شهری

شبکه‌ی سریال: شبکه‌ای است که حلقه و شاخه ندارد. این شبکه، ساده‌ترین نوع شبکه است که عموماً دارای یک گره چشمه، یک گره چاه و یا یک گره مصرف است. اولین لوله از یک گره چشمه شروع می‌شود و آخرین لوله به یک گره چاه منتهی می‌شود. به تمام گره‌های مصرف این نوع شبکه دو لوله متصل است، که در بالادست آن لوله‌ی جریان‌رسان و در پایین‌دست آن لوله‌ی تزریق قرار دارد. جهت آب در تمام لوله‌ها ثابت و از گره چشمه به‌طرف چاه است [۱۷].

شبکه‌ی انشعابی یا شاخه‌ای: این شبکه از یک خط لوله‌ی مستقیم تشکیل یافته است که از طریق این لوله، لوله‌های دیگر منشعب می‌شود. در این سامانه به علت آن‌که آب از یک‌سو وارد خط اصلی می‌شود و درنتیجه آب همواره در انتهای خط اصلی جمع می‌شود، چنانچه از آن استفاده نشود امکان بو گرفتن آب زیاد است. همچنین در صورت شکستن قطعه‌ای از لوله، قسمت عظیمی از یک شهر بدون آب می‌ماند [۱۸].

شبکه‌ی حلقوی: همان‌طور که از نام این شبکه مشخص است شبکه‌ی حلقوی از حلقه‌ها تشکیل می‌شود. در شبکه‌ی تک چشمه‌ای یک گره چشمه و در شبکه‌ی چند چشمه‌ای چندین گره چشمه وجود دارد. در شبکه‌های حلقوی یک گره چاه یا بیشتر باید وجود داشته باشد که از طریق این گره، گره‌های مصرف تغذیه شوند [۱۷].

شبکه‌ی مختلط: این شبکه ترکیبی از شبکه‌های سریال، شاخه‌ای و حلقوی است. این شبکه یکی از فراوان‌ترین روش‌های لوله‌کشی در شبکه‌بندی آب شهرها است. بدین منظور یک شبکه‌ی مختلط شامل تعدادی حلقه و تعدادی شاخه خواهد بود که این شاخه‌ها و انشعابات از نقاط مختلف حلقه‌ها گرفته می‌شود و به‌ندرت می‌توان شبکه‌ای را پیدا کرد که مرکب نباشد. بدون تردید در کلیه‌ی شهرها ناچار به کاربرد چنین شبکه‌ای خواهیم بود [۱۹].

پیشینه، هدف و اهمیت پژوهش

نظر به اینکه شبکه‌ی آب از معابر و محدودیت‌های الگوی‌های شهری تبعیت می‌نماید، ازاین‌رو شناخت و تحلیل الگوهای شهرسازی ضروری بوده است که برای این منظور یازده الگوی شهرسازی شناسایی شدند [۲۰]. از بین الگوهای شناسایی‌شده شش مورد برای طراحی شبکه‌ی آب مناسب ارزیابی گردید. به‌طورکلی تحقیقات فراوانی در داخل و خارج از کشور در خصوص شبکه‌ی آب شهری و با رویکرد پدافند غیرعامل تاکنون انجام‌شده که به مواردی از آن‌ها در جدول ۱ اشاره گردیده است.

با توجه به جدول ۱ قابل استنتاج است که تمامی تحقیقات انجام‌شده شبکه‌های آب‌رسانی شهری را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و هیچ‌یک از آن‌ها به مرحله‌ی طراحی شبکه نپرداخته است. بدیهی است نتایج تحقیقات پیشین، قادر نخواهند بود طراحان شبکه‌ی آب شهری را در راستای افزایش پایداری سیستم کمک نمایند. ازاین‌رو مطالعه‌ی حاضر با در نظر داشتن اصول و مبانی پدافند غیرعامل به دنبال تدوین الگویی است تا بتوان سیستم شبکه‌ی آب شهری را به‌صورت محله محوری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت و در شرایط اضطراری پایدار نمود. برای این منظور پس از بررسی الگوهای مختلف شهری، مطلوب‌ترین نوع آن‌ها تعیین گردیدند. در ادامه اصول دفاع غیرعامل برای طراحی شبکه‌ی آب در الگوهای شهری مطلوب مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت با ارزیابی میزان اثربخشی دفاع غیرعامل به تفکیک هر یک از الگوهای شهری، قابلیت عملیاتی نمودن آن را در محیط‌های مختلف شهری فراهم نموده است.

روش تحقیق

در راستای هدف اصلی پژوهش حاضر که ارائه‌ی الگوی طراحی شبکه‌ی آب برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با رویکرد محله‌محوری است، پژوهش حاضر توصیفی- تحلیلی است و به‌منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها در این پژوهش از رویکردهای کمی و کیفی بهره برده شده است. در بخش شناسایی و تحلیل الگوهای رایج برای طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی و طراحی شهری از روش کتابخانه‌ای (کیفی) و در بخش ارزیابی الگوهای مذکور و میزان اثر بخشی پدافند غیرعامل به‌منظور تحقق هدف یاد شده، از روش پرسش‌نامه (کمی) استفاده گردیده است. با توجه به نظرات گروهی کارشناسان حوزه‌ی پدافند غیرعامل و آب‌رسانی شهری، روایی پرسش‌نامه تأیید و پایایی آن نیز براساس آزمون alpha Cronbach's برابر ۰/۸۲۵ توسط نرم‌افزار SPSS نیز به‌عنوان ابزار پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته است. ازآنجایی که عدد به‌دست‌آمده بزرگ‌تر از ۰/۷ است، اعتبار یا پایایی پرسش‌نامه مورد تأیید است.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

مقایسه‌ی الگوهای شهرسازی در شبکه‌ی آب شهری

با توجه به اینکه طراحی شبکه‌ی توزیع آب شهری تابع الگوی حاکم بر معماری شهری است، ازاین‌رو در جدول ۲ به تحلیل مدل‌های مختلف شهری پرداخته شده است تا موارد مطلوب تعیین گردیده و برای ارزیابی‌های دقیق‌تر مورد مطالعه قرار گیرند. مقایسه‌ی صورت گرفته در جدول مذکور بر مبنای ارتباطات قابل پیاده‌سازی در شبکه‌ی توزیع آب و براساس قضاوت مهندسی حاصل شده از مطالعه‌ی ویژگی‌های حاکم بر مدل‌های شهری انجام شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: پیشینه‌ی تحقیقات شبکه‌ی آب و حوزه‌ی بهبود آن‌ها [نگارنده، ۱۳۹۶]

داخلی/ خارجی	عنوان	حوزه‌ی بهبود با الگوی ارائه‌شده
داخلی	ارزیابی شبکه‌های توزیع آب با استفاده از روش آنتروپی اطلاعات بر پایه‌ی عدم قطعیت‌های مکانیکی و هیدرولیکی [۲۱]	ارزیابی شبکه‌ی آب با استفاده از دانش پدافند غیرعامل برای پایداری سازی در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و تهیه‌ی الگوی تأمین پایدار آب شرب
داخلی	توسعه‌ی شهری برای مقابله با بحران آب کلان‌شهرها [۲۲]	پایدارسازی آب‌رسانی شهری با ارائه‌ی ملاحظات پدافند غیرعامل
داخلی	تبیین مبانی مهندسی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری [۲۳]	بررسی دیگر تهدیدات انسان‌ساخت مؤثر بر شبکه‌ی آب شهری علاوه بر تهدید آلودگی و انتخاب محتمل‌ترین تهدیدات
داخلی	بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌ی توزیع آب‌رسانی شهری به روش تئوری شبکه [۲۴]	بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌ی آب شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت محتمل و ارائه‌ی راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری
داخلی	طراحی شبکه‌ی توزیع آب شهری از منظر پدافند غیرعامل [۴]	ارائه‌ی ملاحظات پدافند غیرعامل برای آب‌رسانی پایدار با توجه به نتایج حاصل از بررسی تهدیدات انسان‌ساخت
داخلی	مدیریت و بهینه‌سازی میزان تزریق کلر در شبکه‌های توزیع آب با استفاده از مدل Water Gems [۲۵]	بررسی شبکه توزیع آب شهری با رویکرد پدافند غیرعامل و تهیه‌ی الگوی پایدارسازی آن
داخلی	بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی آب‌رسانی منطقه‌ی ۱۱ تهران برای مقاوم‌سازی [۲۶]	مطالعه‌ی آسیب‌پذیری شبکه‌ی آب در برابر تهدیدات و عوامل غیرطبیعی مؤثر بر آن و ارائه‌ی ملاحظات کاهش آسیب‌پذیری
خارجی	ابزارهای حمایت از تصمیم‌گیری برای پایداری سیستم‌های توزیع آب [۲۷]	پایدارسازی آب‌رسانی با در نظر گرفتن تهدیدات انسان‌ساخت علاوه بر عوامل ذاتی
خارجی	بهینه‌سازی عملیاتی شبکه‌های توزیع آب [۲۸]	پایدارسازی بهینه‌ی شبکه‌ی آب در زمان وقوع تهدیدات
خارجی	ارزیابی ریسک سلسله‌مراتبی از سیستم تأمین آب [۲۹]	در نظر گرفتن تهدیدات انسان‌ساخت در روند ارزیابی ریسک
خارجی	ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم‌های تأمین آب برای جریان ناکافی آتش [۳۰]	در نظرگیری دیگر تهدیدات علاوه بر تهدیدات تروریستی و ارائه‌ی متدولوژی طراحی شبکه‌ی آب در برابر تهدیدات
خارجی	استفاده از یک روش ابتکاری به سیستم توزیع آب برای تعیین محل نظارت بر کیفیت آب مطلوب [۳۱]	تعیین آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات تروریستی و آلودگی و راهکار کاهش آسیب‌پذیری و کاهش ریسک آلودگی شبکه
خارجی	قرار دادن سنسور برای شناسایی محل خطا در شبکه‌ی آب یک رویکرد پوشش حداقل آزمون [۳۲]	در نظر گرفتن آسیب‌پذیری‌های شبکه‌ی آب در برابر تهدیدات انسان‌ساخت و ارائه‌ی ملاحظات دفاع غیرعامل
خارجی	تجزیه و تحلیل خطر براساس رویداد آلودگی و قراردادن بهینه‌ی سنسورها برای تأمین امنیت شبکه‌ی توزیع متناوب آب [۳۳]	در نظر گرفتن دیگر تهدیدات انسان‌ساخت محتمل بر شبکه‌ی آب علاوه بر حوادث آلودگی تصادفی و هدفمند

جدول ۲: مقایسه‌ی الگوهای شهرسازی و مطابق با انواع مختلف شبکه‌ی آب شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	مدل‌های شهری [۳۴]	توضیح	تطبق با نوع شبکه‌ی آب	وضعیت
۱	خطی	در صورت انهدام قسمتی از خطوط لوله، کل شبکه‌ی آب مصرفی شهر دچار اختلال و حتی قطعی می‌گردد.	خطی	نامطلوب
۲	خوشه‌ای	در این الگو خطوط شبکه به‌صورت خوشه‌ای و یا شاخه‌ای از خطوط اصلی شبکه تبعیت می‌کنند که باعث افزایش آسیب‌پذیری آن می‌گردد.	شاخه‌ای	نامطلوب
۳	سلسله مراتبی	این الگو باعث وابستگی مناطق پایین‌دست به بالادستی شده و در صورت بروز اختلال بالادستی می‌تواند به بخش قابل توجهی از شبکه تسری یابد.	شاخه‌ای	نامطلوب
۴	شطرنجی	شبکه‌ی آب شهری در این الگو به سبب شبکه‌ای بودن آن و وجود لوپ (حلقه) بسته‌ی فراوان، از آسیب‌پذیری کمتر و قابل‌کنترل‌تری برخوردار بوده و در صورت انهدام قسمتی از خطوط آب، این مشکل به کل شهر تسری نمی‌یابد.	حلقوی	مطلوب
۵	ستاره‌ای	تمرکز تأسیسات در هسته‌ی مرکزی و شاخه‌ای اجرا شدن تأسیسات شبکه‌ی آب باعث افزایش آسیب‌پذیری آن می‌شود.	مختلط	نامطلوب
۶	حلقوی	در این الگو شبکه‌ی آب مطابق با حلقه‌های ایجادشده در شهر طراحی‌شده و به دلیل انتقال آب در منطقه‌ی وسیع می‌تواند مناسب تلقی گردد.	حلقوی	مطلوب
۷	تارعنکبوتی	ترکیبی از الگوهای شعاعی و حلقوی را تشکیل می‌دهد که سبب پایداری شبکه‌ی آب خواهد گردید.	مختلط	مطلوب
۸	کهکشانی	این الگو باعث کوچک‌سازی شبکه گردیده و از تحت تأثیر قرار گفتن کل شبکه ممانعت می‌نماید.	مختلط	مطلوب
۹	تک مرکزی	تمرکز تأسیسات در هسته‌ی مرکزی باعث آسیب‌پذیری خواهد گردید	شاخه‌ای	نامطلوب
۱۰	شعاعی	طراحی شبکه‌ها و تأسیسات زیربنایی به شکل مدارهای شاخه‌ای پیوسته (لوپ) در این شهر، امکان از کارافتادگی تمام سیستم شهر را کاهش خواهد داد.	مختلط	مطلوب
۱۱	اقماری	تأسیسات و زیرساخت‌های زیربنایی، آسیب‌پذیری کمتری داشته و در صورت آسیب یک حوزه، قادر خواهد بود به دیگر حوزه‌ها خدمات ارائه نماید.	مختلط	مطلوب

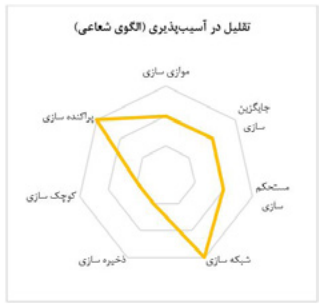
www.SID.ir

Archive of SID

تحلیل الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی آب با اصول پدافندغیرعامل

در ادامه الگوهای شهرسازی که پس از تطبیق دادن با الگوهای شبکه‌ی آب مطلوب ارزیابی شدند مورد بررسی بیشتری قرار گرفته‌اند. برای این منظور میزان اثربخشی (کاهش احتمال وقوع تهدید، تقلیل در آسیب‌پذیری، استمرار فعالیت/ بازگشت سریع و مدیریت شرایط اضطراری) هر یک از الگوهای مطلوب با رعایت اصول پدافند غیرعامل ارزیابی گردیده است. نمودارهای ارائه‌شده در جدول ۳ تأثیر هر کدام از اصول پدافند غیرعامل را در ایجاد پایداری شبکه‌ی توزیع آب و به تفکیک هر یک از مدل‌های شهری نشان می‌دهد.

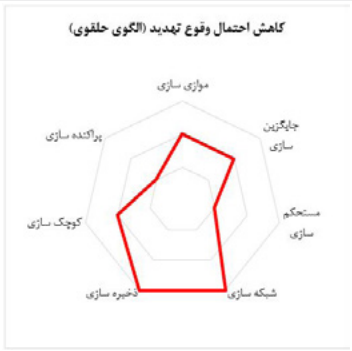
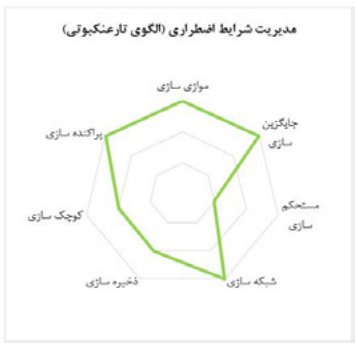
جدول ۳: نحوه‌ی تأثیرگذاری الگوهای شهری در شبکه‌ی آب‌رسانی [نگارنده، ۱۳۹۶]

نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی شطرنجی	نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی شعاعی	نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی کهکشانی
نحوه‌ی تقلیل درآسیب‌پذیری در الگوی شطرنجی	 نحوه‌ی تقلیل درآسیب‌پذیری در الگوی شعاعی	نحوه‌ی تقلیل درآسیب‌پذیری در الگوی کهکشانی
نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی شطرنجی	نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی شعاعی	نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی کهکشانی
نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی شطرنجی	نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی شعاعی	نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی کهکشانی

www.SID.ir

Archive of SID

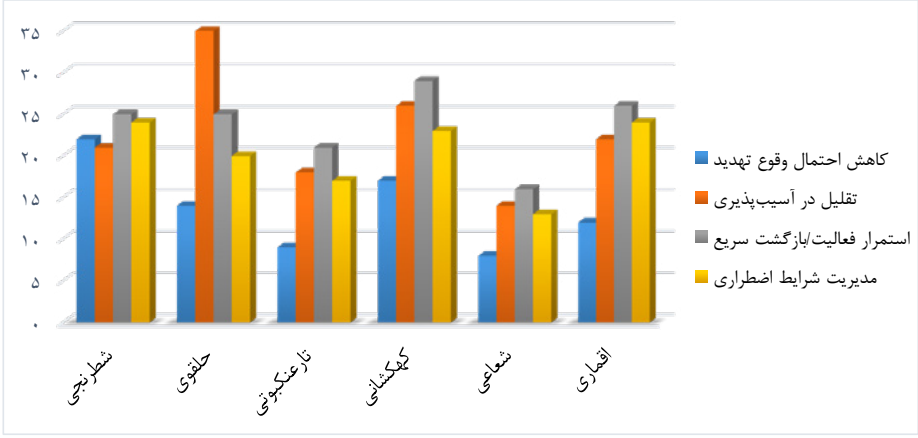
ادامه‌ی جدول ۳: نحوه‌ی تأثیرگذاری الگوهای شهری در شبکه‌ی آب‌رسانی [نگارنده، ۱۳۹۶]

کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی تارعنکبوتی	 نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی حلقوی	نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی اقماری
نحوه‌ی تقلیل در آسیب‌پذیری در الگوی تارعنکبوتی	نحوه‌ی تقلیل در آسیب‌پذیری در الگوی حلقوی	نحوه‌ی تقلیل در آسیب‌پذیری در الگوی اقماری
نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی تارعنکبوتی	نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی حلقوی	نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی اقماری
 نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی تارعنکبوتی	نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی حلقوی	نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی اقماری

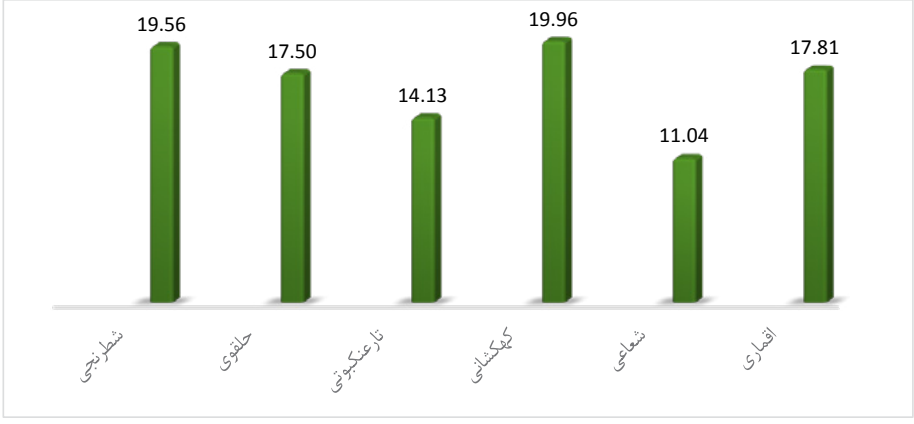
در تصویر۱ به‌طورکلی ارجحیت مدل‌های شهرسازی را به‌منظور طراحی شبکه‌ی پایدار آب‌رسانی برای هر یک از اجزای اثربخشی پدافند غیرعامل نشان داده است. چگونگی استخراج تصویر ۱ از جدول ۳ بدین ترتیب است که نحوه‌ی اثربخشی دفاع غیرعامل (کاهش احتمال وقوع تهدید، تقلیل در آسیب‌پذیری، استمرار فعالیت و مدیریت شرایط اضطراری) به هنگام به‌کارگیری اصول پدافند غیرعامل (موازی‌سازی، جایگزین‌سازی، مستحکم‌سازی، شبکه‌سازی، ذخیره‌سازی، کوچک‌سازی و پراکنده‌سازی) در انواع

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر۱: مطلوبیت الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی آب به تفکیک نوع اثربخشی آن‌ها [نگارنده، ۱۳۹۶]



تصویر۲: اولویت الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی پایدار آب [نگارنده، ۱۳۹۶]

مختلف شبکه‌های آب‌رسانی مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت با تجمیع میزان اثرگذاری اصول مذکور به تفکیک اهداف پدافند غیرعامل، مطلوبیت هر کدام از الگوهای شهری مشخص گردیده است.

به‌طورکلی و با در نظر داشتن تمامی جوانب بررسی‌شده، مدل‌های شهرسازی که برای طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری مطلوب ارزیابی‌شده بودند در تصویر ۲ اولویت‌بندی گردیده‌اند. گفتنی است اولویت‌های مذکور به‌طور عمومی میزان اثربخشی هرکدام از الگوهای شهرسازی را به‌منظور تحقق اهداف دفاع غیرعامل نشان داده‌اند.

با توجه به تصویر ۲ طراحی شبکه‌ی آب در الگوی کهکشانی پایداری بیشتری در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت ایجاد خواهد شد. الگوی شطرنجی نیز به‌منظور پایدارسازی شبکه‌ی آب شهری در برابر تهدیدات در رتبه‌ی دوم قرار گرفته است؛ البته به نظر می‌رسد به دلیل سهولت در امکان عملیاتی نمودن نسبت به الگوی کهکشانی ارجحیت داشته باشد. ناگفته نماند، اولویت الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی پایدار آب در برابر تهدیدات با در نظر داشتن نتایج حاصل از تصویر ۱ تعیین گردیده است. میزان رعایت اصول و میزان تحقق اهداف پدافند غیرعامل در این اولویت‌بندی مورد توجه بوده است.

ارائه‌ی الگوی طراحی شبکه‌ی آب پایدار

به‌منظور ارائه‌ی الگوی موردنظر این مقاله، با استفاده از مطالعات انجام گرفته، از یک طرف مدل‌های موجود برای طراحی شبکه‌ی آب شناسایی گردیده و از دیدگاه پدافند غیرعامل مورد مقایسه قرار گرفتند، از سوی دیگر الگوهای موجود در شهرسازی، شناسایی و پس از مطالعه‌ی مبانی آن‌ها، با الگوهای موجود برای طراحی شبکه‌ی آب شهری مطابقت داده شد تا در نهایت مطلوبیت هر کدام برای زیرساخت آب‌رسانی تعیین گردد و شش مورد از آن‌ها مطلوب ارزیابی گردیدند.

به‌منظور امکان طراحی شبکه‌ی پایدار آب‌رسانی شهری، شش معیار تأثیرگذار شناسایی شده و برای هرکدام از آن‌ها زیرمعیارهایی تعیین گردید. با شناخت از زیرمعیارهای طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی، میزان تأثیرگذاری هفت اصل پدافند غیرعامل که با موضوع مرتبط بودند تعیین گردیدند. امتیازهای به‌دست آمده برای اصول پدافند غیرعامل در الگوهای شهرسازی که مطلوبیت بالایی برای طراحی شبکه‌ی آب داشتند، ارزیابی و میزان اثربخشی آن در کاهش احتمال وقوع تهدیدات محتمل بر شبکه‌ی آب، تقلیل در آسیب‌پذیری تأسیسات در مقابل تهدیدات به وقوع پیوسته، بازگشت عملکرد و یا کارکرد شبکه‌ی آب‌رسانی به مدار بهره‌برداری و درنهایت میزان تسهیل در مدیریت شرایط اضطراری، برای هر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: محورهای الگوی طراحی شبکه‌ی پایدار آب‌رسانی شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	محور الگو	ردیف	محور الگو
۱	مؤلفه‌های افق طرح مؤثر بر طراحی شبکه‌ی آب	۴	مؤلفه‌های پدافندی شبکه‌ی آب
۲	شرایط محیطی مؤثر بر طراحی شبکه‌ی آب	۵	شرایط ذاتی تأسیسات
۳	امکان آب‌رسانی موجود در محله	۶	شرایط هیدرولیکی

یک از الگوهای مطلوب، مشخص شدند. ارزیابی انجام‌شده میزان توجه به ابزارهای پدافند غیرعامل را برای طراحی شبکه‌ی توزیع آب به تفکیک الگوهای شهری مشخص نموده است که با تجمیع نتایج به دست آمده، رویکرد مقایسه‌ای بین الگوها ایجاد شده که برتری آن‌ها را نسبت به یکدیگر ارائه می‌نماید.

چارچوب نظری الگو

با توجه به مطالعات گسترده‌ای که در خصوص طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری انجام شد و همچین با اتکا به بررسی‌های صورت گرفته در رابطه با فرایند موجود برای این منظور، مشخص گردید که رویکرد طی شده در این مقاله در روند طراحی‌های موجود مغفول واقع شده است. همچنین با استناد به نشریه‌ی ۳-۱۱۷ که برای طراحی شبکه‌ی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، عدم در نظر گرفتن شرایط محیطی در آن، ضرورت الگوی مدنظر این مقاله تبیین می‌گردد. از این‌رو کمبود الگویی که با به‌کارگیری دانش دفاع غیرعامل بتواند پایداری شبکه‌ی آب‌رسانی را در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و رخدادهای طبیعی برقرار سازد احساس می‌شود. الگوی ارائه‌شده در این مقاله به دنبال آن است تا با در نظر گرفتن جمیع جوانب شبکه‌ی آب شهری را برای تأمین آب در برابر تهدیدات پایدار نماید.

تحلیل اسناد بالادستی پدافند غیرعامل در حوزه‌ی آب

از آنجا که الگوی موردنظر این مقاله از دیدگاه پدافند غیرعامل ارائه می‌گردد، ازاین‌رو شناخت و تحلیل اسناد بالادستی موجود در این زمینه ضرورتی غیرقابل انکار است. در این راستا اسناد بالادستی که به‌منظور رعایت پدافند غیرعامل در حوزه‌ی آب موجود هستند به شرح ذیل شناسایی شدند:

- نظام‌نامه‌ی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل [۳۵].
- دستورالعمل تهیه، ارزیابی و تصویب مطالعات امکان‌سنجی و توجیهی پدافند غیرعامل در طرح‌های توسعه‌ی آب و فاضلاب [۳۶].
- دستورالعمل طرح‌های توسعه‌ای و در حال بهره‌برداری صنعت آب و برق [۳۷].
- دستورالعمل انجام مطالعات پدافند غیرعامل طرح‌های در دست بهره‌برداری آب و فاضلاب [۳۸].
- سند جامع مدیریت پایدار آب شرب کشور [۳۹].

پس از مطالعه‌ی اسناد فوق، مشخص گردید دارای ضعف‌هایی ازجمله عدم در نظرگیری الگوهای شهری هستند، درحالی‌که شبکه‌ی آب لاجرم باید مطابق با معماری شهر طراحی گردد، همچنین بدون اعمال تأثیرگذاری اصول دفاع غیرعامل در فاز طراحی شبکه و در نظر نگرفتن مسائل حفاظتی و حراستی مواردی هستند که اسناد بالادستی پدافند غیرعامل در حوزه‌ی آب‌رسانی شهری را برای طراحی شبکه‌ی آب موردنظر این مقاله، غیرکاربردی می‌نماید.

محورهای الگوی پیشنهادی

در این بخش، محورهای الگوی پیشنهادی معرفی و توضیحات مربوط به هرکدام از آن‌ها ارائه می‌گردد، برای این منظور شش محور اصلی طبق جدول ۴ شناسایی شده‌اند.

مشخصات الگو

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات برداشت‌شده، مشخصاتی اعم از شناخت و بررسی شرایط محیطی حاکم بر طراحی، شناخت و بررسی امکانات آب‌رسانی موجود در محله، بررسی و تأمین شرایط هیدرولیکی شبکه‌ی آب، بررسی شرایط ذاتی حاکم بر تأسیسات شبکه، بررسی مؤلفه‌های مؤثر پدافند غیرعامل، بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر افق طرح و در نهایت مطالعه‌ی الگوی شهرسازی منطقه‌ی طرح تعیین گردیده است.

نوآوری‌های الگو

بارزترین نوآوری الگوی پیشنهادی را به‌کارگیری دانش پدافند غیرعامل در طراحی شبکه‌ی آب شهری می‌توان مطرح نمود. همان‌طوری که ذکر گردید نبود مؤلفه‌ای مبنی بر مطالعات مربوط به پدافند غیرعامل در طراحی شبکه‌های آب، این ویژگی الگوی پیشنهادی را از اهمیت بالایی برخوردار می‌سازد.

طبق الگوی ارائه‌شده امکان به‌کارگیری دانش دفاع غیرعامل در طراحی شبکه‌ی آب در طرح‌های درحال توسعه و حتی در تأسیسات در حال بهره‌برداری وجود داشته و عملیاتی خواهد گردید. بدیهی است بدون شناخت روشن از وضعیت موجود منطقه/محله‌ای که شبکه‌ی آب در آن طراحی می‌گردد و همچنین بدون در نظرگیری مؤلفه‌های مؤثر بر پایداری شبکه‌ی آب در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و حتی رخدادهای طبیعی و حوادث صنعتی، شبکه‌ی مذکور بیشترین ظرفیت آسیب‌پذیری را داشته و خدمات‌دهی پایدار آن با مشکل مواجه می‌گردد. در همین راستا، نوآوری‌های این الگو در جدول ۶ ارائه شده‌اند.

سیمای عمومی الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی پایدار

در تصویر ۳ سیمای عمومی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری با هدف پایدارسازی در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و با در نظر داشتن بازنگری در شبکه‌ی آب موجود و شبکه‌ی آب درحال توسعه ارائه گردیده است.

www.SID.ir

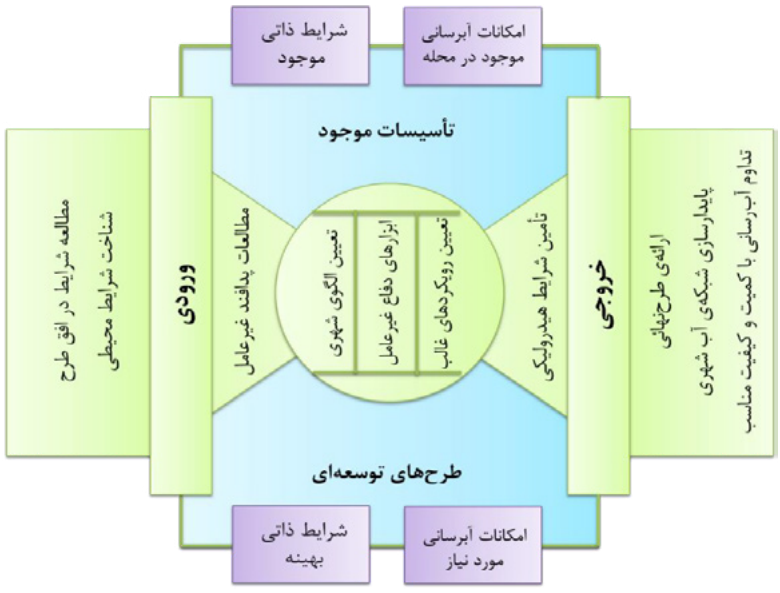
Archive of SID

جدول ۵:. مشخصات الگوی طراحی شبکه‌ی آب با رویکرد پدافند غیرعامل [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	مشخصه‌ی الگو	ردیف	مشخصه‌ی الگو
۱	تعداد جمعیت	۱۸	گستردگی شبکه در سطح شهر/ محله
۲	میزان تولید آب	۱۹	تعدد عناصر و اجزای شبکه آب
۳	اصول پدافند غیرعامل متناسب با الگوی شهرسازی	۲۰	اندرکنش فیزیکی با سایر زیرساخت‌های شهری
۴	میزان مصرف آب	۲۱	وابستگی‌های متقابل با سایر زیرساخت‌های شهری
۵	سرانه‌ی مصرف آب	۲۲	مشترکین خاص
۶	الگوی شهرسازی موجود	۲۳	مشترکین پرمصرف
۷	توسعه‌ی شهر (توسعه‌ی شبکه)	۲۴	هم‌جواری‌های سازگار و ناسازگار
۸	ملاحظات متناسب با اصول پدافند غیرعامل	۲۵	ارزیابی و تعیین سن اجزای شبکه
۹	شیب زمین	۲۶	میزان فرسودگی اجزای شبکه
۱۰	توپوگرافی منطقه	۲۷	اقطار لوله‌های موجود در شبکه
۱۱	تراکم ساختمانی منطقه طرح	۲۸	جنس پوشش لوله‌های شبکه
۱۲	وسعت محله	۲۹	عمق قرارگیری شبکه
۱۳	محدودیت‌های معابر شهری	۳۰	نقاط مصرف شبکه توزیع
۱۴	وجود منابع آب در محله و یا در مجاورت آن	۳۱	دبی مورد نیاز در نقاط مصرف
۱۵	وجود مخازن آب در محله و یا در مجاورت آن	۳۲	نقاط کم‌فشار شبکه
۱۶	وجود سامانه‌های انتقال آب	۳۳	تعداد زون فشاری مورد نیاز
۱۷	وجود حوضچه‌های شیرآلات در محله	۳۴	تحلیل آلودگی در مدل هیدرولیکی شبکه

جدول ۶: نوآوری‌های الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی پایدار [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	نوآوری الگو	ردیف	نوآوری الگو
۱	شاخص‌های منطبق بر عوامل محیطی منطقه/ محله	۸	کوچک‌سازی شبکه‌ی آب (کاهش مساحت تحت پوشش زون‌ها)
۲	شناسایی نقاط با حساسیت بالاتر	۹	متعددسازی اجزا به‌منظور تسهیل مدیریت شرایط اضطراری
۳	بررسی حیطه‌ی عملکردی تأسیسات	۱۰	موازی سازی اجزای شبکه
۴	ارزیابی تهدیدات با احتمال وقوع بالاتر	۱۱	مطالعه‌ی اندرکنش‌های فیزیکی شبکه‌ی آب با سایر زیرساخت‌ها
۵	بررسی آسیب‌پذیری‌های اجزا در مقابل تهدیدات	۱۲	مطالعه‌ی وابستگی‌های متقابل شبکه‌ی آب با سایر زیرساخت‌ها
۶	تحلیل ریسک و شناسایی ریسک با سطوح بالا	۱۳	ارجحیت بخشی به نوع مشترکین آب در سطح محله/ منطقه/ شهر
۷	ارجحیت استفاده از منابع و مخازن موجود در محله	۱۴	مطالعه‌ی هم‌جواری‌ها



تصویر ۳: سیمای عمومی الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی پایدار [نگارنده، ۱۳۹۶]

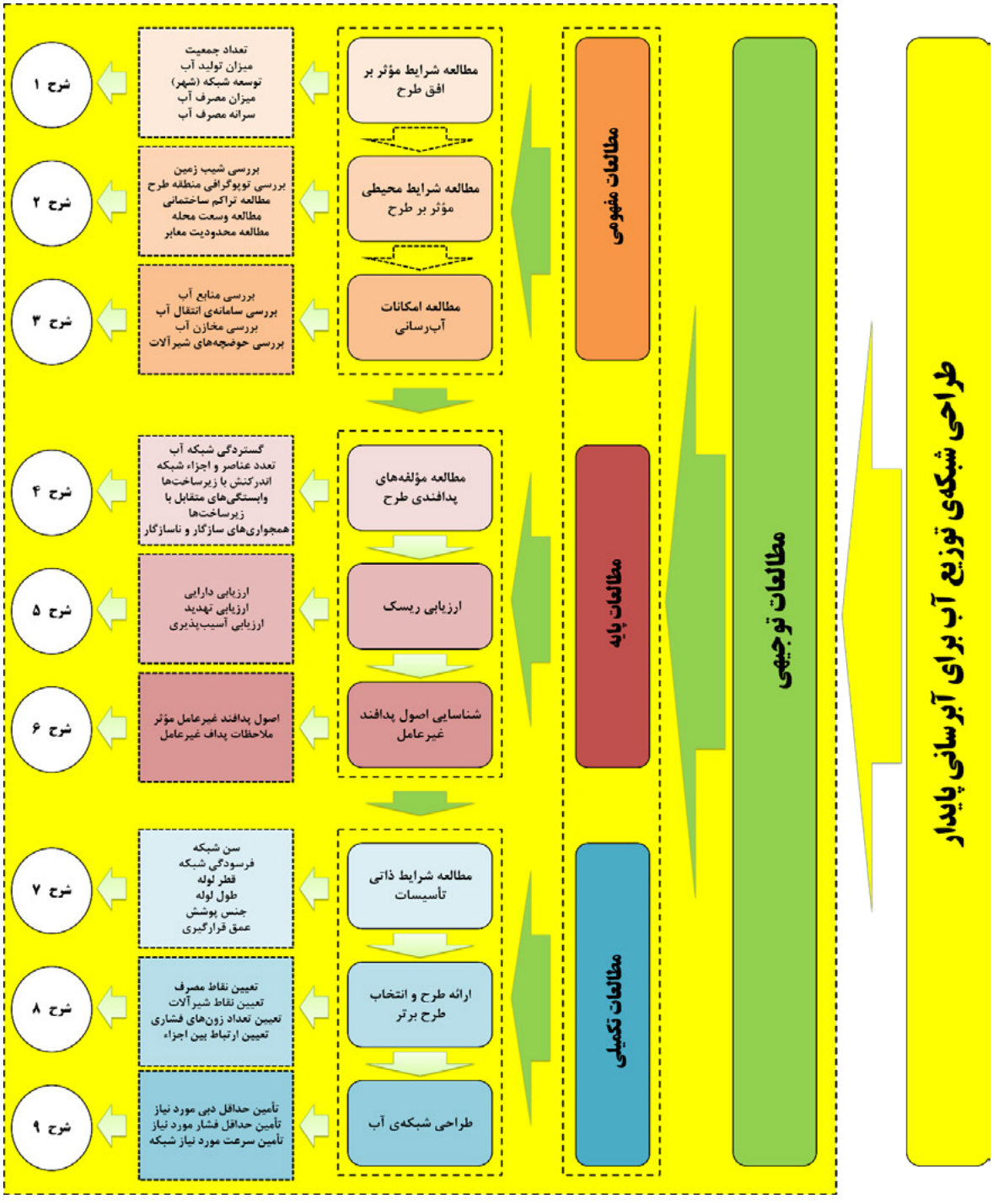
www.SID.ir

Archive of SID

الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری پایدار در برابر تهدیدات

با توجه به پژوهش انجام گرفته، الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با در نظر داشتن مؤلفه‌های متناسب با محله‌محوری برای مناطق و شهرهای جدید (درحال طراحی) در تصویر ۴ ارائه می‌گردد.

همان‌طوری که در تصویر ۴ مشخص است به‌منظور طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری ابتدا باید مطالعه‌ی توجیهی و امکان‌سنجی طرح صورت گرفته و در صورت داشتن توجیه فنی، اقتصادی و دفاعی، مطالعات مفهومی که مباحث مربوط به شرایط افق طرح، شرایط محیطی مؤثر بر طرح و امکانات آب‌رسانی که در محله و یا در محلات مجاور قرار دارند انجام گردد. سپس مطالعات پایه که رویکرد غالب آن پدافند غیرعاملی است باید توسط تیم طراح شبکه انجام شود، برای این منظور ابتدا مؤلفه‌های پدافندی حاکم بر منطقه و تأسیسات طرح شناسایی و پس از ارزیابی ریسک طرح، اصول پدافند غیرعامل متناسب با شرایط درونی و بیرونی



تصویر ۴: الگوی طراحی شبکه‌ی توزیع آب برای آب‌رسانی پایدار [نگارنده، ۱۳۹۶]

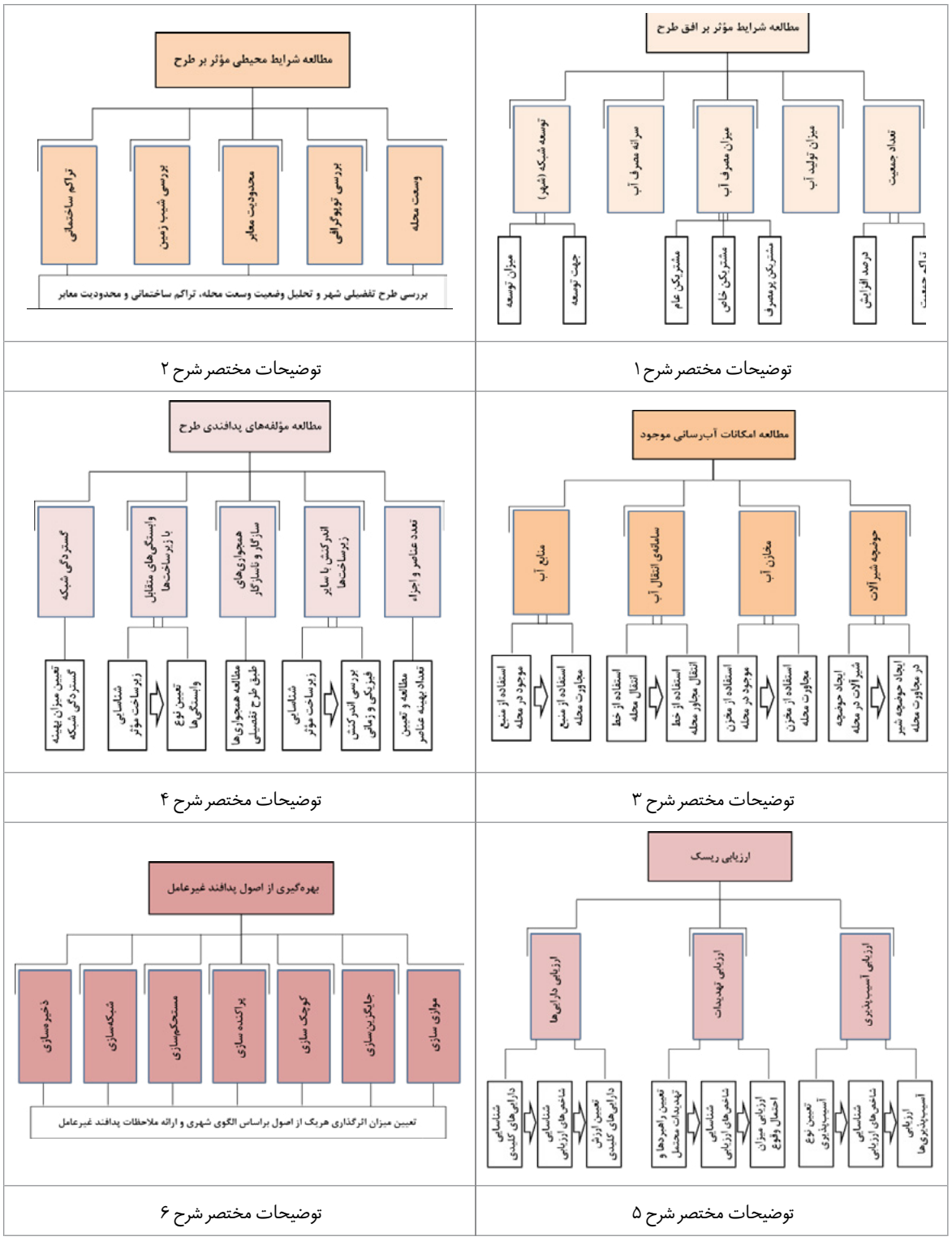
www.SID.ir

Archive of SID

طرح مشخص می‌شود. در این مرحله ملاحظات طراحی باید متناسب با اصول تعیین‌شده ارائه گردد. در مرحله‌ی نهایی طراحی که در این شکل با مطالعات تکمیلی عنوان شده است، شرایط ذاتی تأسیسات مشخص‌شده و طرح‌های اولیه ارائه می‌گردد. بدیهی است طرح منتخب باید شرایط هیدرولیکی مورد نیاز طرح را تأمین نماید، در غیر این صورت مدل هیدرولیکی دیگر طرح‌های پیشنهاد شده مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

در نمودارهای نشان داده شده در جدول ۷ سعی بر آن بوده است تا به توضیحات مکملی در خصوص الگوی ارائه‌شده پرداخته شود. ضمن داشتن عنوان مجزا برای هر یک از تصاویر، رنگ‌های مختص به آن‌ها نیز با بخش‌های مختلف هماهنگ شده‌اند.

جدول ۷: توضیحات تکمیلی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]

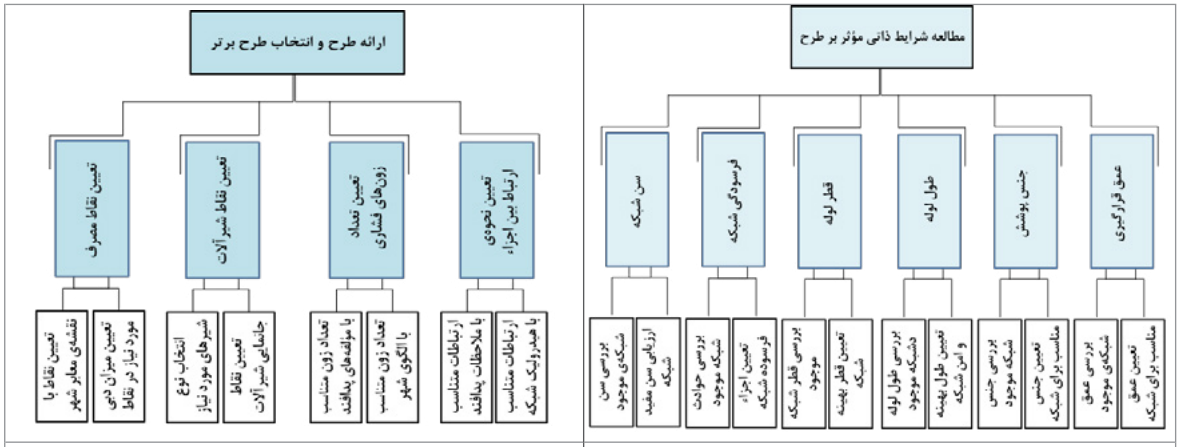


توضیحات مختصر شرح ۱	توضیحات مختصر شرح ۲
توضیحات مختصر شرح ۳	توضیحات مختصر شرح ۴
توضیحات مختصر شرح ۵	توضیحات مختصر شرح ۶

www.SID.ir

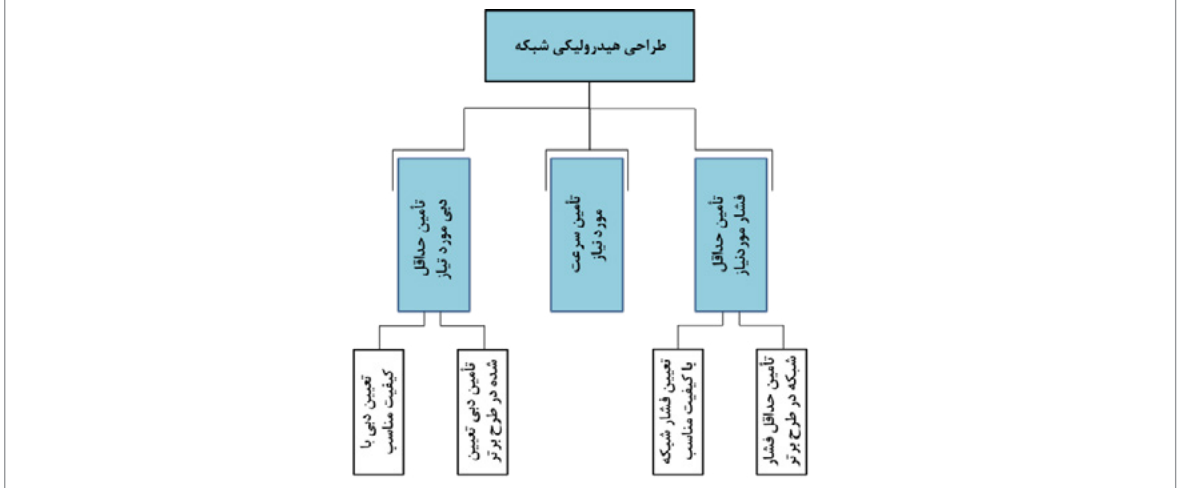
Archive of SID

ادامه جدول ۷: توضیحات تکمیلی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]



توضیحات مختصر شرح ۷

توضیحات مختصر شرح ۸



توضیحات مختصر شرح ۹

نتیجه‌گیری

ازآنجایی که اختلال در کمیت و کیفیت مناسب آب، با اعمال تهدیدات از سوی دشمنان داخلی و یا خارجی صورت می‌گیرد، ازاین‌رو کاهش احتمال وقوع تهدیدات به‌عنوان اولین اقدام باید مدنظر قرار گیرد. بدیهی است بدون شناسایی تهدید و تأخیر در وقوع یا پاسخ دادن به آن، نمی‌توان از احتمال وقوع تهدید کاست. ناگفته نماند که کاهش احتمال وقوع تهدیدات به معنای عدم وقوع تهدیدات نیست، ازاین‌رو تقلیل آسیب‌پذیری تأسیسات سامانه‌ی آب در مقابل تهدیدات به وقوع پیوسته، ضرورت می‌یابد. در همین راستا باید بهینه‌سازی و مقاوم‌سازی تأسیسات به همراه پایش، کنترل و بهبود کیفیت و کمیت آب مدنظر قرار گیرد تا بتوان آسیب‌پذیری‌ها را کاهش داد و به هنگام بروز نقصان در عملکرد و کارکرد هر یک از بخش‌های سامانه‌ی آب‌رسانی، بازگردانی سامانه به شرایط عادی در دستور کار قرار گرفته و با بازسازی و بازیابی (تعمیر، نگهداری و ترمیم مناسب) و همچنین با استفاده از عملکرد جایگزین و یا موازی، آب‌رسانی به‌صورت مستمر و پایدار برقرار باشد. نتایج حاصل از این مقاله مطالب مذکور را به همراه به‌کارگیری اصول دفاع غیرعامل متناسب با محدودیت‌های شهری و در فاز طراحی شبکه‌ی آب برای مناطق و شهرهای جدید تأمین می‌نماید.

۱. ارزیابی‌های انجام‌شده در خصوص مدل‌های شهری نشان می‌دهند تأثیر مدل شطرنجی در کاهش احتمال بروز تهدیدات خرابکاری و دیگر تهدیدات محتمل بیشترین مقدار و در مدل شعاعی کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند.

۲. مدل حلقوی بیش از سایر مدل‌های شهری آسیب‌پذیری اجزا و عناصر شبکه‌ی آب را در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت، رخدادهای طبیعی و حوادث ذاتی کاهش خواهد داد، درحالی که مدل شعاعی کمترین تأثیر را در این خصوص دارد.

۳. استمرار فعالیت و خدمات‌دهی که مهم‌ترین وظیفه‌ی شبکه‌ی آب شهری است در مدل کهکشانی از احتمال بالایی برخوردار بوده و مدیریت شرایط اضطراری در مدل‌های اقماری و شطرنجی با سهولت بالایی مواجه خواهد شد.

۴. به‌طورکلی مدل کهکشانی با بیشترین امتیاز، مناسب‌ترین مدل برای طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری از دیدگاه

www.SID.ir

Archive of SID

پدافند غیرعامل خواهد بود و پس از الگوی شطرنجی در رده‌ی دوم قرار گرفته است و در مقابل، مدل شعاعی علی‌رغم مناسب بودن برای طراحی شبکه‌ی آب، تناسب پایینی با اصول دفاع غیرعامل خواهد داشت.

۵. نتایج مذکور با در نظر داشتن اصول پدافند غیرعامل (کوچک‌سازی، پراکنده‌سازی، مستحکم‌سازی، ذخیره‌سازی، شبکه‌سازی، موازی‌سازی و جایگزین‌سازی) ارائه گردیده‌اند که در ادامه با توجه به نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته چهارچوب نظری تدوین‌شده و ۶ محور اصلی برای این منظور تعیین شد، سپس با شناسایی ۳۴ مشخصه برای الگوی پیشنهادی، ۱۴ مورد نوآوری‌های الگو معرفی شدند تا در نهایت با ترسیم سیمای عمومی موردنظر، الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات و با رویکرد محله‌محوری ارائه گردید.

۶. تهیه‌ی پیوست پدافند غیرعامل طراحی شبکه‌ی توزیع آب با بهره‌گیری از الگوی ارائه شده در این مقاله، توسط وزارت نیرو و شرکت‌های زیرمجموعه‌ی آن، همچنین بررسی مدل هیدورلیکی شبکه‌ی توزیع آب در صورت رعایت اصول دفاع غیرعامل به محققان و پژوهشگران حوزی آب‌رسانی شهری پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱. پورمحمدی، محمدرضا؛ شفاعتی، آرزو؛ ملکی، کیومر (۱۳۹۰). ضرورت توجه به پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری و راهبردی در کاهش آثار حملات خارجی. ایلام: سومین همایش ملی پدافند غیرعامل، دانشگاه ایلام، ۱۳۴ - ۱۳۵.

۲. نورنژاد، مسعود (۱۳۷۷). راهی به سوی توسعه پایدار. تهران: ماهنامه اطلاعات سیاسی اقتصادی، سال ۱۲، شماره‌های ۱۳۱ - ۱۳۲ ، ۱۸۵-۱۹۳.

۳. امینی ورکی، سعید (۱۳۹۳). ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی با استفاده از GIS (نمونه‌ی موردی: ساری). تهران: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۴.کریمی، رضا (۱۳۹۳). طراحی شبکه توزیع آب شهری از منظر پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

۵. منزوی، م ت. (۱۳۸۳). آب‌رسانی‌شهری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

6. Ruelle, C.). 2009 (Sustainable Neighbourhoods, LEMA, Local Environment Management & Analysis.

7. Churchill, C. (1999). Development of decision support system for sustainable community design, ASCE Journal of Urban Planning and Development. 125, 17-35.

8. Soltani, A, Bosman, C. (2004). Evaluting Sustainable Urban Form, Comparing Two Neighbourhood Development Patterns in Adelaide. Conference Proceedings for the 2nd State of Australian Cities Conference, Griffith University, Queensland, Australia.

9. Rosel and Mark (2000). Sustainable Community Development .Article in Progress in Planning 54(2):73-132 · December 2000 . DOI: 10.1016/S0305-9006(00)00003-9.

۱۰. خادم‌الحسینی، احمد؛ طهماسبی‌زاده، فرشاد؛ میرعنایت، ناهید (۱۳۹۰). نقش محله محوری در مدیریت شهری مطالعه‌ی موردی: منطقه ۹ اصفهان. تهران: مجموعه مقالات همایش ملی آرمان شهر ایرانی.

11. Fridman. john (1993). Toward a Non-Euclidian Mode of Planning-APA Journal .Autumn - 42.

12. Haestad, M., Walski, T. M., Chase, D. V., Savic, D. A., Grayman, W., Backwith, S., Koelle, E. (2003). Advanced Water Distribution Modeling and Management, CT, USA Haestad Press, Waterbury.

13. Li, H. (2007). Hierarchical risk assessment of water supply systems. Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy, Loughborough University

14. Roozbahani, A., Zahraie, B., Tabesh, M. (2013). Integrated risk assessment of urban water supply systems from source to tap. Stochastic Environmental.

15. approach using MATLAB, A.R.-B., COST VALUE FUNCTION OF WATER DISTRIBUTION NETWORKS. .)2008(An-Najah National University.

16. Mays, L. W. (2004). «Water supply systems security», New York, McGraw-Hill Professional Engineering

۱۷. نائبی، امیر؛ چمنی، محمدرضا. (۱۳۸۲). شبکه‌های توزیع آب شهری. اصفهان: مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۸. آشفته ، ج. (۱۳۸۵). طراحی آب‌رسانی شهری. تهران: انتشارات نشر شهرآب.

۱۹. افشار، عباس؛ نجفی، احسان (۱۳۹۰). مدیریت پیامدهای ناشی از حملات بیولوژیکی و شیمیایی به شبکه‌های توزیع آب شهری. تهران: پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.

۲۰. پیری حور، حسن؛ نخعی، جلال؛ قنبری‌نسب، علی؛ کیانی، سعید (۱۳۹۵). طراحی آمایش دفاعی در تراکم‌زدایی با بهره‌گیری از مدل TIS (مطالعه‌ی موردی: مقایسه‌ی نیروگاه نطنز با نیروگاه کره‌ی شمالی)، تهران، فصنامه علمی - ترویجی پدافند غیرعامل، سال هفتم، شماره‌ی ۴، ۶۳ - ۷۶.

۲۱. امام‌جمعه، حسین (۱۳۹۳). ارزیابی شبکه‌های توزیع آب با استفاده از روش آنتروپی اطلاعات بر پایه‌ی عدم قطعیت‌های مکانیکی و هیدرولیکی، رساله‌ی تخصصی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی، تهران، ایران.

۲۲. بی‌نیاز، احسان (۱۳۸۹)، توسعه پایدار شهری جهت مقابله با بحران آب کلان شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲۳. قاضی‌زاده، علیرضا (۱۳۸۷). تبیین مبانی مهندسی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ایران.

۲۴. رحمتی، مریم (۱۳۹۵). بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌ی توزیع آب‌رسانی شهری به روش تئوری شبکه، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

۲۵. هاشمی، حسن و همکاران (۱۳۹۴). مدیریت بهینه‌سازی میزان تزریق کلر در شبکه‌های توزیع آب با استفاده از مدل water Gems، *مجله‌ی تحقیقات نظام سلامت*، تهران، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

۲۶. رهنما، رضا؛ راستی، رضا؛ حسنی، نعمت؛ قیاسوند، مصطفی (۱۳۹۴). بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی آب‌رسانی منطقه‌ی ۱۱ تهران جهت مقاوم‌سازی، *فصلنامه‌ی دانش پیشگیری و مدیریت بحران*، تهران، ایران.

27. Rebecca M. Dziedzic, (2015). Decision Support Tools for Sustainable Water Distribution Systems , Ph.D. Thesis, Graduate Department of Civil Engineering University of Toronto.

28. Manuel Lopez-Ibanez, (2009). Operational Optimisation of Water Distribution Networks, A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of Edinburgh Napier University, for the award of Doctor of Philosophy.

29. Huipeng Li, (2007). Hierarchical Risk Assessment of Water Supply Systems, Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy from Loughborough University.

30. Lufthansa, rahmankanta, Vulnerability Assessment of Water Supply Systems for Insufficient Fire Flows, Bangladesh University of Engineering and Technology.

31. Lawrence David Johnson, (2012). Applicayion of a Heuristic Method a water Distribution system for Determining optmimal water quality Monitoring Locations, A Thesis presented to the Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo.

32. Sela Perelman, L., Abbas, W., Koutsoukos, X., and Amin, S. (۲۰۱۶). Sensor placement for fault location identification in water networks: A minimum test cover approach. Automatica, 10.1016/j.automatica.2016.06.005, 166-176.

33. Rathi, S., Gupta, R., Kamble, S., and Sargaonkar, A. (2016). Risk Based Analysis for Contamination Event Selection and Optimal Sensor Placement for Intermittent Water Distribution Network Security. Water Resources Management,10.1007/s11269-016-1309-7,2671-2685.

۳۴. زیاری، کرامت‌الله؛ مهدنژاد، حافظ؛ پرهیز، فریاد (۱۳۸۹). *مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری*. چابهار: انتشارات دانشگاه بین‌المللی چابهار.

۳۵. وزارت‌نیرو (۱۳۹۱). نظامنامه مدیریت‌بحران و پدافند غیرعامل، تهران، جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو، شماره سند ۲-ن‌م‌ب‌پ-م‌ب‌پ.

۳۶. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. (۱۳۹۲). دستورالعمل تهیه، ارزیابی و تصویب مطالعات امکان‌سنجی و توجیهی پدافند غیرعامل در طرح‌های توسعه آب و فاضلاب. تهران.

۳۷. دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل وزارت نیرو (۱۳۹۳). دستورالعمل سطح‌بندی طرح‌های توسعه‌ای و درحال بهره‌برداری صنعت آب وبرق. تهران: جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو.

۳۸. دفتر پدافند غیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران (۱۳۹۵). دستورالعمل انجام مطالعات پدافند غیرعامل طرح‌های در دست بهره‌برداری آب و فاضلاب. تهران: شرکت آب و فاضلاب استان تهران، مرکز مدیریت بحران و پدافند غیرعامل.

۳۹. شورای عالی امنیت ملی (۱۳۹۳). سند جامع مدیریت پایدار آب شرب کشور. تهران.

۴۰. نشریه شماره ۳ -۱۱۷ (۱۳۹۲). ضوابط سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی. تهران: دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی وزارت نیرو.

۴۱. مبحث بیست‌ویکم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۱). پدافند غیرعامل. تهران: مقررات ملی مسکن و شهرسازی.

۴۲. پیری‌حور، حسن (۱۳۹۶). الگوی طراحی شبکه آب شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با تأکید بر محله محوری (مطالعه‌ی موردی: آب و فاضلاب منطقه ۵ تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

www.SID.ir