

Development of Passive Defense in Supplying Drinking Water in Yazd City by Improving the Weaknesses Governing Current Situation

Gholamreza Jalali Farahani¹, Hassan Piri Hor^{2*} and Mohammad Ali Nikooi³

1- Assistant Professor, National Defense University, Tehran, Iran.

2- M.Sc., Passive Defense Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

* Corresponding Author, Email: Hassanpiri71@gmail.com

Received: 18/06/2018

Revised: 21/12/2018

Accepted: 22/12/2018

Abstract

The history of water supply in the Yazd desert province indicates many difficulties experienced by the people of this province throughout the years. The predecessors living in Yazd province provided water for agricultural and drinking purposes to citizens by creation of traditional structures and through the management of seasonal river waters, springs, groundwater and harvesting water from atmospheric precipitation. With the establishment of a modern water supply system, the historical water structures which were forming the water supply process in the province were abandoned from the operation. However a significant proportion of these structures are still operational. Accordingly this study is addressing the weaknesses caused by modern water supply systems and the necessity to use traditional water supply as well as other proposed solutions (including the creation and strengthening of new urban settlements, the development of optimal methods for production and utilization of water resources, develop optimal methods of water consumption, etc.). The study is based on descriptive-analytic method and used field observations and interviews conducted by native experts of Yazd province. According to the research, the use of capacities of traditional structures in the province is one of the practical and operational solutions that can be used for passive defense regulations of water supply system in Yazd province. The results of this paper considers the use of the traditional water supply system and its integration with modern urban water supply as a must in accordance with the principles of passive defense and as one of the strategies for proper management of drinking water in Yazd city. Of course, to achieve sustainability in providing drinking water to this city, it is necessary that other proposals in this article be taken into consideration by the respectable authorities of the province.

Keywords: Modern water supply, Passive defense, Traditional water supply

توسعه پدافند غیرعامل در تأمین آب شرب شهر یزد با بهبود نقاط ضعف حاکم بر وضعیت موجود

غلامرضا جلالی فراهانی^۱، حسن پیری حور^{۲*} و محمدعلی نکوئی^۳

۱- استادیار دانشگاه دفاع ملی، ریاست سازمان پدافند غیرعامل کشور، تهران، ایران.

۲- کارشناس ارشد پدافند غیرعامل، گرایش طراحی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان.

۳- استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: hassanpiri71@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۸

تاریخ اصلاح: ۱۳۹۷/۰۹/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۰۱

چکیده

تاریخ آبرسانی در استان کویری یزد، حاکی از سختی‌های فراوانی است که مردمان این استان در طول تاریخ برای تأمین آب تجربه کرده‌اند. پیشینیان استان یزد با مدیریت آب‌های رودخانه‌های فصلی، چشمه‌ها، آب‌های زیرزمینی و آب‌های جمع‌آوری شده از نزولات جوی، آب موردنیاز مصارف کشاورزی و شرب شهروندان را با ایجاد سازه‌های سنتی تأمین می‌نمودند. با مرسوم شدن سامانه مدرن آبرسانی، سازه‌های تاریخی آبی که فرآیند آبرسانی را در استان تشکیل می‌دادند از مدار بهره‌برداری خارج شده‌اند. از آنجایی که بخش قابل توجهی از این سازه‌ها همچنان قابلیت بهره‌برداری دارند در همین راستا این مقاله به روش توصیفی تحلیلی و با اتکا به برداشت‌های صورت گرفته از بازدیدهای میدانی و مصاحبه‌هایی که با صاحب‌نظران بومی استان یزد انجام شده است، ضمن اشاره به ضعف‌های ناشی از سامانه‌های آبرسانی مدرن، به ضرورت بکارگیری آبرسانی سنتی در کنار سایر راهکارهای ارائه شده (از جمله ایجاد و تقویت سکونت‌گاه‌های شهری جدید، توسعه روش‌های بهینه تولید و بهره‌برداری از منابع آب، توسعه روش‌های بهینه مصرف آب و ...) پرداخته است. با توجه به پژوهش انجام شده، استفاده از ظرفیت‌های سازه‌های سنتی موجود در سطح استان از جمله راهکارهای کاربردی و عملیاتی است که می‌توان برای مطالعات پدافند غیرعامل سامانه آبرسانی استان یزد متصور شد. نتایج این مقاله، بهره‌گیری از سامانه سنتی آبرسانی و تلفیق آن با آبرسانی مدرن شهری را ضرورتی متناسب با مبانی و اصول پدافند غیرعامل دانسته و به‌عنوان یکی از راهکارهای مدیریت مناسب تأمین آب شرب شهر یزد مطرح نموده است. البته برای حصول پایداری در تأمین آب شرب این شهر لازم است تا سایر طرح‌های پیشنهادی در این مقاله نیز مورد توجه مسئولین محترم استان قرار گیرند.

کلمات کلیدی: آبرسانی سنتی، آبرسانی مدرن، پدافند غیرعامل

(۱۳۴۶). این مقاله با در نظر داشتن ظرفیت سازه‌های تاریخی آبی در شهر یزد به دنبال شناسایی نقاط ضعف حاکم بر سامانه آبرسانی این شهر بوده است تا علاوه بر به‌کارگیری مجدد سامانه سنتی آبرسانی سایر طرح‌های عملیاتی را نیز ارائه نموده و مورد ارزیابی قرار دهد. علی‌رغم وجود مشکلاتی در سامانه سنتی آبرسانی اعم از امکان دسترسی عموم به سازه‌های تاریخی و تحت تأثیر قرار گرفتن آن‌ها، سهولت در شناسایی آن‌ها، عدم پوشش کل شهر توسط این سازه‌ها و عدم امکان استفاده از آن‌ها برای آبرسانی به نقاطی از شهر با ارتفاع رقومی بالاتر، مشکلات بهداشتی ناشی از آن‌ها و ... استفاده و به‌کارگیری این سازه‌ها می‌تواند در برقراری پایداری تأمین آب شرب علی‌الخصوص در شهر یزد مفید واقع شود.

۲- سامانه آبرسانی مدرن

سامانه آبرسانی شامل تأسیسات و اجزای زیر است که یک طرح آبرسانی بسته به نوع و محل منابع آب ممکن است شامل تمامی و یا بخشی از این تأسیسات باشد. به‌طور کلی سامانه آبرسانی از چهار مرحله تأمین آب، انتقال آب، ذخیره آب و توزیع آب تشکیل شده است (نشریه ۱۱۷-۳ بازنگری اول، ۱۳۹۲). سامانه آبرسانی عبارت است از کلیه تأسیساتی که آب را از منبع تأمین به تصفیه‌خانه یا مخازن ذخیره یا مخازن تأمین فشار و سپس به مصرف‌کننده منتقل می‌کند.

۲-۱- گلوگاه‌ها و چالش‌های سامانه‌ی مدرن آبرسانی شهری

با توجه به کمبود آب، روش‌های نوین آبرسانی می‌توانند تا حد قابل توجهی در مدیریت بهره‌برداری از منابع آب، انتقال اصولی آب، تصفیه مناسب و ذخیره و توزیع با حداقل تلفات آب مؤثر واقع شود. اما مدرن‌سازی زیرساخت آبرسانی بستر وقوع برخی از حوادث و تهدیدات را فراهم می‌نماید. از آنجایی که مشترکین آب در سامانه‌ی مدرن آبرسانی وابستگی کامل به کارکرد مناسب زیرساخت آب دارند از این‌رو بروز اختلال در عملکرد و کارکرد شبکه آب، مشترکین را با معضل بی‌آبی و یا با کیفیت پایین آب مواجه خواهد ساخت. نظر به این‌که سامانه آبرسانی مدرن تأثیری مستقیم در زندگی روزمره شهروندان می‌گذارد، بنابراین شناخت گلوگاه‌های آن به‌منظور به‌کارگیری

آب به‌عنوان یکی از نیازهای فیزیولوژیکی بشر، نقش اصلی در تشکیل جوامع انسانی داشته است. آب به‌دلیل ضرورتی که برای حیات دارد به‌صورت مستمر از سوی کشورهای مهاجم مورد هدف قرار گرفته و متحمل تهدیداتی اعم از تهدیدات مؤثر بر کمیت و کیفیت آب بوده است (قاضی‌زاده، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر جنگ‌های داخلی و درگیری‌هایی که در منطقه خاورمیانه به‌وقوع پیوسته نشانگر مورد تهاجم قرار گرفتن زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی کشورها و شهرها است. زیرساخت آبرسانی به‌دلیل تأمین نمودن یکی از نیازهای اولیه انسان از اهمیت والایی برخوردار است، به‌طوری که وجود اختلال در سامانه آبرسانی در کمترین زمان ممکن پیامدهای منفی به‌دنبال خواهد داشت. این درحالی است که استان‌های کویری به‌دلیل تأمین آب از منابع اطراف و همچنین به‌دلیل نبود منبع آب جایگزین، حساسیت بالاتری به‌خود اختصاص می‌دهند و این امر ضرورت مطالعات پدافند غیرعامل برای طراحی و اجرای سامانه‌های آبرسانی علی‌الخصوص در استان‌های کویری را به‌روشنی نمایان می‌سازد.

وجود اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک در قسمت اعظم و قریب به‌اتفاق کشور ایران موجب شده است که محدودیت منابع آب از نقطه‌نظر توزیع زمانی و مکانی عامل اصلی برنامه‌ریزی در توسعه اقتصادی و به‌ویژه کشاورزی کشور باشد. در چنین شرایطی ارزش اقتصادی آب و علاوه بر آن ارزش حیاتی آب بسیار چشمگیر است و لذا توجه خاص به بحث استحصال آب و توسعه و تطبیق آن با شرایط اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی و محلی را در مناطق مختلف کشور طلب می‌نماید. از دیرباز در بیشتر دشت‌های ایران برای دسترسی به آب، تلاش چشمگیری صورت گرفته و ایرانیان با بهره‌جستن از تمام توانایی‌های خود، ده‌ها کیلومتر قنات حفر کرده‌اند (سعیدی، ۱۳۸۶). پیشینیان در کنار ساخت قنات‌ها و سدها، به ذخیره‌سازی آب‌های فراوان زمستان برای به مصرف رساندن در فصل‌های گرم سال نیز توجه داشته‌اند و برای این مسئله آب‌انبار را بنیان گذاشته‌اند (ساکت یزدی و همکاران، ۱۳۹۴). برخی از آب‌انبارها در طول سال بهره‌برداری می‌شده‌اند و سازه‌هایی به‌عنوان یخچال‌های خشتی نیز آب را در فصل زمستان به‌صورت یخ در آن ذخیره کرده و در فصول گرم به مصرف می‌رسانند (باستانی پاریزی،

تمهیدات بازدارنده ضروری و غیرقابل انکار است. در شکل ۱ به برخی از این موارد اشاره می‌شود.

۲-۲- تهدیدات سامانه مدرن آب‌رسانی شهری

در جدول ۱ به‌طور کلی به تهدیدات پیش‌روی شبکه مدرن آب‌رسانی شهری اشاره شده است که عوامل مختلفی در شدت و میزان احتمال وقوع هر یک از آن‌ها مؤثر است. به‌منظور پرهیز از افزایش حجم مقاله، مورد اول در ادامه تشریح می‌شود.

نظر به این‌که افزایش جمعیت و رشد روزافزون شهرنشینی تقاضای استفاده از آب پاک و باکیفیت مناسب برای شرب را افزایش داده است. بدیهی است سامانه مدرن آب‌رسانی به‌مراتب بهتر از آب‌رسانی سنتی می‌تواند افزایش تقاضای آب را مدیریت نماید. اما تجهیز سامانه نوین آب‌رسانی به سیستم تله‌متری از

طرفی کنترل و مدیریت تأمین، انتقال، ذخیره و توزیع آب را تسهیل نموده و از طرف دیگر امکان دسترسی دشمن به سامانه هوشمند تله‌متری و ایجاد خرابکاری در فرآیند آب‌رسانی، جذابیت اعمال حملات سایبری را علیه سامانه‌ی آب‌رسانی بالا می‌برد.

۳- سامانه آب‌رسانی سنتی

به‌طور کلی در سامانه آب‌رسانی سنتی که در استان‌های کویری همانند استان یزد وجود داشته است، آب را از منابع زیرزمینی و یا رودخانه‌های دائمی و یا فصلی از طریق کانال‌های روباز و یا قنوات به آبادی‌ها می‌رساندند. آب را در محلی به نام آب‌انبار ذخیره می‌کردند تا در نهایت برداشت آب از طریق سازه‌هایی به



شکل ۱- گلوگاه‌های شبکه مدرن آب‌رسانی (پیری حور، ۱۳۹۶)

جدول ۱- تهدیدات شبکه مدرن آب‌رسانی شهری (پیری حور، ۱۳۹۶)

ردیف	تهدیدها
۱	ایجاد جذابیت جهت انجام عملیات سایبری علیه سیستم آب‌رسانی هوشمند
۲	آسیب‌پذیری با وسعت زیاد به دلیل یکپارچگی سیستم
۳	آسیب‌پذیری دیگر زیرساخت‌های مرتبط با سیستم آب‌رسانی
۴	عدم تطابق با تهدیدات با ماهیت مختلف از سوی دشمن
۵	امکان ایجاد بحران در شبکه آب‌رسانی هوشمند از سوی دشمن
۶	وابستگی به دیگر کشورها جهت تأمین تجهیزات هوشمند سازی شبکه آب‌رسانی
۷	امکان کنترل و شناسایی نحوه آب‌رسانی به مشترکین خاص
۸	امکان تسلط گروه‌های تروریستی به نقاط مهم و حساس شبکه آب‌رسانی
۹	تحریم تجهیزات موردنیاز شبکه آب‌رسانی هوشمند از سوی دشمن
۱۰	نظارت مستمر توسط دشمن بانفوذ به سامانه تله‌متری
۱۱	گسترده‌گی بسیار شدید در سطح شهر
۱۲	تداخل اجزای شبکه آب‌رسانی با سایر زیرساخت‌های خدماتی (خصوصاً حامل‌های انرژی)
۱۳	وابستگی شدید به برق برای پمپاژ آب
۱۴	وجود مصرف‌کنندگان خاص و بعضاً پرمصرف
۱۵	تأثیرپذیری از تحولات شهر اعم از: رشد بی‌رویه شهر، نیازهای صنعتی و گسترش افقی شهر
۱۶	امکان آلوده‌سازی برخی از تأسیسات شبکه آب‌رسانی
۱۷	احتمال وقوع اقدامات خرابکارانه روی تأسیسات در معرض دید (حوضچه شیرهای فشارشکن و ...)
۱۸	احتمال وقوع حملات تروریستی مانند بمب‌گذاری در ایستگاه‌های پمپاژ و ...
۱۹	ایجاد شایعات آلودگی آب در مخازن و شبکه‌ی توزیع

نام پایاب برای مصرف مردم امکان پذیر شود (سمساریزدی و همکاران، ۱۳۹۳). مراحل اصلی سامانه آبرسانی سنتی در شکل ۲ نشان داده شده است.

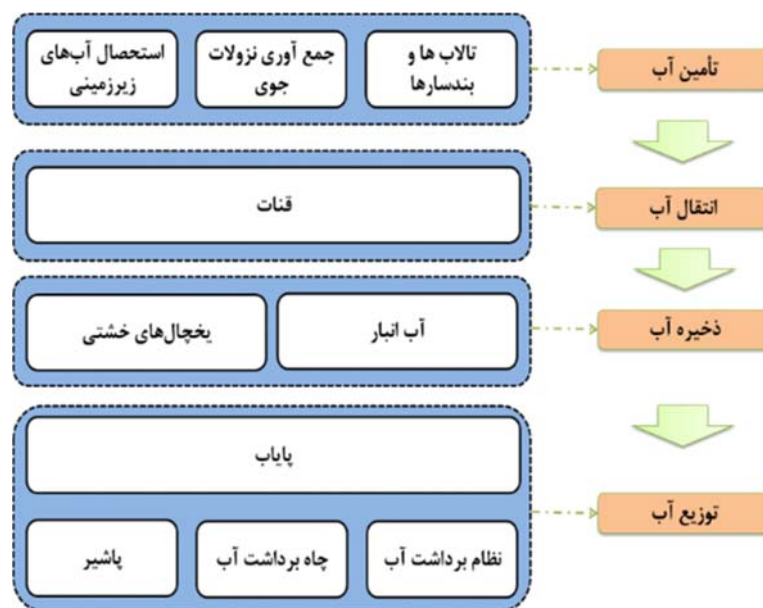
سامانه آبرسانی سنتی تابع شرایط محیطی و جغرافیای منطقه بوده است (مرتضوی مهدآبادی و همکاران، ۱۳۸۲). طوری که در محیطها و مناطق مختلف، سازه‌های مختص آن منطقه مورد استفاده قرار می‌گرفت. در این راستا می‌توان انواع مختلف قنات به که متناسب با شرایط زمین احداث می‌شدند اشاره نمود (پاپلی یزدی، ۱۳۸۴). شکل ۳ اجزای مختلف سامانه آبرسانی سنتی را با در نظر داشتن فرآیند آن نشان می‌دهد.

۴- روش تحقیق

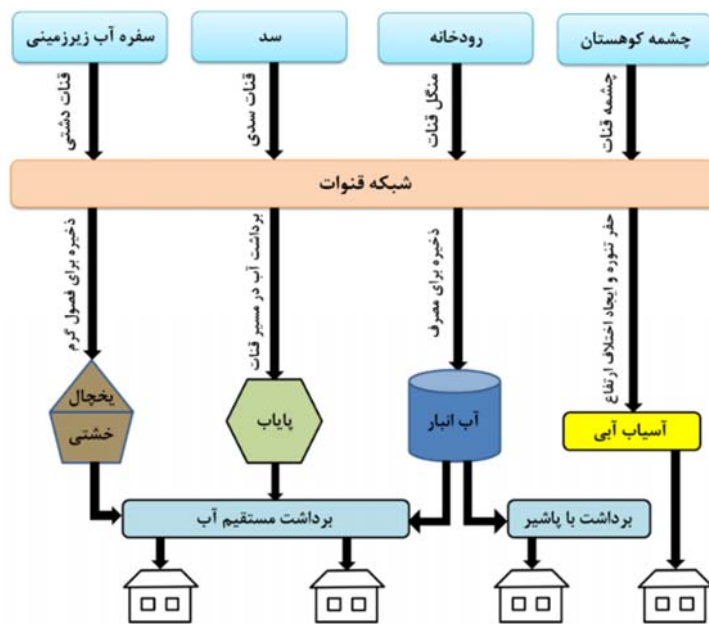
در راستای هدف اصلی پژوهش که شناسایی نقاط ضعف حاکم بر تأمین آب شرب شهر یزد و ارائه راه‌کارهای متناسب برای بهبود وضعیت موجود است، تحقیق حاضر توصیفی تحلیل بوده که به منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها در این روش از رویکردهای کمی و کیفی بهره برده شده است. در بخش معرفی عناصر و اجزای آبرسانی سنتی از روش کتابخانه‌ای (کیفی) و در بخش تعیین نقاط ضعف و راه‌کارهای مقابله با آن‌ها از

روش میدانی (بازدید و مصاحبه با اساتید و مسئولین بومی منطقه) استفاده شده است. همچنین نتایج به‌دست‌آمده برای امکان ارزیابی و اولویت‌سنجی راه‌کارها برای برنامه‌ریزی‌های آبی کمی‌سازی شده است. در این مقاله پس از تحلیل عمومی وضعیت موجود تأمین آب شرب شهر یزد عوامل منفی هشت گانه مشخص شد. سپس با شناسایی ۱۳ راه‌کار کلی و متناسب با عوامل منفی، به اولویت‌سنجی و اثربخشی هر یک از آن‌ها پرداخته شده است. از آنجا که این مقاله به دنبال بهبود وضعیت موجود با تمامی راه‌کارها بوده، لذا رویکرد انتخاب یک و یا چند راه‌کار مدنظر نبوده و ارزیابی صورت گرفته صرفاً به منظور میزان تحقق وضعیت مطلوب انجام شده است تا در صورت کمبود بودجه و یا سایر عوامل محدودکننده برای پیاده‌سازی راه‌کارها، اولویت طرح‌های پیشنهادی مشخص شود.

نقاط ضعف موجود در تأمین آب شرب شهر یزد پس از مطالعه اسناد و مدارک موجود در این زمینه، بازدیدهای میدانی تأسیسات و عناصر آبرسانی و همچنین مصاحبه‌های صورت گرفته (با مدیرکل پدافند غیرعامل استانداری یزد، مدیران دفتر بهره‌برداری و دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل آب‌فای استان یزد، مدیرعامل اسبق آب منطقه‌ای یزد و پژوهشگران مرکز بین‌المللی قنات در حوزه سازه‌های تاریخی آبی) حاصل شده است.



شکل ۲- مراحل اصلی سامانه سنتی آبرسانی و جزئیات آن (پیری حور، ۱۳۹۶)



شکل ۳- فرآیند آبرسانی سنتی (بیری حور، ۱۳۹۶)

۵- تحلیل وضع موجود آبرسانی شهر یزد

از آنجا که آبرسانی در گذشته با استفاده از قنات موجود، پایابها و آب‌انبارها صورت می‌گرفته و با گذر زمان استفاده از این سازه‌ها به فراموشی سپرده شده است، اکثر این سازه‌ها در سطح شهر موجود هستند و می‌توانند به‌عنوان یک ظرفیت مورد توجه قرار گیرند. این در حالی است که برخی از منابع داخلی شهر به سرعت در حال خشک شدن هستند و سطح آب‌های زیرزمینی در این شهر با کاهش قابل توجهی مواجه است. در صورتی که با احیای مجدد سازه‌های آبی سنتی می‌توان در استفاده کمتر از آب‌های منابع داخل شهر (به‌خصوص در بافت قدیم شهر) بهره گرفت. با توجه به مطالعات انجام گرفته مشخص شد شهر یزد دارای دو بافت قدیم و جدید است که در حال حاضر سیستم آبرسانی کل شهر با شبکه آب متناسب با استانداردهای به‌روز در هر دو بافت مذکور صورت می‌گیرد. از نظر محیط عملیاتی در حوزه آبرسانی می‌توان دو محیط آبرسانی بافت قدیم شهر یزد و آبرسانی بافت جدید شهر یزد را برای این شهر متصور شد. بدیهی است که آبرسانی کل شهر از منظر سازمانی در حوزه فعالیت آب و فاضلاب بوده و از این رو تفکیک خدمات‌دهی به این دو بافت منطقی به نظر نمی‌رسد.

۵-۱- عوامل منفی و تأثیرگذار بر سامانه‌ی آبرسانی شهر یزد

به‌منظور بهبود وضعیت کنونی آبرسانی شهر یزد و ممانعت

به‌دلیل اقلیم گرم و خشک و بیابانی شهر یزد، آبرسانی در این شهر از گذشته تاکنون با مشکلات جدی مواجه بوده است. تاریخ آبرسانی در یزد نشان می‌دهد که برای رفع این مشکل روش‌های حفر قنات و انتقال آب از مناطق پر آب به داخل شهر، روش مناسبی بوده است (خزائی، ۱۳۹۴). باگذشت زمان سامانه آبرسانی سنتی دست‌خوش تغییر و تحولات سیاسی و اجتماعی زیادی قرار گرفته است. گسترش بی‌رویه شهر نیز در استفاده از قنات به ارث رسیده از نیاکان، سیاست‌های متناسب با روش‌های نوین آبرسانی رایج در دنیا را پذیرفته است. در حال حاضر منابع آب شهر یزد از دو بخش کلی آب‌های انتقالی از اطراف شهر که با خط انتقال آب زاینده‌رود صورت می‌گیرد و همچنین منابع آب‌های زیرزمینی موجود در میادین بهره‌برداری چرخاب، یزدگرد و خاتون‌آباد تأمین می‌شود. نسبت استفاده از آب انتقالی و آب منابع داخلی در فصول مختلف سال متفاوت است، به طوری که در فصل‌های گرم سال درصد استفاده از منابع داخلی بالاتر است (با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از مسئولین مربوطه به‌طور میانگین آب‌های انتقالی بیش از ۵۵ درصد آب مصرفی شهر را تأمین می‌کند که وابستگی تأمین آب این شهر به آب انتقالی از اصفهان را نشان می‌دهد).

از پیامدهای سیاسی، اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی حاصل از این وضعیت به‌خصوص در آینده ۵۰ ساله، عمده مشخصه‌های منفی حاکم بر سامانه آبرسانی یزد به شرح ذیل مشخص شد.

۵-۱-۱- کمبود منابع تأمین آب

استان یزد همانند دیگر استان‌های کویری در طول تاریخ به‌طور مستمر با مشکل کمبود منابع تأمین آب مواجه بوده است. بدیهی است کمبود و یا نبود منابع تأمین آب، فرآیند سامانه آبرسانی را مختل می‌نماید. بنابراین یافتن راهکاری برای تأمین آب و مدیریت مصرف از منابع در دسترس ضرورتی انکارناپذیر خواهد بود.

۵-۱-۲- استفاده بی‌رویه از منابع زیرزمینی

همان‌طوری که بیان شد استان یزد و به‌تبع آن شهر یزد از کمبود منابع آب رنج می‌برد. این امر سبب می‌شود تا استفاده از منابع زیرزمینی موجود در داخل شهر یزد به‌صورت بی‌رویه انجام گیرد. درحالی‌که منابع آب زیرزمینی در این شهر به‌شدت رو به نابودی و حتی در معرض خشک شدن و آلوده شدن هستند. لذا چاره‌اندیشی برای وضعیت موجود، لازم و ضروری است.

۵-۱-۳- وابستگی به آب انتقالی از زاینده‌رود

با توجه به کویری بودن استان یزد و کمبود منابع آبی در این استان و علی‌الخصوص شهر یزد، به‌ناچار بخش قابل‌توجهی از آب مصرفی این شهر از طریق خط انتقالی از زاینده‌رود به یزد تأمین می‌شود، به‌طوری‌که در صورتی‌که بروز هرگونه مشکل (کالبدی، اجتماعی، سیاسی و ...) و اختلالی در آبرسانی از طریق این خط انتقال، شهروندان یزدی را با مشکلات فجیعی روبه‌رو خواهد ساخت.

۵-۱-۴- وجود تجربه‌های خشک‌سالی

استان یزد خشک‌سالی‌های متوالی و متعددی را تجربه نموده است و از آنجایی‌که وجود خشک‌سالی تأثیر مستقیمی بر روی سامانه آبرسانی دارد، لذا حساسیت آبرسانی در شهرهای این استان و به‌خصوص شهر یزد را افزایش می‌دهد.

۵-۱-۵- مصرف آب به‌صورت آب‌های مجازی

وجود صنایع پرمصرف آب و مزارعی که به آب وابسته هستند با شرایط و وضعیت موجود حاکم بر منابع آبی شهر یزد متناسب نیست. لذا تدوین رویه‌ای متناسب با وضعیت موجود از جمله استراتژی‌های مدیریت بهینه آب در این شهر تلقی می‌شود.

۵-۱-۶- گسترش بی‌رویه شهر

بدیهی است تعداد مشترکین با میزان مصرف آب رابطه مستقیمی دارد و افزایش جمعیت نیز باعث افزایش مشترکین تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب می‌شود. شهر یزد در دهه‌های اخیر افزایش جمعیت چشمگیری داشته است. با افزایش جمعیت، شهر از اطراف گسترش‌یافته و آبرسانی را با سختی مواجه ساخته است.

۵-۱-۷- توسعه افقی شهر

افزایش جمعیت شهر یزد در دهه‌های اخیر باعث شده است تا شهر به‌صورت بی‌رویه گسترش یابد. با توجه به این‌که این توسعه به‌صورت افقی صورت گرفته، طبعاً مساحت تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب را افزایش داده است. بدیهی است بیشتر شدن مساحت، آبرسانی را با صعوبت روبه‌رو ساخته و متناسباً باعث افزایش هزینه‌های ناشی از طراحی، اجرا، تعمیر و نگهداری می‌شد.

۵-۱-۸- تراکم پایین جمعیت نسبت به تراکم مطلوب

گسترش بی‌رویه و توسعه افقی شهر یزد عملکرد زیرساخت‌های شهری را حساس‌تر نموده و از آنجایی‌که تراکم جمعیت در این شهر نسبت به دیگر شهرها و به‌خصوص نسبت به شهرهای کویری کشور پایین است، هزینه بالایی را به طراحی، احداث و بهره‌برداری از زیرساخت‌های شهری تحمیل می‌نماید. زیرساخت آبرسانی نیز به‌دلیل برخی از مشکلات فنی همانند نشتی، شکست و ... با وضعیت حاکم بر سامانه آبرسانی شهر یزد (با توجه به کمبود آب) از تبعات نسبتاً بیشتری برخوردار می‌شود. از این‌رو به‌نظر می‌رسد اصلاح الگوی شهرسازی در این شهر علاوه‌بر پوشش سایر عناصر منفی (گسترش بی‌رویه شهر، توسعه افقی شهر و تراکم پایین جمعیت نسبت به تراکم مطلوب)، بهره‌برداری از زیرساخت‌های آبرسانی را در این شهر تسهیل خواهد نمود.

۵-۲- طرح‌های پیشنهادی برای بهبود وضع موجود

ایرانیان برای رهایی از بحران کم‌آبی با کندن قنات آب‌های اطراف شهر و زیرزمین را استحصال می‌نمودند (گیلوه، ۱۳۷۱). با پیشرفت فناوری سامانه آبرسانی مدرن (متکی به دستگاه‌ها و تأسیسات) جایگزین سامانه سنتی (تابع شرایط محیطی و طبیعی) شده است. افزایش جمعیت و گسترش ناموزون و بی‌رویه شهر یزد نیز بر شدت پیامدهای حاصل از کم‌آبی افزوده است. این درحالی است که منابع آب‌های زیرزمینی به‌شدت رو به کاهش بوده و برخی از میادین بهره‌برداری در این شهر رو به خشک شدن و یا آلوده شدن هستند. با توجه به موضوع اندرکنش بین زیرساخت‌ها و تأثیر مسائل شهری بر کارکرد زیرساخت‌ها، امروزه به‌دلیل داشتن وابستگی‌های متقابل بین شبکه‌های شهری به‌منظور بهبود وضعیت هریک از آنها، بدون تردید غفلت از سایر مسائل هدف نهایی زیرساخت را مخدوش می‌نماید. از این‌رو بديهی است مجموعه‌ای از عوامل تأثیرگذار بر خدمات‌رسانی سامانه‌ی آب تماماً در حوزه وظایف وزارت نیرو نخواهد بود و لازم است استانداری یزد در هماهنگی بین نهادهای ذی‌ربط اقدامات مقتضی را در پیاده‌سازی طرح پیشنهادی انجام دهد. به‌دلیل پیچیدگی مسائل شهری داشتن رویکردی انحصاری به مسئولیت‌های وزارت نیرو مشکلات تأمین آب شهر یزد، هموار نمی‌شود.

عوامل فوق مستلزم تدابیر مهندسی است تا آینده آبرسانی در این شهر را از خطرات احتمالی کم‌آبی و یا حتی بی‌آبی نجات بخشد. برای این منظور و با توجه به بازدیدهای انجام‌شده از سامانه سنتی آبرسانی شهر یزد و مصاحبه‌هایی که با اساتید و مسئولین حوزه آبرسانی این شهر صورت گرفته است، در ادامه راه‌کارهایی برای بهبود وضع موجود پیشنهاد می‌شود که عمدتاً مستلزم مطالعات تخصصی است.

۵-۲-۱- ایجاد و تقویت سکونت‌گاه‌های شهری جدید

تمرکز شدید جمعیت در محور میانی استان و آثار منفی زیست‌محیطی استقرار جمعیت بر منابع آب و خاک، ضرورت ایجاد مکان‌یابی جدید برای استقرار جمعیت در پهنه‌های اراضی با قابلیت کمتر را پررنگ می‌سازد. علاوه بر این توسعه خدمات به مجموعه‌های روستایی و حوزه‌ها و کنترل مهاجرت روستائیان به نقاط شهری بزرگ‌تر، نیازمند شکل‌گیری مراکز شهری جدید است که بر این اساس نقاط شهری جدید

پیشنهاد شده است.

۵-۲-۲- مطالعه به‌سازی و ساماندهی سامانه آبرسانی

سنتی

سامانه سنتی آبرسانی در شهر یزد از قدمت بالایی برخوردار بوده که امکان دسترسی و بهره‌برداری از این سامانه در بافت قدیمی شهر یزد وجود دارد. اما فرسودگی و عدم استفاده از این سامانه و اجزای آن، احیای آبرسانی سنتی را می‌طلبد تا بتوان در بافت قدیم شهر از آن‌ها بهره‌مند شد. همچنین می‌توان با تلفیق سامانه سنتی احیا شده با سامانه مدرن، از پتانسیل‌های سازه‌های سنتی آبی در بافت جدید شهر نیز بهره برد.

۵-۲-۳- بازنگری در الگوی شهرسازی یزد

با توجه به تراکم پایین جمعیتی نسبت به تراکم جمعیتی مطلوب در شهر یزد، بديهی است هزینه زیرساخت‌های شهری از جمله سامانه آبرسانی شهری را بالا برده و مدیریت و بهره‌برداری از آن را با مشکلات مختص خود سامانه مواجه خواهد کرد. از این‌رو بازنگری در الگوی شهرسازی شهر یزد و تدوین الگویی متناسب با زیرساخت‌های شهری و علی‌الخصوص متناسب با مشکلات حوزه آبرسانی ضرورت می‌یابد.

۵-۲-۴- توسعه روش‌های بهینه مصرف، تولید و

بهره‌برداری از منابع آب

کمبود منابع آبی در استان یزد ضرورت مصرف بهینه، تولید و ساماندهی شبکه بهره‌برداری از منابع آبی را بیش‌ازپیش افزایش داده است. به لحاظ تاریخی استان یزد، شبکه بهره‌برداری از منابع آب استان در قالب قنوات سازمان‌دهی شده بود. اما به‌موازات رشد و توسعه فعالیت‌ها توزیع و تخصیص منابع آب اشکال متنوعی به خود گرفته است و آب به‌عنوان یک ماده با ارزش، مستلزم روش‌های نوین تولید و مصرف است.

۵-۲-۵- توسعه روش‌های بهینه مصرف آب

با توجه به این‌که درصد بالایی از آب شهر یزد در بخش کشاورزی مصرف می‌شود بنابراین بازنگری در نحوه آبرسانی اراضی زراعی (آبرسانی بارانی و آبرسانی قطره‌ای و آبیاری تحت‌فشار) به‌صورت قابل‌توجهی می‌تواند مصرف آب را در بخش کشاورزی بهینه نماید. همچنین تلفیق روش‌های سنتی

با روش‌های مدرن و پوشاندن آن‌ها نیز تأثیر مثبتی در این خصوص خواهند گذاشت.

۵-۲-۶- توسعه بهره‌برداری از آب‌های سطحی

با توجه به پتانسیل منابع آب سطحی استان یزد، ایجاد ظرفیت برای استفاده از این آب‌ها می‌تواند راه‌کاری مؤثر به‌خصوص در بخش کشاورزی تلقی شود، بهتر است آبیاری بخش کشاورزی از طریق آب‌های سطحی انجام گیرد. ضمناً با رعایت الگوی کشت در استان یزد این امکان به‌مراتب تسهیل خواهد شد.

۵-۲-۷- بهره‌برداری مناسب از منابع آب زیرزمینی

محدودیت در صدور مجوز حفر چاه‌های عمیق و نصب کنتور برای چاه‌ها به‌منظور امکان کنترل برداشت آب از چاه و ممانعت از برداشت بی‌رویه آب بهره‌برداری مناسب از منابع آب زیرزمینی را فراهم خواهد ساخت.

۵-۲-۸- طرح احیا، مرمت و لایروبی قنوات شهر یزد

امکان احیای قنوات موجود به‌میزان قابل توجهی می‌تواند در استفاده بی‌رویه از منابع آب‌های زیرزمینی ممانعت نماید. لازم به ذکر است قابلیت استفاده از روش‌های آبرسانی سنتی و ترکیب آن‌ها با سامانه آبرسانی مدرن در برخی از شهرهای کشور ازجمله مشهد تجربه شده است. هم‌چنین با استناد به مصاحبه‌های انجام‌شده با پژوهشگران بومی مرکز بین‌المللی قنات، امکان به‌کارگیری قنات و یا آب‌انبارهای موجود در شهر یزد وجود داشته است.

۵-۲-۹- انتقال آب از حوضه‌های مجاور

یکی از راه‌حل‌های تأمین کمبود آب در حوضه‌هایی که با کمبود آب مواجه‌اند، انتقال آب از حوضه‌های مجاور این حوضه‌ها است. در مورد تأمین کمبود آب استان یزد نیز این راه‌کار پیشنهاد می‌شود. برای این منظور تسریع در اجرای خط دوم انتقال آب از زاینده‌رود به یزد و همچنین تسریع در اجرا و بهره‌برداری از انتقال آب سد بهشت‌آباد به یزد می‌تواند مدنظر قرار گیرد.

۵-۲-۱۰- توسعه شبکه انتقال آب

انتقال آب از حوضه‌های مجاور یکی از اقدامات اساسی برای تأمین پایدار آب در استان یزد است. به‌منظور گسترش این شبکه و تأمین زیرساخت‌های مناسب و ایجاد تعادل در دسترسی به منابع آب، تجهیز و توسعه شبکه انتقال آب ضروری پیش‌بینی می‌شود.

۵-۲-۱۱- مدیریت هوشمند سامانه آب شهر یزد

ایجاد قابلیت مدیریت هوشمند سامانه آبرسانی می‌تواند بهره‌برداری از آب را متناسب با وضع موجود و کمبود آب در این شهر ایجاد نماید. علی‌رغم پایین بودن میزان آب بدون درآمد در این شهر، با تجهیز شبکه آب به سامانه هوشمند، علاوه بر مدیریت هرچه بهتر عملکردهای عناصر و اجزای آبرسانی، می‌توان از بروز برخی از اعمال مغرضانه، اعم از خرابکاری و ایجاد آلودگی جلوگیری نمود و یا تبعات ناشی از آن‌ها را کاهش داد.

۵-۲-۱۲- مدیریت جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب شهری

جمع‌آوری اصولی فاضلاب و تصفیه مناسب آن از آلوده شدن آب‌های زیرزمینی ممانعت نموده و به‌طور غیرمستقیم بر ظرفیت‌های آبرسانی خواهد افزود. نظر به این‌که در حال حاضر ورود فاضلاب‌های خانگی به داخل قنوات موجود در شهر امکان استفاده برخی از آن‌ها را از بین برده است، لذا در صورت ساماندهی جمع‌آوری فاضلاب، می‌توان از ظرفیت‌های سازه‌های تاریخی آبی استفاده بهینه را به‌عمل آورد. از طرفی نیز به‌دلیل استحصال بی‌رویه آب علی‌الخصوص در برخی از میداین بهره‌برداری آب و پایین آمدن تراز آب زیرزمینی در آینده ۵۰ ساله، باعث آلوده شدن منابع آب زیرزمینی خواهد شد که لازم است با مدیریت مناسب سامانه فاضلاب با آن مقابله نمود.

۵-۲-۱۳- تقویت درونی شهر و ممانعت از گسترش افقی آن

یکی از مشکلات موجود در الگوی شهرسازی شهر یزد توسعه افقی آن است که باعث افزایش هزینه طراحی، احداث، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری زیرساخت‌های شهری می‌شود. زیرساخت آبرسانی شهری نیز ازجمله این زیرساخت‌ها است که به‌دلیل مشکل کمبود آب در این شهر باید موردتوجه قرار گیرد. لازم به ذکر است که تقویت درونی شهر و افزایش تراکم جمعیتی یکی از

راه کارهای مقابله با برخی مشکلات سامانه آبرسانی است.

طرح‌ها در بهبود نقاط ضعف پرداخته شده است. سپس میزان تأثیر آن‌ها در نمودارهای ارائه شده در شکل‌های ۴ تا ۱۱ ارائه شده است.

با توجه به شکل ۱۲ که به طور کلی بهبود مشخصه‌های منفی سامانه آبرسانی را با به کارگیری طرح‌های پیشنهادی نشان می‌دهد، وابستگی به آب انتقالی از زاینده رود بیشتر از سایر مشخصه‌ها بهبود خواهد یافت و با عملیاتی ساختن طرح‌های مذکور، تراکم پایین جمعیت و مصرف آب به صورت مجازی، کمترین بهبود را نسبت به دیگر مشخصه‌های منفی خواهند داشت.

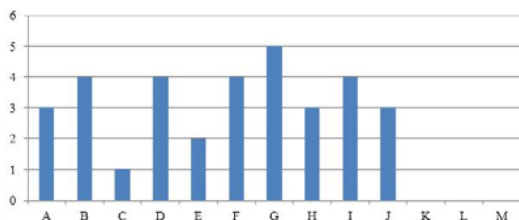
۶- ارزیابی اثرگذاری طرح‌های پیشنهادی در پایدارسازی آبرسانی شهر یزد

پس از تعیین عوامل منفی و تأثیرگذار بر سامانه آبرسانی شهر یزد و ارائه طرح‌های پیشنهادی برای بهبود وضعیت حاکم بر آن به دلیل عدم موضوعیت داشتن برخی از طرح‌ها در پوشش تمامی نقاط ضعف موجود، ابتدا با استفاده از نظر خبرگان حوزه آبرسانی در جدول ۲ به شناسایی اثرگذاری و یا عدم اثرگذاری

جدول ۲- تعیین اثرگذاری طرح‌های پیشنهادی در بهبود نقاط ضعف حاکم بر سامانه آبرسانی شهر یزد

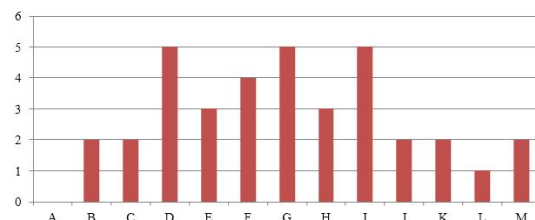
نماد طرح	مشخصه‌های منفی وضع موجود								
	کمیبود منابع تأمین آب	منابع زیرزمینی استفاده بی‌رویه از	وابستگی به آب انتقالی از زاینده رود	خشک‌سالی	وجود تجربه‌های مجازی	مصرف آب به صورت مجازی	گسترش بی‌رویه شهر	توسعه افقی شهر	تراکم پایین جمعیت
A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C	*	*	*	*	*	*	*	*	*
D	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G	*	*	*	*	*	*	*	*	*
H	*	*	*	*	*	*	*	*	*
I	*	*	*	*	*	*	*	*	*
J	*	*	*	*	*	*	*	*	*
K	*	*	*	*	*	*	*	*	*
L	*	*	*	*	*	*	*	*	*
M	*	*	*	*	*	*	*	*	*

استفاده بی‌رویه از منابع زیرزمینی

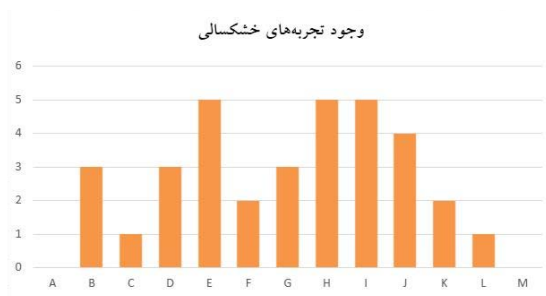


شکل ۵- امتیاز هر یک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی

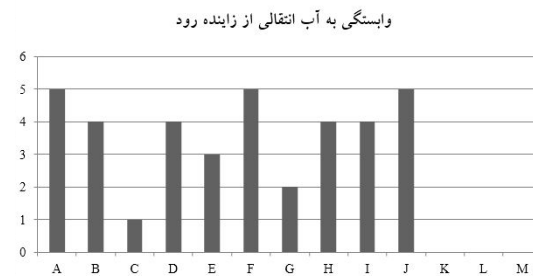
کمیبود منابع تأمین آب



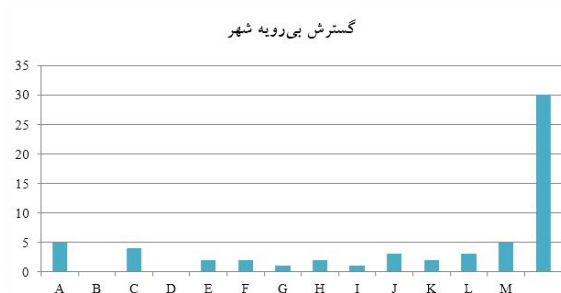
شکل ۴- امتیاز هر یک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود کمیبود منابع تأمین آب



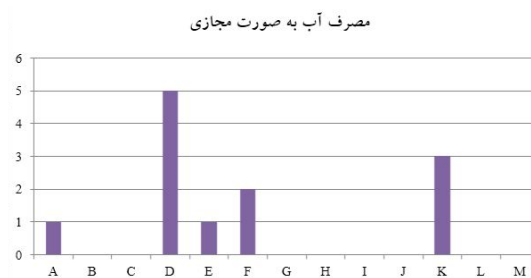
شکل ۷- امتیاز هریک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود خشکسالی



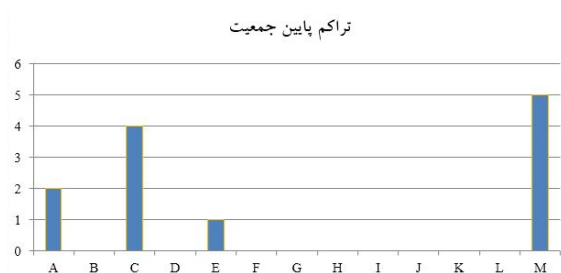
شکل ۶- امتیاز هریک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود وابستگی به آب انتقالی



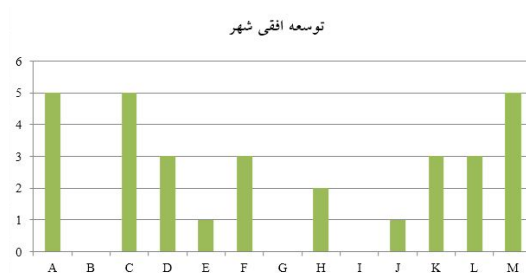
شکل ۹- امتیاز هریک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود گسترش بی‌رویه شهر



شکل ۸- امتیاز هریک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود مصرف آب مجازی



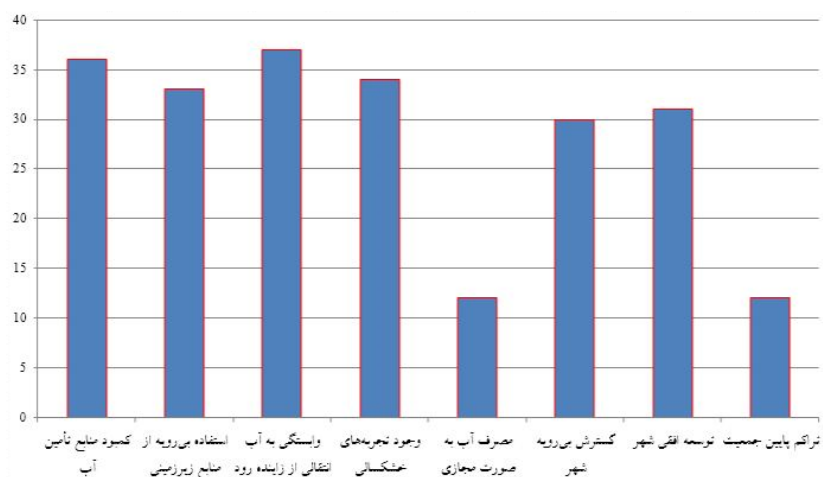
شکل ۱۱- امتیاز هریک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود تراکم پایین جمعیت



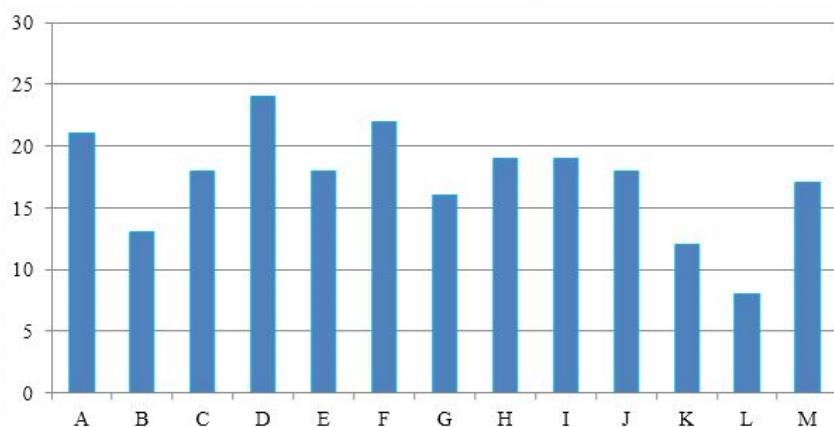
شکل ۱۰- امتیاز هریک از طرح‌های پیشنهادی در بهبود توسعه افقی شهر

نظر به این که طرح‌های پیشنهادی میزان اثرگذاری متفاوتی در بهبود وضعیت آبرسانی شهر یزد دارند، هم‌چنین از آنجا که امکان عملیاتی نمودن طرح‌های پیشنهادی به‌طور هم‌زمان میسر نخواهد بود، از این رو با در نظر داشتن میزان اثرگذاری طرح‌ها، درصد تجمعی آن‌ها در شکل ۱۴ ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد با پیاده‌سازی ۶ راه کار نخست با بالاترین امتیازها، بیش از ۵۰ درصد کل امتیازهای راه کارها قابل حصول است.

با توجه به نتایج حاصل از شکل‌های ۴ الی ۱۱، امتیاز نهایی هرکدام از طرح‌ها در شکل ۱۳ آورده شده است. مشاهده می‌شود که توسعه روش‌های بهینه تولید و بهره‌برداری از منابع آب، بیشترین امتیاز را در بهبود وضعیت موجود شهر یزد به خود اختصاص داده است. همچنین مدیریت جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب علی‌رغم داشتن تأثیر در افزایش کیفیت آب‌های زیرزمینی، نسبت به سایر طرح‌های پیشنهادی از کمترین اثرگذاری برخوردار است.



شکل ۱۲- میزان بهبود مشخصه‌های منفی با پیاده‌سازی طرح‌های پیشنهادی



شکل ۱۳- میزان اثرگذاری طرح‌های پیشنهادی در بهبود وضعیت موجود آبرسانی شهر یزد



شکل ۱۴- درصد تجمعی تأثیر طرح‌های پیشنهادی در بهبود وضعیت موجود آبرسانی شهر یزد

۷- نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از سامانه آبرسانی سنتی که زیرساخت آن در شهرهای مختلف استان یزد وجود دارد، از آن جهت دارای اهمیت است که فرآیند آبرسانی در آن به صورت ثقلی بوده و وابستگی به انرژی حاصل از برق وجود ندارد. از طرفی آبنبارهای موجود در سطح شهر می‌توانند به عنوان مخازن آب اضطراری در شرایط وقوع بحران‌های ناشی از تهدیدات انسان‌ساخت و یا حتی برخی از رخداد‌های طبیعی قابل‌استفاده باشند. ناگفته نماند استفاده از قنوات قابل بهره‌برداری و یا قنوات قابل احیا با انتقال طبیعی آب از اطراف به داخل شهر باعث کاهش هزینه‌های ناشی از طراحی و اجرای خطوط انتقال نیز خواهد شد. همچنین با ایجاد مخازن بتنی در مسیر قنوات می‌توان از ظرفیت سامانه آبرسانی سنتی در سامانه مدرن استفاده نمود. بدیهی است که بهره‌گیری از اجزای سامانه آبرسانی سنتی موجود در استان یزد، استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی و وابستگی به آب انتقالی از زاینده‌رود که به عنوان یکی از مشکلات اساسی وضعیت موجود آبرسانی یزد محسوب می‌شود کاهش می‌یابد، ثقلی بودن آبرسانی سنتی و زیرزمینی بودن اجزای آن، پایداری آبرسانی را در شرایط اضطراری فراهم خواهد آورد.

نتایج حاصل از این مقاله نشان می‌دهد طرح‌های پیشنهادی قابلیت پایداری سامانه آبرسانی را خواهند داشت. اما نظر به این که طرح‌های ارائه شده در بهبود تمامی نقاط ضعف اثرگذار نبودند، از این رو ابتدا به تعیین تأثیر و یا عدم تأثیر آن‌ها در برطرف نمودن مشکلات پرداخته شد. سپس میزان تأثیر آن‌ها ارزیابی شد. در شکل‌های ۴ تا ۱۱ میزان بهبود هر یک از مشخصه‌های منفی با پیاده‌سازی طرح‌های پیشنهادی نشان داده شد. شکل ۱۲ نشان داد که طرح‌های ارائه شده برای افزایش پایداری در آبرسانی شهر یزد در خصوص استفاده از آب‌های مجازی و تراکم پایین جمعیت کمترین کارایی را داشته و در مقابل، کمبود منابع آب در این شهر و وابستگی سامانه آبرسانی یزد به زاینده‌رود را بیشتر از سایر خصیصه‌های منفی پوشش می‌دهد. به طور کلی با عملیاتی نمودن طرح‌های (توسعه روش‌های بهینه تولید و بهره‌برداری از منابع آب، توسعه بهره‌برداری از آب‌های سطحی، ایجاد و تقویت سکونت‌گاه‌های شهری جدید، بازنگری در الگوی شهرسازی یزد، توسعه

روش‌های بهینه مصرف آب و احیا و مرمت و لایروبی قنوات) تأثیر مثبت حدوداً ۵۴ درصدی به وضعیت موجود خواهد گذاشت. لازم به ذکر است باید‌ها و نبایدهای هر کدام از طرح‌های پیشنهادی در این مقاله و امکان‌سنجی آن‌ها باید در تحقیقات آتی توسط نهادهای مربوطه و همچنین محققین این حوزه مورد توجه قرار گرفته و نتایج دقیق‌تر و کاربردی‌تری ارائه شود.

۸- تشکر و قدردانی

در راستای انجام پژوهش حاضر از همکاری‌های بی‌دریغ مسئولین محترم استان یزد نهایت تشکر و قدردانی را اعلام می‌داریم. برای این منظور از آقایان مهندس محمدصادق طهماسبی (مدیرکل محترم پدافند غیرعامل استانداری یزد)، دکتر علی‌اصغر سمسار یزدی (مدیرعامل اسبق آب منطقه‌ای یزد)، مهندس رضا اشتر زاده (مدیر محترم دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل آب و فاضلاب شهری یزد)، مهندس محمدحسین اسماعیلی (مدیر محترم دفتر بهره‌برداری آب و فاضلاب یزد) و مهندس مجید لباف خانیکی (پژوهشگر مرکز بین‌المللی قنات و سازه‌های تاریخی آبی) سپاسگزاری می‌نماییم.

۹- مراجع

- باستانی پاریزی، م.ا.، (۱۳۴۶)، آسیاب هفت رنگ، نشر دانش، تهران.
- پاپلی یزدی، م.ح.، (۱۳۸۴)، «آسیاب‌هایی که با آب قنات کار می‌کنند»، مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- پیری حور، ح.، (۱۳۹۶)، «الگوی طراحی شبکه آبرسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با تأکید بر محله محوری، مطالعه موردی: آب و فاضلاب منطقه ۵ شهر تهران»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.
- خزاعی، ح.ر.، (۱۳۹۴)، سازه‌های آبی شگفت‌انگیز قاین، انتشارات ماه جان، مشهد.
- ساکت یزدی، ع.، امیدواری، س.، و حاتمی تاجیک، م.، (۱۳۹۴)، «بررسی تأثیر قنات بر شکل‌گیری الگوهای آسیاب آبی، نمونه موردی: آسیاب‌های یزد»، اولین همایش ملی توسعه پایداری شهری، تهران.
- سعیدی، ع.، (۱۳۸۶)، «آبیاری: سهم ایرانیان در برپایی تمدن

سکونت‌گاهی»، پیک نو، ۵(۲)، تهران.
سمسار یزدی، ع.ا.، و لباف خانیکی، م.، (۱۳۹۳)، قنات زارچ
یزد، انتشارات شاهنده، یزد.
قاضی زاده، ع.، (۱۳۸۷)، «ارزیابی اجزای سامانه آبرسانی
از دیدگاه پدافند غیرعامل»، دومین همایش ملی آب و
فاضلاب، تهران
گویلو، ه.، (۱۳۷۱). قنات فنی برای دستیابی به آب، ترجمه
سروقد مقدم و اوایللی یزدی، معاونت فرهنگی آستان قدس
رضوی، مشهد.
مرتضوی مهدی آبادی، س.م.، و باقری، م.، (۱۳۸۲)، «تکنولوژی
آبرسانی کویر: قنات و آب ایران»، دهمین کنفرانس
دانشجویی مهندسی عمران، تهران.
معاون نظارت راهبردی ریاست جمهوری، (۱۳۹۲)، «ضوابط
سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی»، نشریه
۱۱۷-۳ (بازنگری اول)، دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب
و آبفا، وزارت نیرو.