



## Assessment and Presentation of the Optimal Model in Water-Sensitive Cities

Asghar Abedini \*<sup>1</sup>, Masoumeh Sadat Sarboland<sup>1</sup>, Aria Nouri<sup>1</sup>

1. Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran.

Received Date: 08 September 2024 Accepted Date: 18 December 2024

### Abstract

**Background and Aim:** Today, with climate change and global warming, we are witnessing destructive environmental effects, including the water crisis. Therefore, paying attention to water as an important element for human survival in the category of planning and urban design is quite a tangible thing. The purpose of this article is to achieve important indicators of a water-sensitive city and create an optimal model for the city of Yazd.

**Methods:** According to the review of the research background, most of the research has examined and evaluated the city with respect to the water-sensitive city approach. In some cases, the localization model is presented, and in the present article, the evaluation and localization model are targeted. However, the method and presentation of the model are different. In this article, an attempt has been made to use a different method to present the model. This model can be used as a basis for further research.

**Findings and Conclusion:** More precisely, it can be said that the factors adopted for the criteria of a water-sensitive city have been accepted by confirmatory factor analysis. Which itself is a new method in this field. In addition, the suggestions provided are comprehensive and practical. Which is suitable for use by all organizations, researchers, relevant departments, and even foreign researchers in the world who deal with the socialization of the water issue with the aim of changing the behavior of urban consumers.

**Key words:** Evaluation, Optimal model, Water Sensitive Cities, Water Crisis, Yazd.

---

\* Corresponding Author Email: [as.abedini@urmia.ac.ir](mailto:as.abedini@urmia.ac.ir)

**Cite this article:** Abedini, A., Sarboland, M. S. and Nouri, A. (2025). Assessment and Presentation of the Optimal Model in Water-Sensitive Cities. Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS), 6(1), 236-255.



شاپا: ۰۷۶۴-۲۷۸۳

دوره ۶، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۹، بهار ۱۴۰۴

Journal Homepage <https://www.srds.ir/>  
[https://www.srds.ir/article\\_213885.html?lang=fa](https://www.srds.ir/article_213885.html?lang=fa)

## ارزیابی و ارائه الگوی بهینه در شهرهای حساس به آب (مطالعه موردی: شهر یزد)

اصغر عابدینی\*، معصومه سادات سربلند<sup>۱</sup> و آریا نوری<sup>۱</sup>

۱- گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه با تغییرات اقلیمی و گرمایش روز افزون زمین شاهد اثرات مخرب زیست محیطی، از جمله بحران آب می باشیم. لذا توجه کردن به آب به عنوان عنصر مهم برای بقای بشر در مقوله برنامه‌ریزی و طراحی شهری کاملاً امری محسوس می‌باشد. هدف از این مقاله دست یافتن به شاخص‌های مهم شهر حساس به آب و ایجاد الگوی بهینه برای شهر یزد می‌باشد.

**روش بررسی:** با توجه به بررسی پیشینه تحقیق، در اکثر تحقیقات به بررسی و ارزیابی شهر نسبت به رویکرد شهر حساس به آب پرداخته‌اند و در مواردی مدل بومی سازی ارائه شده و در مقاله حاضر نیز ارزیابی و مدل بومی سازی مورد هدف قرار گرفته است. ولی روش و ارائه مدل متفاوت می‌باشد. بدین صورت که در این مقاله سعی شده است. روش متفاوتی را برای ارائه مدل به کار گرفته شود. این مدل می‌تواند زمینه‌ای برای تحقیقات بعدی نیز قرار بگیرد.

**یافته‌ها و نتیجه‌گیری:** به طور دقیق‌تر، می‌توان گفت عوامل اتخاذ شده برای معیارهای شهر حساس به آب توسط تحلیل عاملی تأییدی مورد قبول واقع شده است که خود روشی جدید در این زمینه می‌باشد. همچنین پیشنهادات ارائه شده جامع و کاربردی می‌باشد که مورد استفاده برای تمامی ارگان‌ها، محققان، ادارات مربوطه، و حتی محققان خارجی در جهان که در زمینه اجتماعی شدن مسئله آب که با هدف تغییر رفتار مصرف کنندگان شهری سر و کار دارند مناسب می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** ارزیابی، الگوی بهینه، شهرهای حساس به آب، بحران آب، یزد.

\* نویسنده مسئول [as.abedini@urmia.ac.ir](mailto:as.abedini@urmia.ac.ir)

ارجاع به این مقاله: عابدینی، اصغر، سربلند، معصومه سادات و نوری، آریا. (۱۴۰۴). ارزیابی و ارائه الگوی بهینه در شهرهای حساس به آب، نمونه موردی: شهر یزد. فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای، ۶(۱)، ۲۳۶-۲۵۵.

## مقدمه و بیان مسأله

رشد شتابان جمعیت و شهرنشینی و پیامدهای ناشی از آن در شهرها، پدیده ای است چشمگیر و انکارناپذیر؛ چرا که شهرها به پیروی از نقش و موقعیت جدیدی که پیدا کرده اند، اشکال تازه ای از زندگی اجتماعی را بر خود و فضای پیرامونی خویش تحمیل میکنند که آثار آنها بر آب و هوا، محصولات کشاورزی، بهداشت عمومی و ... تأثیرگذار است. توسعه شهرنشینی و مهاجرت ساکنین روستاها به شهرها برای بهره مندی از مزایای تمدن به ویژه در نیمه دوم قرن بیستم سبب توسعه بیش از اندازه شهرها شد. (اسلامی و دهکردی، ۱۳۹۸: ۲)

آب به عنوان یکی از اساسی ترین عناصر حیات، امروزه با بحران جدی روبه رو است. با رشد جمعیت، افزایش سرانه ی مصرف، از سوی دیگر با توسعه روز افزون فعالیت های صنعتی، کشاورزی و همچنین کاهش نزولات جوی موجب گردیده است این منبع حیاتی به طور فزاینده ای کاهش پیدا کند. از این رو تمامی کشورها به دنبال دست یابی به روش هایی هستند تا بتوانند از بحران در زمینه ی آب جلوگیری کنند (جمعه پور و دیگران، ۱۳۹۷: ۱۳۷). در حال حاضر در تمام شهرها و شهرستان ها با مشکل افزایش شکاف بین عرضه و تقاضای آب مواجه هستیم که بر منابع آب و نیازهای تامین آن فشار وارد می کند (Rohilla et al, 2018:8). کشور ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی متر در سال از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود به شمار می رود. با توجه به رشد جمعیت شهر ایران، سرانه منابع آب تجدید شونده سالانه که در سال ۱۳۳۵، ۷ هزار متر مکعب بود، در سال ۱۳۷۵ به ۲ هزار متر مکعب کاهش یافت و در سال ۱۴۰۰ سرانه آب تجدید پذیر حدود هزار تا ۱۳۰۰ متر مکعب برای هر نفر می باشد. که از نظر معیارهای جهانی، "مرز بحران" شناخته شده است. بررسی ها بیانگر این است که روند کاهش منابع آب در دسترس در ایران در سال های اخیر شدت یافته و سرانه آب در دسترس کشور در فاصله سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ از هزار متر مکعب کاهش می یابد (کلانتری دیگران، ۱۳۹۶: ۴۷۰). بنابراین کشور ایران با چالش های مهم مدیریت آب مواجه است. از آنجایی که شهرهای کشور ایران با کم آبی مواجه هستند و در عین حال در فصل بارندگی با سیلاب دست و پنجه نرم می کنند. رویکرد طراحی و برنامه ریزی شهری حساس به آب<sup>۱</sup> ثابت کرده است که در مقابله با چالش های آب شهری مانند سیل و کمبود آب مفید است و در شهرهای سراسر جهان اجرا می شود. رویکرد طراحی و برنامه ریزی شهری حساس به آب، نقش چرخه آب و سیستم های آبرسانی را هنگام انتقال به مرحله حساس به آب برجسته می کند (Gleason & Flores, 2021:1).

شهر یزد از جمله شهرهای کویری و کم آب ایران مرکزی به شمار می رود. که این شهر از نظر شرایط اقلیمی جز کم بارش ترین شهرهای کشور محسوب می شود. با توجه به اهمیت و ضرورت ارزش آب به عنوان یک عنصر حیاتی و نقشی که در رشد و توسعه شهرها دارد. بنابراین کم آبی و بی آبی در سال های اخیر به عنوان تهدیدی برای شهرهای ایران از جمله شهر یزد نیز به شمار می رود. و شهر یزد یکی از شهرهای حساس به آب می باشد. مفهوم شهرهای حساس به آب الگوی جدید مدیریت آب شهری است که از استفاده سیستم های آب غیرمتمرکز حمایت میکند (صید بیگی و دیگران، ۱۳۹۹: ۲). به دلیل اقلیم گرم و خشک و بیابانی شهر یزد، آب رسانی در این شهر از گذشته تا کنون با مشکلات جدی مواجه بوده است. تاریخ آب رسانی در یزد نشان می دهد که برای رفع این مشکل روش های حفر قنات و انتقال آب از مناطق پرآب به داخل شهر، روش مناسبی بوده است (خزائی، ۱۳۹۴). با گذشت زمان سامانه آب رسانی سنتی دست خوش تغییر و تحولات سیاسی و اجتماعی زیادی قرار گرفته است. گسترش بی رویه شهر نیز در استفاده از قنات به ارث رسیده از نیاکان، سیاست های متناسب با روش های نوین آب رسانی رایج در دنیا را پذیرفته است. در حال حاضر منابع آب شهر یزد از دو بخش کلی آب های انتقالی از اطراف شهر که با خط انتقال آب زاینده رود صورت می گیرد و همچنین منابع آب های زیرزمینی موجود در میدین بهره برداری چرخاب، یزدگرد و خاتون آباد تامین می شود. نسبت استفاده از آب انتقالی و آب منابع داخلی در فصول مختلف سال متفاوت است. در فصل های گرم سال درصد استفاده از منابع داخلی بالاتر است. (با توجه به اطلاعات به دست آمده از مسئولین مربوطه به طور میانگین آب های انتقالی بیش از ۵۵ درصد آب مصرفی شهر را تامین می کند که وابستگی تامین آب این شهر به آب انتقالی از اصفهان را نشان می دهد). از آنجا که آب رسانی در

<sup>۱</sup>WSUD (water sensitive urban design)

گذشته با استفاده از قنوات 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 به عنوان یک ظرفیت مورد توجه قرار بگیرد. 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 (جلالی‌فراهانی و دیگران، ۱۳۹۷: ۴۳).

## سوال‌ها و فرضیه‌های پژوهش

سوال و هدف اصلی تحقیق، ارزیابی وضعیت فعلی چرخه آب و بهره‌برداری آب و سپس ارائه الگوی بهینه برای شهرهای حساس به آب که باید با توجه به شرایط شهر یزد الگوسازی شود و شاخص‌های متناسب با شرایط این شهر به دست بیاید. موضوع شهرهای حساس به آب در ایران با توجه به چالش‌های حاد کم‌آبی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. ایران یکی از کشورهای است که بیشترین تنش آبی را در جهان دارد و بخش قابل توجهی از جمعیت آن در مناطقی زندگی می‌کنند که منابع آبی برای پاسخگویی به تقاضا کافی نیست. این کمبود نتیجه ترکیبی از عوامل، از جمله تغییرات آب و هوایی، برداشت بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، شیوه‌های کشاورزی ناکارآمد و شهرنشینی سریع است. کم‌آبی در ایران پیامدهای گسترده‌ای برای محیط‌زیست، اقتصاد و جامعه دارد. از نظر زیست‌محیطی منجر به تخلیه تالاب‌ها، از دست دادن تنوع زیستی و تخریب زمین می‌شود. از نظر اقتصادی، بهره‌وری کشاورزی و رشد صنعتی را که به شدت به آب متکی هستند، با مشکل مواجه می‌کند. از نظر اجتماعی، نابرابری‌ها را تشدید می‌کند، زیرا جوامع به حاشیه رانده شده اغلب بار سنگین کمبود آب را متحمل می‌شوند.

اجرای اصول WSC می‌تواند با ترویج شیوه‌های مدیریت آب پایدار که برنامه ریزی شهری را با چرخه آب طبیعی ادغام می‌کند، به کاهش این مسائل کمک کند. هدف رویکردهای WSC کاهش رواناب، افزایش نفوذ آب و افزایش کیفیت آب از طریق زیرساخت‌های سبز و فناوری‌های نوآورانه و... است. و همچنین با وجود اهمیت این موضوع در ایران، تحقیقات صورت گرفته بسیار کم می‌باشد. در مقاله حاضر ابتدا تلاش شده است، روش نوینی در ایجاد مدل بومی ارائه دهد و از طرف دیگر با ارائه راهکارهای متناسب با شرایط و موقعیت شهر یزد (که می‌تواند مورد استفاده در شهرهای جهان و مخصوص در کشور ایران)، می‌تواند به کاهش کمبود آب، بهبود انعطاف‌پذیری در برابر خشکسالی و سیل کمک کنند و از تامین مطمئن آب پاک برای همه شهروندان اطمینان حاصل کنند.

## مبانی نظری

### شهرهای حساس به آب

تعاریف شهرهای حساس به آب اغلب در میان کاربران آن بسیار گوناگون است که این نشان‌دهنده پوشش گسترده کاربردهای چارچوب شهرهای حساس به آب است. عبارت حساس به آب الگویی جدید را در مدیریت یکپارچه چرخه آب شهری عرضه می‌کند که انواع گوناگونی از رشته‌های مهندسی و علوم زیست‌محیطی را با خدمات آب در مناطق شهری سازگار می‌کند (کلانتری و دیگران، ۱۳۹۶: ۴۷۲). مفهوم شهر حساس به آب به عنوان دیدگاه یکپارچه از رویکرد مدیریت آب شهری توسعه یافته است که نه تنها نیازهای آبی را برآورده می‌کند، بلکه به طور همزمان مزایای زیادی برای افزایش زیست‌پذیری و تاب‌آوری یک شهر به ارمغان می‌آورد این مفهوم همچنین با پارادایم جدید حکمرانی آب شهری در رابطه با استفاده از سیستم‌های آب غیرمتمرکز مرتبط است شهر حساس به آب بر اساس دیدگاه کل‌نگر مدیریت چرخه آب یکپارچه به منظور مراقبت و افزایش سلامت آبراهه‌های پذیرنده، کاهش خطر سیل، ایجاد فضاهای عمومی و همچنین ایجاد برداشت، پاکسازی و بازیافت آب است. از مدیریت آب به عنوان وسیله‌ای برای ارائه نتایج بهتر استفاده می‌کند که به طور گسترده‌تر، قادر به ارائه بسیاری از اهداف حیاتی برای زیست‌پذیری شهر هستند.

این پارادایم های مدیریت آب را می توان برای اتخاذ هر گونه تصمیم گیری برای ذینفعانی که در سیستم مدیریت آب نقش دارند، توسعه داد. مهم است که تمام اصول کلیدی مدیریت آب را به منظور دستیابی به نتایج انعطاف پذیر در تمام مشکلات مربوط به آب تجزیه و تحلیل کنیم. مدل سازی یکی از رویکردهایی است که می تواند ابزاری تعیین کننده برای مدیریت سیستم مدیریت آب با در نظر گرفتن تفکر سیستمی در تمامی جنبه های مرتبط در مدیریت آب به ویژه مدیریت آب شهری و شهرهای حساس به آب باشد (Mafuhah et al, 2018:2). جدول شماره ۱، چهار عامل مهم برای داشتن شهرهای حساس به آب را نشان می دهد (CRC 2017).

#### جدول ۱. عوامل مهم برای داشتن شهرهای حساس به آب

چهار عامل ضروری برای داشتن شهرهای حساس به آب	- مشارکت شهروندان در تصمیم گیری و برنامه ریزی و ارتقای آگاهی جوامع در مورد آب
	- خیابان ها دارای پوشش گیاهی مناسب باشند به منظور تصفیه و آرام سازی جریان رواناب
	- استفاده از تکنولوژی و برنامه ریزی هوشمند به منظور بهسازی خدمات و دسترسی عموم به آب
	- تمام منابع آب شامل آب باران، فاضلاب و رواناب، باید به عنوان منابعی ارزشمند به رسمیت شناخته شوند و به صورت محلی ذخیره شوند و به طور مناسب مورد استفاده قرار گیرند.

مأخذ: (CRC 2017)

شهرهای حساس به آب می توانند به عنوان بهترین نقطه ی اتصال بین برنامه ریزی شهری، فرم ساخته شده شهرها و چرخه آب شهری را توضیح دهند که توسط سه جریان آب قابل شرب، فاضلاب و سیلاب تعریف شده است (جمع پور و دیگران، ۱۳۹۷: ۱۴۳). در یک شهر حساس به آب، هر یک از این سه اصل از طریق برنامه ریزی و طراحی شهری به طور کامل با محیط شهری ادغام می شوند. از زمانی که اصول شهرهای حساس به آب ۱۰ سال پیش معرفی شد، تلاش قابل توجهی برای عملیاتی کردن آنها در شهرهایی با شرایط اجتماعی، سازمانی و بیوفیزیکی متنوع در سراسر جهان انجام شده است. این چشم انداز تجربیات به کارگیری اصول شهرهای حساس به آب را مرور می کند. در حالی که رویکردهای مشابهی در جاهای دیگر وجود دارد، این چشم انداز برای شناخت تفاسیر مختلف بین المللی و همچنین یک بررسی سیستماتیک پیشرفته مدیریت آب شهری معاصر در نظر گرفته نشده است. در عوض، درس های آموخته شده در طول ۱۰ سال گذشته در عملیاتی کردن اصول عملی شهرهای حساس به آب را منعکس می کند و برنامه های تحقیقاتی و اقدامی را تعیین می کند که باید دنبال شوند (Wong et al, 2020:437).

چارچوب های برنامه ریزی یکپارچه آب باید به میزان ریسک و ارزش موجود در چشم انداز پاسخ دهند. در حالی که مناطق کم خطر نیاز محدودی به مقررات دارند، مناطق پیچیده و پرخطر نیاز به برنامه ریزی جامع و ظریف دارند (Glidden, 2021: 19). روش های مدیریت شهرهای حساس به آب برای همه یکسان نیستند. با وجود اینکه این اصول راهنمایی های مهمی را ارائه می دهد، کاربرد آن نیازمند راه حل های است که متناسب با زمینه محلی باشد. این زمینه به شرایط بیوفیزیکی، مانند ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، شکل شهری و ریزاقلیم، محیط عملیاتی محلی، و شرایط اجتماعی و نهادی کلیدی که بر جذب فناوری ها و شیوه های حساس به آب جدید تأثیر می گذارد، اشاره کرد. بنابراین عملیاتی کردن اصول شهری حساس به آب نیازمند فرآیندهایی است که به ذینفعان محلی اجازه می دهد اهداف روشنی را بیان کنند، وضعیت فعلی خود را درک کنند و پاسخ های مناسب و موثری را ایجاد کنند (Wong et al, 2020:439).

#### طراحی شهرهای حساس به آب

رویکرد طراحی شهرهای حساس به آب که بر اساس اصول کلیدی پایداری مصرف آب و حفاظت زیست محیطی پی ریزی شده است، در استرالیا از سوی موریتز مطرح گردید. و مفهوم کلی ادغام مدیریت چرخه آب شهری با برنامه ریزی و طراحی شهری را به خود اختصاص داد. در حقیقت زیر مجموعه ای از توسعه پایدار اکولوژیکی است که به حفظ فرآیندهای اکولوژیکی در عرصه طراحی شهری می پردازد (ملک مرزبان و ارتفاعی، ۱۳۹۸: ۲). طراحی شهری حساس به آب برای تحول شهرهای آینده بسیار مهم است. بسیاری از مناطق شهری در آب و هوای گرم و خشک بیشتر احتمال دارد که گرمای شدید، کاهش بارندگی و همچنین رویدادهای

شدید آب و هوایی را تجربه کنند. شرایط آب و هوایی گرم و خشک بر منابع آب فشار وارد می‌کند، در حالی که رویدادهای آب و هوایی شدید مانند بارندگی شدید، بار زیادی را بر سیستم های زهکشی شهری وارد می‌کند. که منجر به افزایش خطر سیل های ناگهانی شهری می‌شود. رشد جمعیت شهری نیز بر خدمات و منابع آب فشار وارد می‌کند و نیاز به برنامه ریزی دقیق دارد. در گذشته سیستم های آب به صورت خطی طراحی می‌شدند، یعنی تامین، تصفیه، انتقال، توزیع، جمع آوری، تصفیه و دفع آب چرخه آب شهری بنابراین شهرها باید با اتخاذ رویکردی فرا رشته ای که پیامدها و فرصت های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی مدیریت آب را در نظر می‌گیرد، رویکرد مرسوم خود را به مدیریت آب شهری در سطح کلان تطبیق می‌دهند (Willemien et al, 2018:4). طراحی شهری حساس به آب، پارادایم جدیدی از مدیریت یکپارچه چرخه آب شهری را تعریف می‌کند که شامل رشته های مختلف مهندسی و علوم زیست محیطی مرتبط با ارائه خدمات آب، از جمله حفاظت از محیط های آبی در مناطق شهری است. ارزش ها و آرمان های اجتماعی مکان های شهری لزوماً بر تصمیمات طراحی شهری و در نتیجه شیوه های مدیریت آب حاکم است. در مجموع WSUD علوم اجتماعی و فیزیکی را ادغام می‌کند (Gleason & Flores, 2021:9).

طراحی شهری حساس به آب شامل اقدامات زیر در مقیاس های مختلف است:

- ۱) ترکیب زیرساخت سبز با هدف جذب و تصفیه آب طوفان برای طیف وسیعی از کاربردها
- ۲) حفاظت از عرضه آب در برابر افزایش تنوع بارندگی و رواناب سالانه و فصلی با ایجاد زیرساخت های اضافی برای ذخیره آب مانند مخازن یا مخازن ذخیره آب
- ۳) توسعه منابع جدید آب زیرزمینی، افزایش پتانسیل تغذیه آب زیرزمینی و کاهش فاضلاب تخلیه شده به فاضلاب عمومی
- ۴) تنوع و بهبود منابع تامین آب، از جمله استفاده مجدد و بازیافت آب
- ۵) تصفیه آب طوفان برای تخلیه به آبهای سطحی یا استفاده مجدد و تصفیه فاضلاب یا به حداقل رساندن تولید فاضلاب
- ۶) کاهش خطرات سیل از طریق ادغام طراحی راه حل های زهکشی شهری با طراحی زیرساخت شهری گنجاندن زیرساخت های حفاظت از سیل در طراحی توسعه ها به منظور جلوگیری از آلودگی منابع تامین آب و کارهای تصفیه (Willemien et al, 2018:6).
- ۷) استفاده از فضاهای عمومی فراگیر، فضاها و زیرساخت های چند منظوره و زیرساخت های سبز کنار جاده برای افزایش قابلیت زندگی در مناطق شهری با دارا بودن امکانات آبی قابل توجه (Angiello, et al, 2017).
- ۸) تشویق حایل های ساحلی در امتداد نهرها، رودخانه ها و آبراه ها و حفظ دشت های سیلابی
- ۹) انطباق و اصلاح مصالح شهری جاده ها، سقف ها و غیره برای به حداقل رساندن تأثیر آنها بر آلودگی آب
- ۱۰) استفاده از درختان خیابان، باغ های بارانی، بام های سبز، ترانشه های زهکشی، آب انبارها، توده های گیاهی، تالاب ها و سنگفرش های متخلخل برای کاهش رواناب ناشی از طوفان و کاهش فشار بر تأسیسات تصفیه
- ۱۱) پاکسازی پوشش گیاهی مهاجم بیگانه از حوضه های آلوده، و محوطه سازی با پوشش گیاهی بومی برای کاهش بیشتر رواناب و نیاز به آبیاری
- ۱۲) استفاده از آب های زیرزمینی و سطحی به همراه منابع آب در سطح خانوار مانند برداشت آب از پشت بام به منظور کاهش اثرات اختلالات مربوط به آب و هوا در هر یک از اجزای سیستم (Willemien et al, 2018:6)
- ۱۳) استفاده از فناوری های حفاظتی که تقاضا را کاهش می‌دهد مانند مدیریت نشت، تشخیص و تعمیر، وسایل و لوازم کارآمد آب، اندازه گیری و قیمت گذاری آب، و مدیریت فشار (Fisher-Jeffes, et al., 2012; Elliot, et al., 2011; Green Cape, 2016).

### برنامه ریزی شهری های حساس به آب

برنامه ریزی حساس به آب یک رویکرد در راستای رسیدن به توسعه پایدار است که در آن به ملاحظات آب در برنامه ریزی - شهری و منطقه ای توجه ویژه می‌شود، هدف برنامه ریزی حساس به آب ترویج ساخت وساز و توسعه پایدار است و این اهداف عبارت

اند از: بهبود برنامه های زیست محیطی برای کاربران، افزایش منابع آب و بهبود کیفیت آن و کاهش اثرات منفی سیلاب ها، حفظ اکوسیستم ها و دست یابی به همه ی این ها در یک راه مقرون به صرفه و با مشارکت شهروندان بنابراین برنامه ریزی حساس به آب ابعاد و اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را به طور هم زمان دنبال می کند (جمعه پور، ۱۳۹۸: ۱۴۰).

الگوی برنامه ریزی حساس به آب عبارت است از:

- برنامه ریزی حساس به آب به منظور اینکه ملاحظات آبی در شهر و منطقه از آغاز برنامه ریزی شود، مطرح شده است. این امر معمولاً مستلزم آن است که تمام حرفه ها از جمله مهندسان آب، برنامه ریزان شهری و منطقه ای، معماران منظر و مهندسان راه و محیط زیست در قالب یک سیستم با هم همکاری داشته باشند.
- توجه به ساختار جغرافیایی و زیرساخت های آبی باید نقطه شروع برای انتخاب محل و طرح های فضایی محیط و فضای باز از مقیاس منطقه تا ساختمان باشد.

برنامه ریزی حساس به آب توجه به بهبود کیفیت و رواناب و سیلاب نه به عنوان یک مزاحم بلکه به منزله منبعی جدید است که به جای استفاده از روش های مرسوم در خارج کردن رواناب با سرعت از محیط، در برنامه ریزی حساس به آب با استفاده از روش های طراحی و مهندسی برای مدیریت کمیت و کیفیت رواناب به طوری می توان از آن به طور مستقیم برای بهبود مناظر و چشم اندازها و یا برای شارژ سفره های آب زیرزمینی بهره مند شد (کلانتری و دیگران، ۱۳۹۶: ۴۷۵).

### اهداف کلیدی و شاخص های الگوی شهر های حساس به آب

بر اساس دیدگاه چسترفیلد و همکاران (2016) اهداف ریشه ای شهر حساس به آب با توجه به سی و چهار شاخص، در حوزه های اجتماعی، فنی و زیست محیطی بیان شده است. این شاخص ها به منظور ارزیابی میزان پیشرفت در دستیابی به اهداف شهر حساس به آب و کمک به تصمیم گیرندگان برای اولویت بندی در اقدامات مرتبط، طراحی شده اند. (ملک مرزبان و ارتفاعی، ۱۳۹۸: ۷) در شکل شماره ۱ به اهداف ریشه ای شهر های حساس به آب و ۳۴ شاخص در برگزیده اهداف برای الگوسازی شهر های حساس به آب آورده شده است (Rogers et al, 2020:7).

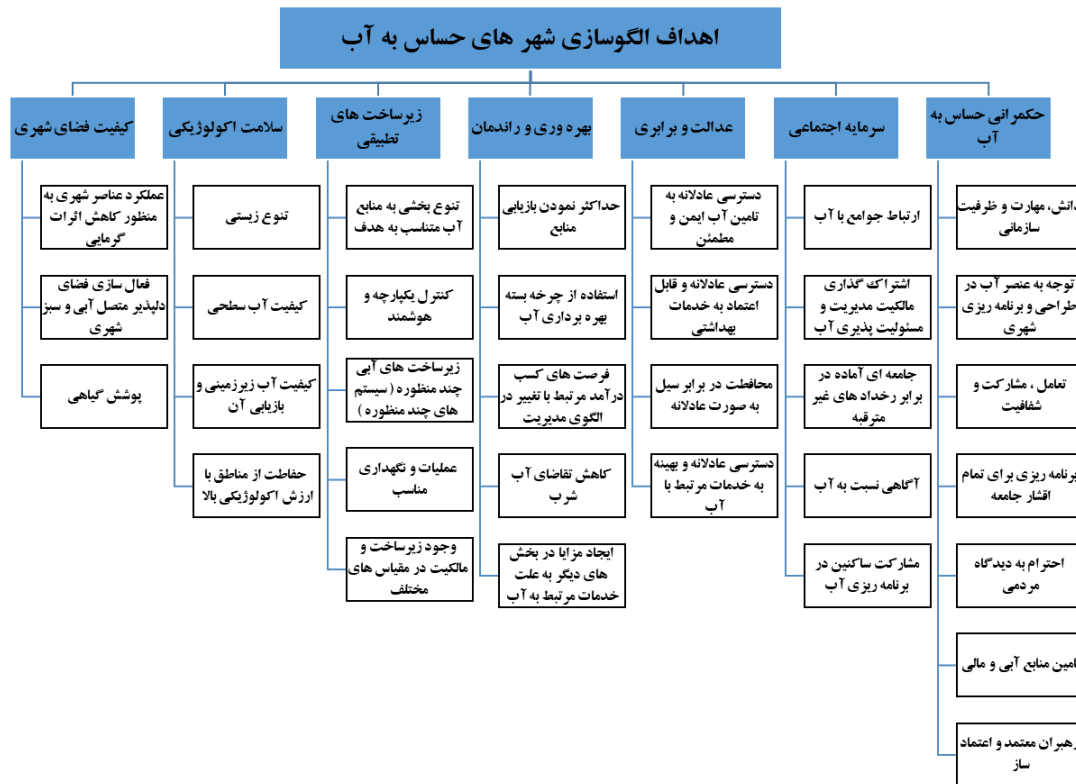
چهارچوب دگرگونی آب شهری و حرکت به سمت شهر حساس به آب، مبتنی بر سه رکن اساسی پایه گذاری شده است که لازمه تحقق آن، یکپارچگی ساختار و بافت اجتماعی با شهر حساس به آب است. این ارکان، زیربنای مهمی را از نظر سرمایه ی اجتماعی، طراحی شهری و زیرساخت شهری، بنا نهاده اند و به دنبال دستیابی به مصرف بهینه منابع آب شهری، حفاظت از اکوسیستم ها در برابر ناپایداری های اقلیمی و ارتقای مناظر زیست محیطی هستند. این ارکان عبارتند از (مرزبان و ارتفاعی، ۱۳۹۸: ۴).

• رکن اول: شهر به مثابه حوزه آبخیز تأمین آب

• رکن دوم: فراهم آوردن خدمات زیست محیطی، توسط شهر

• رکن سوم: شهر شامل اجتماعاتی حساس به آب

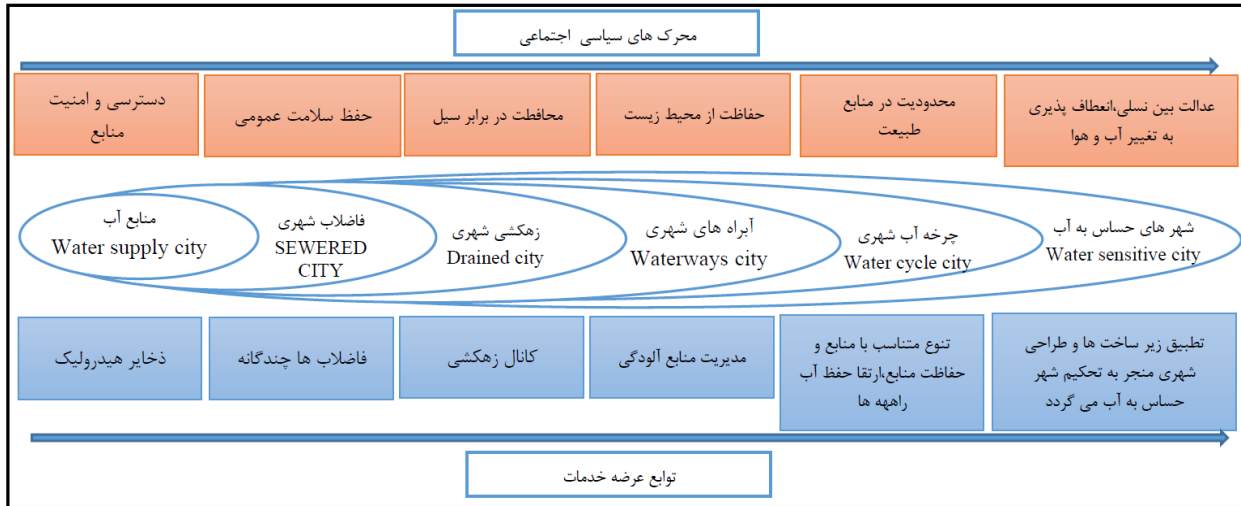
سه مرحله اول تکامل سیستم آب را برای ارائه خدمات ضروری بدین گونه توصیف می شود: دسترسی به آب آشامیدنی (شهر تأمین آب)، حفاظت از سلامت عمومی (شهر فاضلاب) و حفاظت در برابر سیل (شهر تخلیه شده). این سه مرحله توسط شهر آبراه، شهر چرخه آب و در نهایت شهر حساس به آب دنبال می شود. سه مرحله آخر سیر تکاملی را به سمت مرتبه بالاتر خدمات توصیف می کند. اینها عبارتند از: رفاه اجتماعی و حفاظت از محیط زیست، ارائه خدمات آب قابل اعتماد تحت یک زمینه منابع محدود، و تضمین برابری بین نسلی و انعطاف پذیری در برابر تغییرات آب و هوایی به طور کلی، در حالی که سه مرحله اول برای یک شهرحیاتی هستند، سه مرحله آخر به نیازهای گسترده تر جامعه پاسخ می دهند زیرا مردم برای سلامت اکولوژیکی، رفاه، آسایش حرارتی، زیبایی و برابری ارزش قائل هستند، ویژگی هایی که تحت تأثیر سیستم های آبی قرار دارند و در نظر گرفته می شوند. شهر را قابل زندگی کردن (Gleason et al, 2021:12).



شکل ۱. اهداف الگوسازی شهر های حساس به آب، مأخذ: (Rogers et al, 2020: 7)

سیستم های آبی در مناطق شهری را می توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول شامل خدمات آبی است که آب را برای استفاده روزمره فراهم می کند، به عنوان مثال برای نوشیدن، پخت و پز و تمیز کردن و دسته دوم شامل منابع آبی است که آب را در حوضه های آبریز، رودخانه ها و نهادهای شهری و همچنین رواناب و آب طوفان تولید شده در داخل و اطراف شهری مدیریت می کند. هنگام انطباق با تغییرات آب و هوایی، هم خدمات آب و هم منابع باید مورد توجه قرار گیرند. افزایش خودکفایی آبی باید یک هدف باشد. با گسترش ترکیب آب، تنوع بیشتری از منابع آبی برای کاهش وابستگی فعلی به آب های سطحی قابل دسترسی است. اینها می تواند شامل آب های زیرزمینی، برداشت آب باران و طوفان، بازیافت آب و استفاده مجدد از آب خاکستری باشد، اهمیت نگهداری و بازسازی سیستم های آب را نمی توان بیش از حد مورد تاکید قرار داد. تعمیر و نگهداری سیستم های آب را در طول زمان حفظ کرده و بهبود می بخشد، در حالی که افزایش عقب ماندگی در تعمیر و نگهداری منجر به هدر رفتن قابل توجه و خدمات آب غیر قابل اعتماد می شود. ارتقاء و گسترش سیستم آب می تواند برای افزایش درآمدهای خدمات آب و ایجاد یک پایه محکم برای بهبود بیشتر زیرساخت های آب در مناطق شهری مورد استفاده قرار گیرد (Willemien et al, 2018:4).

تکامل مدیریت آب شهری در طول ۲۰۰ سال گذشته با تعامل بین محرک های اجتماعی-سیاسی برای بهبود خدمات و پاسخ های فنی به این محرک ها تعریف شده است. آنها با تکامل پیشرونده قراردادهای آبی-اجتماعی، شکل گرفته توسط فرهنگ ها و مجموعه های ارزشی، بین دولت/دولت ها و جوامع که در ترتیبات نهادی و چارچوب های نظارتی برای انتظارات ارائه خدمات آب شهری آشکار می شوند، شکل می گیرند. براون و همکارانش یک چارچوب انتقال آب شهری اکتشافی ارائه می کند که قراردادهای آبی اجتماعی شهری تاریخی، فعلی و پیش بینی شده آینده را در مقیاس شهر توصیف می کند.



شکل ۲. چهارچوب انتقال آبرسانی به شهر حساس به آب براون، مأخذ: (Tony et al,2020: 436)

### پیشینه پژوهش

دادا و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ی تحت عنوان "شهر های حساس به آب: رویکردی یکپارچه برای افزایش مقاومت شهری در برابر سیل در پارما واقع در شمال ایتالیا" به بررسی شهر پارما (ایتالیا) که در سال های اخیر با مشکلات جدی آب و چندین بار با پیامد های سیل مواجه شده است. که ناشی از ناکافی بودن شبکه کانال های باز و شبکه فاضلاب به دلیل گسترش شهری و تغییرات اقلیمی در ۳۰ سال اخیر است. از طریق مدل DANCE4Water، کارایی فناوری های غیرمتمرکز، مانند بام های سبز و روسازی متخلخل، و ادغام آن ها با سیستم فاضلاب ترکیبی متمرکز موجود تحت طیف وسیعی از سناریوهای توسعه شهری ارزیابی شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که اتخاذ یک رویکرد یکپارچه شامل استراتژی های هیدرولیک مهندسی نرم، استفاده از راهکارهای طبیعی و پایدار می تواند تاب آوری در برابر سیل شهری را افزایش دهد. علاوه بر این، این مطالعه نشان می دهد که نیاز حیاتی به سرمایه گذاری استراتژیک در راه حل هایی وجود دارد که نتایج پایدار بلندمدت ارائه می کنند

جمعه پور و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ی تحت عنوان "الگوی شهرهای حساس به آب رویکردی نوین به سوی توسعه شهری پایدار" در این تحقیق با مطالعه شهر های حساس به آب و با الگو شهر ملبورن و مونی ولی پرداخته و نتیجه مطالعه یک الگوی جدید مدیریت آب شهری است که حامی استفاده از سیستم های آبی غیرمتمرکز می باشد با بهره گیری از این الگو می توان به دنبال به حداکثر رساندن فرصتی برای زندگی بهتر و بهره برداری مناسب از منابع، استفاده مجدد و مدیریت آب و فاضلاب به منظور ارتقاء و حمایت از سلامت انسان و به حداقل رساندن اثرات شهرنشینی بر محیط زیست طبیعی و چرخه آبی است.

هان شیانگ و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ی تحت عنوان "ارزیابی جامع شهرهای حساس به آب با شیوه‌ی طراحی بر اساس تصمیم چند معیاره، مطالعه موردی: استرالیا" به تجزیه و تحلیل از طریق تحلیل تصمیم چند معیار (MCDA) برای تعیین وزن و مقایسه سناریو استفاده کرده اند. در این مقاله توصیه میشود که چارچوب ارزیابی جامع مبتنی بر MCDA، می تواند به طور کلی برای بخش آب برای حل مشکلات تصمیم گیری و ترویج استفاده شود. استفاده از چنین چارچوبی می تواند با کمک به مدیران آب برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه و فراگیر با عوامل مختلف، موجب افزایش توسعه پایدار خواهد شد.

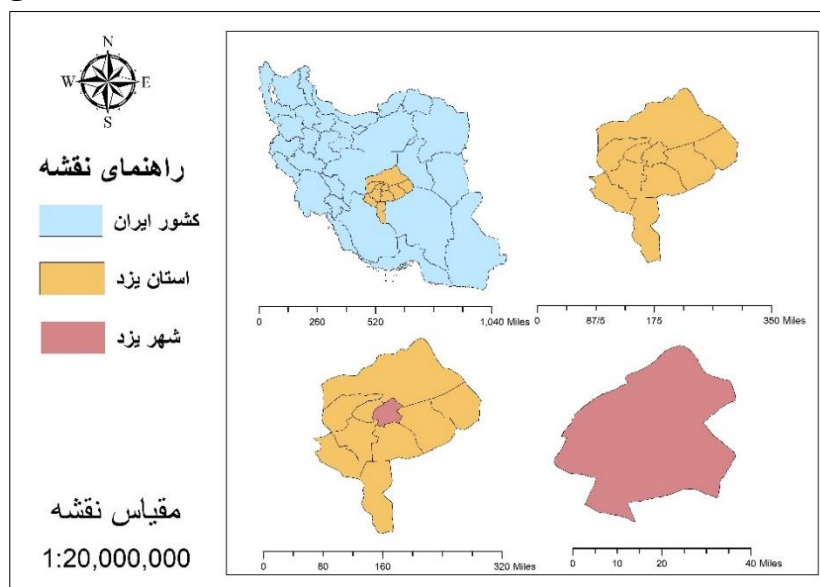
کلانتری و دیگران (۱۳۹۶) در مقاله‌ی "بومی سازی الگوی شهر های حساس به آب (نمونه موردی تهران)" با روش توصیفی-تحلیلی که با دو نوع پرسشنامه که به صورت روش مقایسه زوجی و طیف لیکرت انجام شد، در فرایند تحلیل از روش تحلیل سلسله مراتب (AHP) با استفاده از نرم افزار super decision برای مشخص کردن میزان اهمیت شاخص ها، سپس از آزمون t تک نمونه ای برای مشخص کردن جایگاه تهران نسبت به یک شهر حساس به آب استفاده شده است، نتایج به دست آمده نشان از بحران شدید

آب در تهران می باشد که شاخص های حکمرانی حساس به آب بیشترین و کیفیت فضای شهری کمترین اهمیت را بر خود اختصاص دادند.

روگرس وهمکاران (۲۰۲۰) در مقاله " شاخص شهرهای حساس به آب: ابزاری تشخیصی برای ارزیابی آب حساسیت و هدایت اقدامات مدیریتی " در این مقاله شاخص شهرهای حساس به آب (WSC) را ارائه می کند که در آن ۳۴ شاخص و ۷ هدف را مورد بررسی قرار می دهد (اطمینان از حکمرانی خوب حساس به آب، افزایش سرمایه جامعه، دستیابی به برابری خدمات ضروری، بهبود بهره وری و بهره وری منابع، بهبود سلامت اکولوژیکی، تضمین کیفیت فضاهای شهری و ارتقای زیرساخت های سازگار) تست اولیه در شهرهای آسیا، اقیانوس آرام و آفریقای جنوبی نیز پتانسیل شاخص WSC را در سطح بین المللی نشان داده است. صید بیگی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله "بومی سازی الگوی شهر حساس به آب (نمونه موردی شهر بهشهر)"، مقاله به روش توصیفی تحلیلی انجام شده است و نتیجه کلی تحقیق مشخص کرده است که شهر بهشهر نسبت به معیارهای شهر حساس به آب دچار ضعف می باشد که در نهایت برای به حداقل رساندن این ضعف ها، راهکارهای عملیاتی پیشنهاد داده شده است. گلوسن و کاسیانو (۲۰۲۱) در مقاله "چالش های شهر های حساس به آب در مکزیک (منطقه مورد مطالعه گودالاجارا (Guadalajara))" مقاله مورد نظر سعی بر پاسخ دو سوال طراحی شده است ۱-علل کمبود آب و سیل ۲-پیشنهادات برای حل این مشکل تحت رویکرد WSUD، مدیریت آب در محدوده مورد نظر با یک زیرساخت هدف واحد مطابقت دارد. این نوع مدیریت کمکی به حل مشکلات کم آبی و سیل نمی کند. سیاست تامین آب تنها مبتنی بر احداث سدهای بزرگ بدون توجه به ذخیره و استفاده از آب باران و استفاده مجدد از آب خاکستری و وسایل حفاظت از آب است. به منظور انتقال به مرحله حساس به آب، یک رویکرد WSUD که شامل زیرساخت های چند منظوره است باید در نظر گرفته شود.

### معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر یزد واقع در استان یزد با مساحت تقریبی ۹۹،۵ کیلومتر مربع در مرکز استان یزد با مختصات ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی می باشد. و به طور متوسط دارای ۱۲۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا است. که این شهرستان در میان فلات مرکزی شهر ایران واقع می باشد (کریم خانی و سرایی، ۱۳۹۹: ۵۳). جمعیت شهری، شهر یزد ۶۱۱۴۶۶ نفر طبق آخرین سرشماری در سال ۱۳۹۵ می باشد. شهر یزد از شمال به شهرستان اردکان، از جنوب به شهرستان تفت و مهریز، از شرق به شهرستان بافق و از غرب به شهرستان های صدوق و میبد منتهی می شود.



شکل ۳. موقعیت جغرافیایی شهر یزد، مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

### شرایط اقلیمی و میزان بارش در شهر یزد

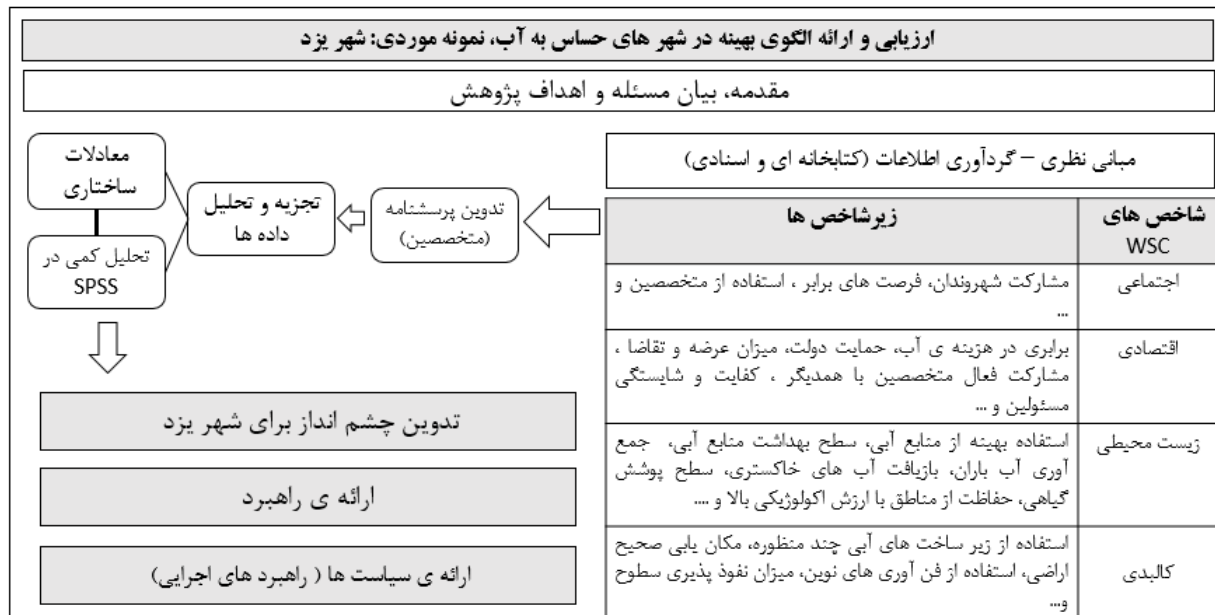
به طور کلی و وضعیت جوی استان یزد، تحت تاثیر شرایط آب و هوایی فلات مرکزی ایران قرار دارد. این استان اگر چه از نظر عرض جغرافیایی در منطقه ی صحرائی قرار گرفته، لیکن به علت تفاوت در ارتفاع و توپوگرافی خاص آن، که ارتفاع زمین از ۹۵۰ متر در نواحی کویری تا ۴۰۵۵ متر در قله ی " شیر کوه " تغییر می یابد، از تنوع اقلیمی برخوردار می باشد. اگر چه استان یزد سالانه به طور متوسط تحت تاثیر ۱۷ مرکز کم فشار باران زا از جهت غرب و یا شمال غرب قرار دارد، لیکن در حین عبور از خشکی های وسیع، سیستم های ابری فرسایش رطوبی پیدا نموده و به همین دلیل، بارندگی استان چندان قابل توجه نمی باشد. میانگین سالانه ی بارندگی در مناطق کویری ۴۰ میلیمتر، در یزد ۵۴٫۵ میلیمتر و در ارتفاعات شیرکوه ۳۸۰ میلیمتر می باشد. تقسیم کمی بارندگی بر حسب فصل عبارت است از: ۵۲ درصد در زمستان ۲۹ درصد در بهار و ۱۸ درصد در پاییز. حداکثر بارندگی مناطق کم ارتفاع در فصل زمستان و در مناطق کوهستانی در فصل بهار رخ می دهد. تعداد سالانه روز های بارانی ۲۰ و تعداد روز های برفی فقط ۲ روز است (طرح جامع یزد: ۱۳۸۶).

### روش پژوهش

نوع تحقیق حاضر کاربردی و روش بررسی آن توصیفی-تحلیلی مبتنی بر گردآوری اطلاعات کتابخانه ای و پیمایشی می باشد. ابتدا با استفاده از منابع مختلف در زمینه موضوع تحقیق، اطلاعات لازم جمع آوری می شود و سپس به منظور گردآوری اطلاعات جامعه آماری از پرسشنامه استفاده شده است. ابزارهای گردآوری اطلاعات پرسشنامه، روش پیمایشی، مطالعات کتابخانه ای، اسنادی و مشاهدات میدانی جامعه آماری متخصصان و مدیران شهری شهر یزد بوده و حجم نمونه برابر با ۵۰ نفر می باشد. برای تعیین معیارها و شاخص های شهر حساس به آب و تحلیل آن از روش کتابخانه ای و اسنادی استفاده شده است که شامل مطالعات اسنادی، کتابخانه ای و بررسی عمیق ادبیات پیشینه ی تحقیق و تعیین شاخص های آن و نسبت به شرایط شهر یزد می باشد. در گام بعدی برای سنجش کمی معیارها و سنجش روابط بین شهر حساس به آب و شرایط فعلی شهر یزد با توزیع پرسشنامه به بررسی آن پرداخته شده است. ارزیابی میانگین و درصد پاسخ دهی برای هر سوال توسط نرم افزار SPSS انجام گرفته است. سنجش و تحلیل داده ها با آزمون فریدمن و بررسی جداول ( میانگین ، آزمون کی دو ) و سپس به رتبه بندی معیارها پرداخته شد. در نهایت برای بومی سازی شهر حساس به آب برای شهر یزد، از نرم افزار ایموس استفاده شده است. در این نرم افزار با ایجاد مدل مناسب و استفاده از تحلیل عاملی تاییدی سپس اجرای مدل توسط نرم افزار، تجزیه و تحلیل خروجی مدل و ارزیابی فرضیه های تحقیق انجام شده است. در شکل ۵، مدل مفهومی و روند تحقیق نشان داده شده است.

### جامعه آماری

با عنایت به اینکه جامعه آماری این پژوهش مجموعه ای از کارشناسان، مدیران شهری یزد و خبرگان آشنا با رویکرد مطالعه می باشند و همچنین با توجه به این موضوع که نمی توان برآورد دقیقی از تعداد حجم جامعه داشت، بنابراین تعداد ۵۰ نفر به عنوان حجم نمونه در نظر گرفته شده است. و پرسش نامه ها در بین این تعداد توزیع و مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین روش نمونه گیری در ارتباط با پرسشنامه به صورت هدف دار بوده و پاسخ دهندگان دارای مدرک مرتبط، فعالیت اجرایی و یا مطالعاتی با موضوع می باشند.



شکل ۴. مدل مفهومی پژوهش، مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

## تجزیه و تحلیل داده ها

بعد از تعیین شاخص ها و گویه های مرتبط با رویکرد مدنظر با توجه به ادبیات تحقیق، به تدوین پرسشنامه با طیف لیکرت و سپس توزیع به افراد متخصص انجام شده است. سپس با وارد کردن داده های پرسشنامه به نرم افزار SPSS و سنجش و تحلیل داده ها با آزمون فریدمن و بررسی جداول ( میانگین ، آزمون کی دو ) پرداخته شد. در نهایت برای بومی سازی شهر حساس به آب در شهر یزد، از نرم افزار ایموس بهره گرفته شده است. در این نرم افزار با ایجاد مدل مناسب و استفاده از تحلیل عاملی تاییدی سپس اجرای مدل توسط نرم افزار، تجزیه و تحلیل خروجی مدل و ارزیابی فرضیه های تحقیق انجام شده است. با توجه به داده های پرسشنامه به صورت کلی به نتایج زیر دست یافته ایم: بیشتر پاسخ دهندگان، مردان و بیشترین تعداد در سطح تحصیلات کارشناسی ارشد می باشند.

بعد از تعیین شاخص های و گویه ها در قالب ۲۷ سوال و توزیع آن ها به افراد متخصص، داده های به دست آمده را در پنج طیف ارزش گذاری شد به این صورت که گزینه خیلی کم، امتیاز ۱؛ گزینه کم، امتیاز ۲؛ گزینه متوسط، امتیاز ۳؛ گزینه زیاد، امتیاز ۴؛ و گزینه خیلی زیاد؛ امتیاز ۵ داده شد. سپس با وارد کردن ۵۰ نمونه به نرم افزار SPSS، روند تحلیلی با آزمون ناپارامتریک فریدمن آنالیز واریانس گروهی با اندازه های تکراری درون گروهی) آغاز شده است.

جدول ۲: شاخص های شهر حساس به آب استفاده شده در پرسشنامه و میانگین حاصل از آزمون فریدمن

رویکرد	شاخص	شناسه در مدل	زیر شاخص	میانگین
شهر حساس به آب	اجتماعی ( f1 ) در مدل	Aq1	مشارکت شهروندان در امور شهری مربوط به آب	۲/۵۲
		Aqm2	برخوردارى عادلانه از آب بهداشتی، مطمئن و سالم در تمام مناطق شهر یزد	۳/۶۶
		Aqm3	میزان تقاضای آب برای تمامی مصارف	۳/۴۶
		Aq4	استفاده از متخصصین و مشورت گیری از آن ها در زمینه برنامه ریزی و مدیریت آب	۲/۱۸
		Aq5	برخوردارى عادلانه از شبکه فاضلاب سالم و مطمئن	۲/۴۶
		Aqm6	برخوردارى عادلانه از امکانات محافظت در برابر سیل	۳/۲۶

۲/۴۲	نابرابری در هزینه استفاده از خدمات آبی برای شهروندان	Aqm7	اقتصادی (۱۲ در مدل)
۳/۳۴	حمایت دولت از پروژه های مدیریت و برنامه ریزی آب شهر یزد	Bqm8	
۲/۷۰	کاهش عرضه، کاهش نیاز های آبیاری و مدیریت در آب	Bq9	
۳/۲۶	کسب درآمد مرتبط با تغییر الگوی مدیریت فعلی آب	Bq10	
۲/۲۰	همکاری بین متخصصین در رشته های مختلف در رسیدن به هدف مشترک	Bq11	
۲/۴۸	کفایت و شایستگی نیروهای انسانی در حیطه مدیریت و توزیع منابع آبی	Bq12	
۲/۳۶	سطح بهداشت چشمه ها و قنات های شهر یزد	Cq13	
۲/۳۲	حفاظت و تقویت منابع آب ( مدیریت چرخه آب در محیط)	Cq14	
۲/۴۲	میزان کیفیت و حفاظت آب های زیر زمینی و بازیابی مجدد آنها در شهر یزد	Cq15	
۲/۴۴	تبعیت از قوانین ساخت و ساز در تغییر کاربری های اراضی غیرمجاز و ساخت و ساز های مسکن غیر مجاز در دهه های اخیر	Cqm16	
۳/۵۸	استفاده از آب شرب در مصارف غیر شرب	Cqm17	زیست محیطی ( ۱۳ در مدل)
۳/۱۶	جمع آوری آب باران	Cq18	
۲/۰۰	پوشش گیاهی و فضاهای سبز در داخل محدوده شهر یزد	Cq19	
۴/۳۰	بازیافت و استفاده مجدد از آب های خاکستری	Cq20	
۲/۳۸	حفاظت از مناطق با ارزش اکولوژیکی بالا	Cq21	
۲/۵۶	استفاده از زیر ساخت های آبی چند منظوره ( مانند زیر ساخت سبز)	Dq22	
۲/۵۰	مکان یابی اراضی مناسب برای برنامه ریزی و مدیریت منابع آب	Dq23	
۲/۳۲	حفاظت از ارزش های تفریحی مرتبط با آب	Dq24	
۲/۴۲	نفوذپذیری سطوح معابر شهری در برابر آب	Dqm25	
۲/۳۰	استفاده از فن آوری های نوین در مسائل مربوط به ساخت و ساز های آبی	Dq26	
۲/۳۸	عملکرد عناصر شهری به منظور کاهش آثار گرمایی در شهر یزد	Dq27	

مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

### یافته های استنباطی

همان طور که در مطالب بالا اشاره شده است. داده های حاصل از پرسشنامه با آزمون فریدمن در نرم افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفته است. در این تحقیق، از آزمون فریدمن به عنوان یک روش آماری مؤثر بهره گرفته شده است تا ارتباط معناداری بین ۲۷ شاخص مختلف را مورد تحلیل قرار دهیم. این روش به ویژه در مواقعی کاربرد دارد که داده ها در قالب رتبه بندی یا نمرات متوالی جمع آوری شده باشند.

جدول شماره ۵، نتایج نهایی آزمون فریدمن را نشان می دهد با استفاده از این جدول می توان درک کرد که آیا تفاوت های بین میانگین رتبه های گروه های وابسته به هم متغیر مستقل، به لحاظ آماری معنی دار است یا خیر؟ در جدول زیر، مقدار آماره کی دو، درجه آزادی و معنی داری آماری یا همان P-Value را نشان می دهد.

جدول ۳. نتایج نهایی آزمون فریدمن در SPSS

شرح	مقدار
حجم نمونه آماری	۵۰
آماره کی دو	۳۲۰/۰۰
درجه آزادی <sup>۲</sup>	۲۶
سطح معنی داری <sup>۳</sup>	۰/۰۰۰

<sup>۱</sup> - Chi-Square

<sup>۲</sup> - Degree of freedom

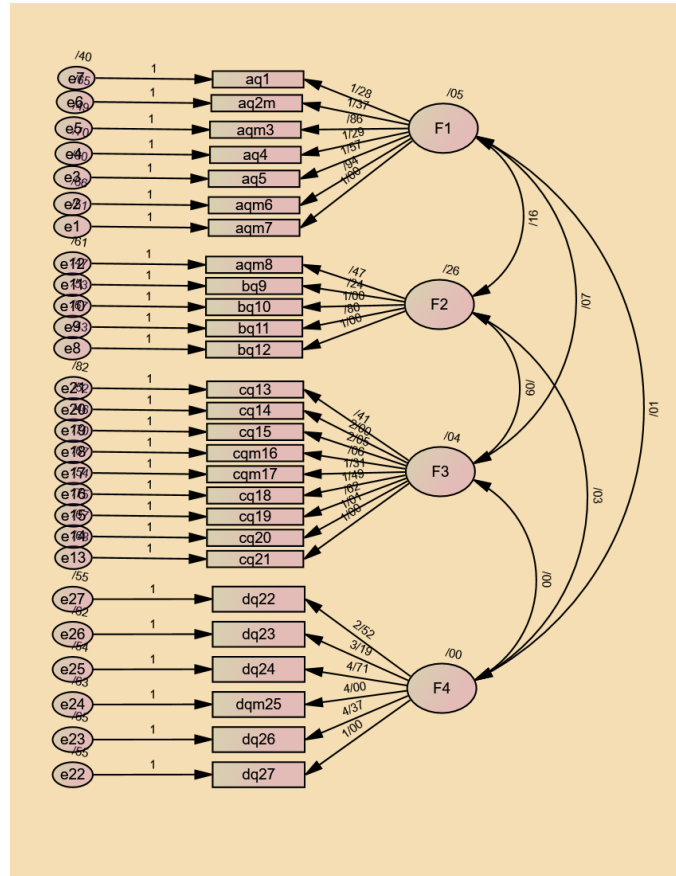
<sup>۳</sup> - Significance level

با توجه به جدول ۳، نتایج تحلیل آماری نشان می‌دهد که میانگین‌های ۲۷ شاخص مورد بررسی دارای ارتباط معنادار هستند. با انجام آزمون فریدمن بر روی داده‌ها، آماره کی دو ( $\chi^2$ ) برابر با ۳۲۰ و سطح معنی‌داری (p-value) برابر با ۰,۰۰۰ به دست آمد، چون سطح معنی‌داری به دست آمده برای آزمون (۰/۰) کمتر از سطح خطای پذیرفته شده (۰,۰۵) است. نتیجه می‌گیریم که هر یک از متغیرها (مؤلفه‌ها) تفاوت معنی‌داری با یک دیگر دارند. این نتایج نشان می‌دهند که تغییرات به وجود آمده در هر یک از شاخص‌ها به‌طور معناداری بر روی سایر شاخص‌ها تأثیر می‌گذارد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این شاخص‌ها در تعامل با یکدیگر نقش مهمی را در زمینه مورد مطالعه ایفا می‌کنند و درک بهتر این روابط می‌تواند به بهبود فرآیندهای تحلیلی و تصمیم‌گیری در این حوزه کمک کند.

### نتایج آزمون معادلات ساختاری

برای اجرای مدل معادله ساختاری نیاز به متغیرهای پنهان و هر متغیر پنهان دارای متغیرهای آشکار یا مشاهده شده دارد. در این تحقیق نیز ۴ متغیر پنهان برای شهر حساس به آب در نظر گرفته شد و همچنین این مدل دارای ۲۷ متغیر مشاهده شده (همان گویه‌های پرسش شده در پرسشنامه) می‌باشد. به دلیل محدودیت در نرم افزار ایموس، از آوردن عبارات به صورت کامل در مدل اجتناب شده است و هر یک از متغیرها چه به صورت پنهان و یا آشکار از نمادها استفاده شده است. جدول ۲، گویه و متغیرهای استفاده شده در مدل ترسیمی در معادله ساختاری را با ذکر عامل و نماد را نشان می‌دهد. با وارد کردن داده‌های پرسشنامه از نرم افزار آماری SPSS، به نرم افزار تحلیلی AMOS به ترسیم مدل پرداخته شده است. خروجی مدل نشان دهنده عوامل موثر برای ایجاد شهر حساس به آب در شهر یزد می‌باشد.

زمانی که از الگوی معادلات ساختاری استفاده می‌شود. یک مولفه مهم، تحلیل ارزیابی چگونگی برازش مدل فرضیه ای با داده های مشاهده نشده است. پژوهشگران معمولاً به منظور ارزیابی این برازش از شاخص های متفاوتی استفاده می کنند. که در این زمینه RMSEA ( ریشه متوسط مربع خطای تقریبی ) از جمله شاخص های مهم می باشد. که در بهترین حالت باید کمتر از ۰,۰۵ باشد. شاخص دیگری که برای ارزیابی برازش مورد استفاده قرار می گیرد. Chi-square یا کای مربع می باشد. این شاخص برای شناسایی انطباق مدل مفهومی با داده های تجربی است. مقدار این آماره با افزایش اندازه نمونه و افزایش تعداد متغیر های مشاهده پذیر، افزایش می یابد. درجه آزادی نیز، به تعداد اطلاعات موجود برای تخمین توزیع نمونه گیری داده ها پس از تخمین تمامی پارامتر های مدل، اطلاق می شود. پژوهشگر تلاش دارد در حالی که به یک مدل با بهترین برازش دست یابد، درجه آزادی را بیشینه می سازد. (کریمی ثانی و دیگران ، ۱۳۹۴: ۱۲). باتوجه به خروجی نرم افزار AMOS ، مدل ساختاری با توجه به داده های پرسشنامه به صورت جدول ۴ و شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵. مدل مفهومی در حالت تخمین استاندارد (نگارندگان، ۱۴۰۳)

شکل ۵، مدل مفهومی در حالت تخمین استاندارد را نشان می دهد که اعداد گویای وزن های رگرسیونی یا بارهای عاملی که مثبت بودن تمام اعداد نشان دهنده ی منطقی بودن مدل را نشان می دهد. معیار اقتصادی با داشتن وزن ۰/۲۶۳ نسبت به سه معیار (اجتماعی ۰/۰۵۴ - زیست محیطی ۰/۰۴۴ - کالبدی ۰/۰۰۳) دیگر دارای همبستگی بیشتری با شهر حساس به آب یزد می باشد. بنابراین در محاسبات مربوط به این متغیر پنهان از وزن بیشتری برخوردارند. و معیار کالبدی نیز با کمترین میزان همبستگی با شهر حساس به آب یزد می باشد. در نتیجه در محاسبات وزن کمتری دارد. با توجه به جدول ۴، کای اسکور غیر معنادار (CMIN) برابر با ۴۸۷/۸۶۹ و سطح معناداری (P) برابر است با صفر که نتیجه ی مطلوب را به نمایش می گذارد. درجه آزادی مدل از درجه آزادی به مدل استقلال نزدیک می باشد. نتیجه ی مطلوب را نشان می دهد. نسبت کای اسکور به درجه آزادی (CMIN/DF) برای قضاوت در مورد مدل تدوین شده شاخص بهتری می باشد. این شاخص مقادیر ۱ تا ۵ مناسب و مقادیر ۲ تا ۳ بسیار خوب تفسیر می شود. در مدل تدوین شده تحقیق ۱/۵۳۴ است که نشان دهنده ی مناسب بودن این مدل است. شاخص ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده یا RMSEA نشان دهنده این است که آیا مدل تدوین شده می تواند قابل قبول دانست یا خیر؟ این شاخص که به عنوان یکی از شاخص های بدی برازش شناخته می شود. مقدار آن بین صفر تا یک تغییر می کند. و هر چه مقدار به دست آمده آن کوچک تر باشد، مدل تدوین شده قابل قبول تر تلقی می گردد (کریمی ثانی و دیگران، ۱۳۹۱: ۱۳). که در اینجا عدد مابین ۰،۱ می باشد پس مدل قابل قبول است. و شاخص های مقتصد برای بیان قابل قبول بودن مدل تحقیق مهم می باشند. برای شاخص برازش هنجار شده مقتصد (PNFI) و شاخص برازش تطبیقی مقتصد (PCFI) مقادیر ۰،۵۰ و بالاتر قابل قبول محسوب می شود. که در این مدل برابر است با ۰،۵۱۲ قابل قبول می باشد.

## جدول ۴. شاخص های کلی برازش برای مدل مفهومی

نوع شاخص	شاخص	معادل فارسی شاخص		مدل	
		مدل تحقیق	مدل مستقل	مدل تحقیق	مدل مستقل
مطلق	NPAR	پارامتر های آزاد برای مدل تدوین شده		۶۰	۲۷
	CMIN	کای اسکوتر غیر معنادار		۴۸۷/۸۶۹	۶۰۷/۰۸۱
	DF	درجه آزادی		۳۱۸	۳۵۱
نسبی	P	سطح معناداری		۰	۰
	RMSEA	شاخص ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده		۰/۱۰۴	۰/۱۲۲
	CMIN\DF	نسبت کای اسکوتر به درجه آزادی		۱/۵۳۴	۱/۷۳۰
تطبیقی	TLI	شاخص برازش توکر- لوئیس		۰/۲۶۸	۰
	CFI	شاخص برازش تطبیقی		۰/۶۲۹	۰/۵۲۲
مقتصد	PNFI	شاخص برازش مقتصد		۰/۵۷۸	۰
	PCFI	شاخص برازش تطبیقی مقتصد		۰/۵۱۲	۰

مأخذ: (نگارندگان، ۱۴۰۳)

بنابراین، این نتایج به وضوح نشان می‌دهند که مدل طراحی شده بر اساس معیاری که از متخصصان به دست آمده، برای شهر یزد به‌ویژه در زمینه حساسیت آب، مناسب و مرتبط است. این ارتباط تأکید می‌کند که مؤلف‌ها و معیارهای مدنظر در پژوهش، می‌توانند مبنای مناسبی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در راستای مدیریت منابع آب در این شهر باشند.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادها

باتوجه به مبانی نظری تحقیق و تحلیل‌های انجام شده بر روی شاخص‌های چهارگانه (اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و کالبدی) در شهر یزد و با اولویت دهی به آنها، و با در نظر گرفتن محدوده مورد مطالعه شهر یزد، بیانیه چشم‌انداز تدوین می‌شود. که از طریق این چشم‌انداز و اهداف تدقیق شده در بحث طراحی و برنامه‌ریزی شهرهای حساس بتوان به ارائه راهبرد و سیاست‌های اجرای دست یافت.

**چشم‌انداز:** شهر یزد دارای فضاهای شهری سرزنده و دارای ارزش‌های اجتماعی، اقتصادی، بصری و زیست محیطی بالا که با اجرا و بهره‌گیری از روش‌ها و تکنیک‌های طراحی و برنامه‌ریزی شهر حساس به آب در این شهر باعث به وجود آمدن سیستم جریان آب سالم، پایدار برای تمامی ساکنان شهر یزد شده است. باتوجه به چشم‌انداز تعیین شده، راهبرد و سیاست‌های مورد نظر برای شهر حساس به آب یزد به قرار زیر می‌باشد.

## جدول ۵. اهداف، راهبرد و اقدامات اجرایی برای شهر یزد

اهداف	راهبرد	سیاست (اقدامات اجرایی)
اجتماعی	(۱) افزایش دانش و آگاهی شهروندان در رابطه با مسائل آب	آموزش در مدارس و برگزاری کارگاه‌های آموزشی در سطح شهر یزد و ارتقا آگاهی شهروندان با ایجاد نهاد های مردمی
	(۲) استفاده از متخصصان در امور مدیریت شهری و ایجاد تفاهم در میان متخصصان شهری(در برنامه ریزی، طراحی و توسعه) در مورد نقش آنها در ارائه نتایج	آموزش به متخصصان شهری به منظور ایجاد مسیریابی برای اجرای راهکار های فضای شهری با کیفیت یکپارچه سازی و و هم سویی ابزارهای سیاستی و نظارتی جهت تقویت نقش آب در ارائه فضای شهری با کیفیت ایجاد توانایی در متخصصان شهری
	(۳) ارتقا مشارکت مردم در امور آبی	انتخاب افراد متخصص و افراد با مقبولیت سیاسی بالا برای اجرای پروژه های مهم و اساسی مرتبط با مسائل آب ایجاد شرایط مناسب برای مشارکت مردم، حضور نهاد های مردمی در تصمیم گیری های مرتبط با آب تغییر سیستم مدیریتی به مدیریت و برنامه ریزی پایین به بالا

✓	ارائه طرح و سیاست های تشویقی برای مشارکت حداکثری شهروندان با سازمان های مربوط به مدیریت آب	
✓	اتخاذ تصمیمات برای افزایش تجهیزات و وسایل صرفه جو در مصرف آب در منازل و کاربری های دیگر (مانند: سردوش کاهنده مصرف آب، فلاش تانک با حجم کم و ...)	۴) مدیریت آب شرب جهت کاهش تقاضا
✓	جمع آوری مجزای آب ( رواناب ناشی از بام ها، سطوح بسته و خیابان ها) و سپس با تصفیه آب ها به منظور نفوذ و تغذیه ی سفره های آب های زیرزمینی راهی مخازن نفوذ شود.	۵) تجهیز امکانات مربوط در مواقع وقوع بحران ( مدیریت سیلاب)
✓	بهره مندی تمام نقاط شهر از تجهیزاتی مانند سیل گیر	
✓	استفاده از سیستم های فاضلاب بسته و بایور آکتورهای غشایی کانتینری ( سیستم تصفیه فاضلاب شهری و صنعتی)	۶) برخورداری عادلانه از شبکه فاضلاب سالم و مطمئن ( مدیریت فاضلاب)
✓	جمع آوری مجزا ( پساب توالت، سینک آشپزخانه)	
✓	بازیافت فاضلاب برای آبیاری فضای سبز و تغذیه سفره آب زیرزمینی	
✓	استفاده از سیستم های هوشمند سامانه آب مانند نصب سیستم های مجهز به سنسور های حرارتی در فضاهای شهری	۱) مدیریت هوشمند سامانه آب شهر و ساماندهی و بهسازی شبکه آبرسانی سنتی
✓	استفاده از زیر ساخت های آبی چند منظوره مانند زیرساخت سبز	
✓	حمایت و سرمایه گذاری دولت بر روی محصولات مدرن کم مصرف مانند: شیرآلات و اتصالات کم مصرف	۲) حمایت دولت از پروژه های مدیریت و برنامه ریزی آب و ایجاد فرصت های شغلی با تغییر الگوی مصرف آب
✓	ایجاد نهاد های مردمی برای ارتباط دوسویه و میسر بین شهروندان و دولت	
✓	حمایت دولت از طرح های متناسب با شرایط آب و هوای، جغرافیایی و فرهنگی شهر یزد	
✓	تشویق دولت و ارائه تسهیلات به پروژه های دوستدار محیط زیست و اختصاص بودجه از طرف دولت به برنامه های بیوفیلیک برای مثال اجرای طرح پشت بام سبز	
✓	در نظر گرفتن قیمت تمام شده واقعی آب	۳) حفظ عدالت در هزینه های استفاده از خدمات آبی برای شهروندان
✓	وضع تعرفه های تشویقی به منظور کاهش مصرف آب از سوی شهروندان	
✓	احیا، مرمت و لایروبی کردن قنات های شهر یزد جهت کاهش استفاده ی بی رویه منابع آب های زیرزمینی	۱) ارتقا سطح بهداشت چشمه ها و قنات های شهر یزد
✓	تلفیق سیستم آبرسانی سنتی با سیستم آبرسانی مدرن	
✓	ارتقا نظارت و تصحیح عملکرد دستگاه های نظارتی و توجه داشتن به قوانین و مقررات وضع شده و طرح های مصوب	
✓	تغییر بینش و دیدگاه در تهیه ی طرح های شهری و روستایی	۲) اتخاذ تصمیمات برای کاهش تغییر کاربری های غیر مجاز اراضی و ساخت و ساز های مسکن غیرمجاز
✓	افزایش و تسهیل در ارائه وام های مربوط به مسکن	
✓	آموزش و اطلاع رسانی به شهروندان	
✓	اصلاح قوانین و مقررات	
✓	تلفیق سیستم تصفیه آب خاکستری با منظر شهری با ایجاد تالاب های مصنوعی و جریان عمودی غیر متمرکز	۱. بازیافت و استفاده مجدد از آب های خاکستری
✓	جمع آوری مجزای آب های خاکستری (حمام، روشویی ها، لباسشویی و ظرف شویی)	
✓	بازیافت آب های خاکستری و استفاده آن در آبیاری فضای سبز، پهنه های مصنوعی آب و مصارف خدماتی	۳) مدیریت پایدار منابع آبی
✓	جمع آوری رواناب از سطح بام ها با استفاده از انواع زهکش ها	۲. مدیریت و ساماندهی آب باران جهت تغذیه سفره آب های زیرزمینی
✓	انتقال آب باران از رواناب ها و هدایت آن به فضاهای تعبیه شده چند عملکردی و نفوذ آن در سفره های آب های زیرزمینی	

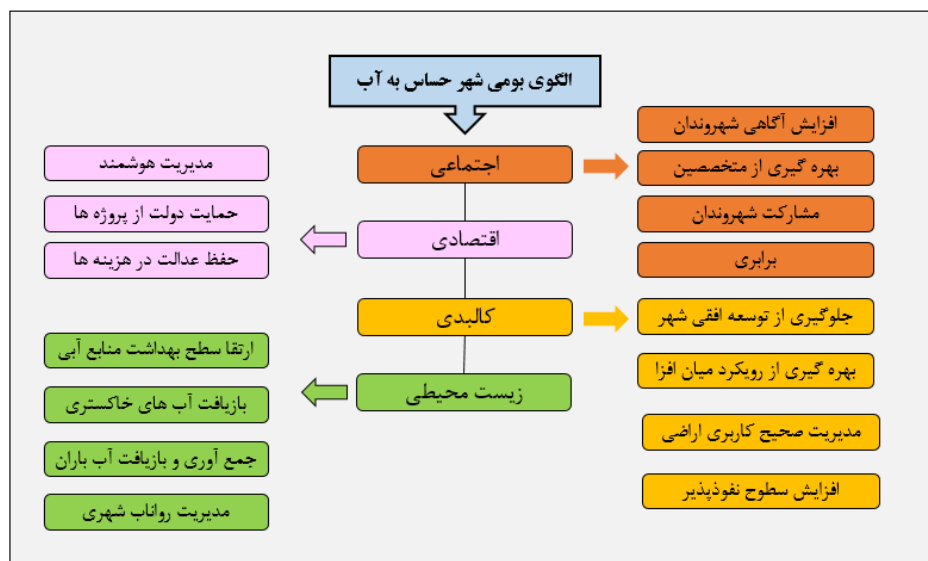
اقتصادی

زیست محیطی

<p>حذف آلاینده ها و ناخالص های رواناب ها برای تصفیه ی آسان آن ها برای رسیدن به استاندارد های کیفی آب ✓</p> <p>جهت رسوب گذاری راحتتر دانه های متوسط و درشت رواناب ها بهتر است به صورت موقت ذخیره شوند ✓</p> <p>رعایت و مدیریت اصول های زیست محیطی برای ساخت و ساز های آینده ✓</p>	<p>۳. تقویت و حفاظت از کیفیت منابع آب های موجود</p>
<p><b>زهکشی رواناب ها:</b></p> <p>اتخاذ تصمیمات و ایجاد تسهیلات مقرون به صرفه در سیستم رواناب های شهری ✓</p> <p>مدیریت صحیح پسماند و زباله های شهری برای جلوگیری از انسداد سیستم های زهکشی ✓</p> <p>ایجاد مسیر های آبی طراحی شده برای انتقال ایمن رواناب ها و جمع آوری آنها به جهت جلوگیری از جاری شدن سیل های مخرب ✓</p> <p><b>رواناب ها به عنوان یک منبع</b></p> <p>استفاده از رواناب ها برای مصارف غیر شرب (مانند: آبیاری فضاهای سبز شهری) ✓</p> <p>رعایت و مدیریت اصول های زیست محیطی برای ساخت و ساز های آینده ✓</p>	<p>۴. مدیریت پایدار رواناب شهری با زهکشی رواناب ها و در نظر گرفتن رواناب ها به عنوان یک منبع</p>
<p>توسعه عمودی شهر با بهره گیری از رویکرد نوین توسعه میان افزا یا توسعه ی شهر از درون به جای توسعه ی افقی شهر (استفاده از زمین های متروکه، رها شده و بلا استفاده ( و دارای تاسیسات و تجهیزات شهری در محدوده ی داخل بافت شهر</p> <p>اتخاذ سیاست های مربوط به جلوگیری از گسترش بی رویه شهر</p> <p>بازنگری در الگوی شهرسازی و تدوین الگوهایی متناسب با زیرساخت های شهری</p> <p>مخصوصا توجه داشتن به مشکلات حوزه آب رسانی</p>	<p>۱) جلوگیری از توسعه افقی شهر با بازنگری در مدیریت و توسعه شهری</p>
<p>توجه به آب به عنوان زیرساخت مهم در طرح های شهری</p> <p>توجه به مکانیابی و کاهش کاربری های صنعتی پر مصرف آب</p> <p>اختلاط درست کاربری های اراضی</p>	<p>۲) مدیریت و برنامه ریزی درست کاربری های شهری</p>
<p>افزایش پوشش گیاهی و فضاهای سبز و آبیاری آن ها توسط آب های جمع آوری شده</p> <p>آب باران و آب های خاکستری</p> <p>تلفیق تکنیک های مدیریت رواناب با اهداف حفاظت از ارزش های تفریحی و طبیعی</p> <p>استفاده از تکنیک های مقرون به صرفه حساس به آب مانند: باغ های باران و یا کانال های آب</p>	<p>۳) حفاظت از ارزش های تفریحی مرتبط با آب</p>
<p>بهره گیری و توجه به عوارض ( طبیعی و غیرطبیعی) موجود در مکان قرارگیری حوضه در راستای کاهش حجم دبی اوج رواناب</p> <p>افزایش نفوذپذیری زمین</p> <p>تصفیه رواناب ها</p>	<p>۴) استفاده از رویکرد توسعه کم اثر برای برگرداندن شرایط هیدرولوژیکی طبیعی یه حوضه آبریز و افزایش کیفیت زیست محیطی پیرامون آن</p>
<p>استفاده از سطوح نرم در منظر سازی</p> <p>کاهش استفاده از پوشش گیاهی چمن و به جای آن استفاده از گیاهان بومی و مقاوم در برابر کم آبی</p> <p>استفاده از کفسازی نفوذپذیر در طراحی معابر برای مثال: بتن اسفنجی و سنگ های مشبک</p>	<p>۵) افزایش نفوذ پذیری سطوح معابر شهری</p>

ایجاد مدل بومی شهر حساس به آب به منظور مدیریت پایدار منابع آب در شهرهایی که با محدودیت‌های آبی مواجه هستند طراحی شده است. این مدل‌ها معمولاً شامل استراتژی‌ها و رویکردهایی برای بهینه‌سازی مصرف آب، حفظ و بهبود کیفیت آب، مدیریت آب در منظر شهری و ایجاد تعامل بین سیستم‌های آب و سیستم‌های شهری می‌باشند. به طور کلی، مقالات در این حوزه به دنبال ترویج رویکردهای پایدار برای مدیریت منابع آب در شهرها، ارتقاء آگاهی شهروندان و توسعه استراتژی‌های سازگار با محیط زیست و اقتصاد مند برای بهبود وضعیت آب در شهرها می‌باشند. بومی‌سازی شهر حساس به آب در شهرها یک موضوع مهم در حوزه مدیریت منابع آب و شهرسازی است که در مقالات ایرانی و خارجی به عنوان یک مسئله مطرح شده است. در مقالات خارجی اغلب با تأکید بر روش‌ها و راهکارهای پیشرفته و مناسب برای بومی‌سازی آب، به تجربیات جهانی توجه دارند. برخی از این مقالات از داده‌ها و مدل‌های پیشرفته استفاده کرده و به مطالعه موردی‌های متنوع در سراسر جهان می‌پردازند. از سوی دیگر، مقالات ایرانی بر روی چالش‌ها و وضعیت شهرهای ایران تمرکز دارند و با توجه به شرایط محلی، راهکارها و پیشنهادهای اجرایی ارائه می‌دهند. این مطالعات معمولاً از داده‌ها و روش‌های مناسب برای شرایط ایران استفاده می‌کنند.

مقایسه مقالات دیگر با مقاله حاضر، می‌تواند به تبیین بهتری از موضوع مورد بحث و دستیابی به نتایج موثرتر کمک کند و همچنین انجام مقایسه دقیق با تحقیقات قبلی، امکان بهبود پیشنهادات و توصیه‌های ارائه شده در مقاله را فراهم کند. در مقاله ی روگرس و همکاران در سال ۲۰۲۰، که رویکرد شهر حساس به آب را در سه شهر مورد بررسی قرار می‌دهد. این مقایسه با توزیع پرسشنامه بین افراد کارشناس می‌باشد. و بعد از تحلیل پیشنهادهای ارائه شده است. و همچنین در مقاله ی گلوسن و کاسیانو در سال ۲۰۲۱، که به طراحی شهر حساس به آب تمرکز دارد در شهر مکزیک این رویکرد را مورد ارزیابی قرار داده است. و با مطالعه ی مقالات خارجی دیگر این مطلب قابل ارائه می‌باشد که مقاله ی حاضر از لحاظ روش کاملاً با مقالات دیگر متمایز می‌باشد. و همچنین در مقالات خارجی به مدل بومی اشاره ی نشده است و صرفاً به مقایسه و ارزیابی و سپس ارائه پیشنهادات پرداخته اند. البته حائز اهمیت می‌باشد که نمونه موردی مقاله حاضر با مقالات دیگر متفاوت است و مختص به شهر یزد می‌باشد ولیکن راهکارهای ارائه شده می‌تواند مفید در ابعاد جهانی و رویکرد استفاده شده کاربردی در مقالات دیگر می‌باشد. میتوان گفت تمرکز بر ایجاد مدل بومی در مقالات ایرانی بیشتر به چشم می‌خورد مانند صید بیگی و همکاران (۱۳۹۹)، جمعه پور و همکاران (۱۳۹۵)، کلانتری و همکاران (۱۳۹۶) و... با عنوان بومی سازی WSC مورد توجه قرار گرفته اند. ولی نمونه مورد مطالعه تحقیق حاضر شهر یزد بوده و هیچ کدام از مقالات به شهر یزد نپرداخته اند و همچنین روشی که برای ایجاد مدل و ارزیابی در این مقاله استفاده شده است متمایز و متفاوت می‌باشد. باتوجه به مبانی نظری و تحلیل داده های پرسشنامه الگوی بومی شهر حساس به آب برای شهر یزد را می‌توان به صورت مدل مفهومی شکل ۶ زیر نشان داد.



شکل ۶. الگوی بومی شهر حساس به آب یزد، مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۳

## نتیجه گیری

با توجه به ایجاد شهرهای حساس به آب در جهان و ایران از اهمیت بسیاری برخوردار است. انتظار می‌رود که جمعیت شهری جهان در آینده افزایش یابد و این موضوع منجر به افزایش نیاز به منابع آب شود. با تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آب، اهمیت بخشیدن به بهره‌وری بیشتر از آب و مدیریت حساس منابع آب در شهرها امری حیاتی می‌شود. ایجاد مدل‌های بومی شهر حساس به آب، می‌تواند کمک کند تا منابع آب شهری حفظ شده و مصرف آب به شکل هوشمندانه‌تری انجام گیرد که این امر به بهبود کیفیت زندگی شهروندان و حفاظت از محیط زیست کمک می‌کند. در ایران، که یکی از کشورهای با شرایط محدود منابع آبی است، امکان اجرای مدل‌های بومی شهر حساس به آب، به گونه‌ای که به منابع آب کمک کند و با مصرف هوشمند آب، از خروجی بهتری برای مدیریت آب شهری منجر خواهد شد. تلاش‌ها در ایران برای ایجاد شهرهای حساس به آب جهت حفظ منابع آب و بهره‌وری بیشتر از آن، نه تنها به بهبود وضعیت محیط زیست کشور کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان ایفا می‌کند و قدمی مهم در جهت پاسخگویی به چالش‌های مرتبط با مدیریت آب در آینده می‌باشد. شهر یزد، همانند بسیاری از شهرهای ایران، با مشکل کمبود آب روبرو است. این شهر یکی از مناطق خشک و نیمه خشک کشور است و با شرایط آبی غیر مطلوبی مواجه است. در این مقاله تلاش شده است مدل بومی برای شهر یزد بر اساس رویکرد شهر حساس به آب تهیه و تنظیم شود. مقاله حاضر با ارائه ۲۷ زیرشاخص که زیرمجموعه ۴ بعد و معیار (اقتصادی- اجتماعی- زیست محیطی - فیزیکی و کالبدی) می‌باشد. و این زیرشاخص‌ها توسط تحلیل عاملی تاییدی در نرم افزار AMOS مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته اند.

تجزیه و تحلیل پرسشنامه و همچنین تحلیل عاملی تاییدی به خوبی نشان می‌دهند که، معیار اقتصادی در این شهر از همبستگی و اهمیت بیشتری برخوردار است و مدل تدوین شده در این نرم افزار مناسب و مورد قبول ارزیابی شده است به دلیل نسبت کای اسکوئر به درجه آزادی (CMIN/DF) در مدل تدوین شده تحقیق ۱/۵۳۴ است که نشان دهنده ی مناسب بودن این مدل است و شاخص ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده یا RMSEA که عدد مابین ۰٫۱ می باشد نشان دهنده قابل قبول بودن مدل است. به طور کلی، این تحقیق به مسایل نوآورانه و چالش‌های بین‌المللی و ملی مدیریت منابع آب پرداخته است. از رویکرد خلاقانه‌ای در این مقاله استفاده شده است تا به مسائل اجتماعی و زیست محیطی و ... اهمیت بیشتری بدهد و راه‌حل‌های برتر و نوآورانه ارائه کند. پیشنهادات و استراتژیک‌های بیان شده در این تحقیق نیز می‌تواند مفید در مقالات و تحقیقات علمی دیگری در زمینه‌های مربوط در سطح بین‌المللی و در همچنین مورد استفاده در کشور ایران باشد.

## منابع و مأخذ

- ابراهیمی دهکردی، امین. (۱۳۹۷). شهر های حساس به آب از دیدگاه برنامه ریزی و طراحی شهری، انتشارات دانشگاه مازیار، چاپ اول، تهران.
- اسلامی، عارفه و ابراهیمی دهکردی، امین. (۱۳۹۸). تبیین مولفه های موثر در برنامه ریزی شهر حساس به آب، فصلنامه علمی تخصصی مطالعات طراحی شهری و پژوهش های شهری، سال دوم، شماره ۴.
- امینی، هاشم؛ صنایعی، علی؛ طلائی، حمیدرضا و یوسفی، علی. (۱۴۰۰). مدل بومی طراحی شهر حساس به آب زمینه‌ساز تحول در برنامه‌ریزی شهری، مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۲، شماره ۳.
- جلالی فراهانی، غلامرضا؛ پیری حور، حسن و نکویی، محمدعلی. (۱۳۹۷). توسعه پدافند غیرعامل در تامین آب شرب شهر یزد با بهبود نقاط ضعف حاکم بر وضعیت موجود، نشریه علمی -ترویجی علوم و مهندسی آب و فاضلاب، دوره ۳، شماره ۳، صفحات ۳۹-۵۱.
- جمعه پور، محمود؛ کلانتری، خلیل و همتی، گلشن. (۱۳۹۷). الگوی شهرهای حساس به آب رویکردی نوین به سوی توسعه شهری پایدار، فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۶، پاییز ۹۷.

صید بیگی، صادق؛ جعفری کتریمی، فاطمه؛ رسولی، سید حسن و شیخی، اسماعیل. (۱۳۹۹). بومی سازی الگوی شهر حساس به آب، نمونه موردی: شهر بهشهر، ششمین همایش بین المللی مهندسی کشاورزی و محیط زیست با رویکرد توسعه پایدار. کریمی ثانی، وجیهه؛ رهنما، محمد رحیم و خوارزمی، امید علی. (۱۳۹۴). مدل سازی معادلات ساختاری ابعاد موثر بر پیاده سازی شهر الکترونیک سبز، شهر پایدار، دوره ۲، شماره ۱، صفحات ۲۳-۱.

کلانتری، خلیل؛ همتی، گلشن و جمعه پور، محمود. (۱۳۹۶). بومی سازی الگوی شهرهای حساس به آب (مطالعه موردی: کلان شهر تهران). پژوهش های جغرافیای برنامه ریزی شهری، ۵ (۳)، ۴۶۹-۴۹۳.

ملک مرزبان، آناهید و ارتفاعی، فرید. (۱۳۹۸). معرفی شهر حساس به آب و جایگاه آن در شهرهای امروزی به منظور مصرف بهینه منابع آب شهری؛ کنفرانس بین المللی عمران و مدیریت توسعه شهری در ایران

Angiello, G., Carpentieri, G., Russo, L., Tremittera, M.R. & Tulisi, A. (2017) "Methods, tools and best practices to increase the capacity of urban systems to adapt to natural and manmade changes", *Journal of Land Use, Mobility and Environment*, Vol. 10 No. 1. Anisfield, S.C. (2010) "Water resources", *Foundations of contemporary environmental studies series*, Washington, DC: Island Press.

B.C Rogers, G. Dunna, Hammer, W. Novaliaa, de Haana, L. Browna, R.R. Browna, S. Lloyd, f, C. Uricha, T.H.F. Wong, C. Chesterfield. (2020) *Water Sensitive Cities Index: A diagnostic tool to assess water sensitivity and guide management actions*, *Water Research* 186.

Dada, A; Urich, C; Berteni, F; Pezzagno, M; Piro, P; Grossi, G. (2021), *Water Sensitive Cities: An Integrated Approach to Enhance Urban Flood Resilience in Parma (Northern Italy)*. *Climate*, 9, 152. <https://doi.org/10.3390/cli9100152>.

Fisher-Jeffes, L., Carden, K., Armitage, N., Spiegel, A., Winter, K. & Ashley, R. (2012) *Challenges facing implementation of water sensitive urban design in South Africa*, 7th International Conference on Water Sensitive Urban Design, Melbourne, Australia.

Georgia Glidden. (2021), *Healthy Land and Water, intergrated water planning A Queensland context synthesis report*.

Gleason, J.A.; Casiano Flores, C. *Challenges of Water Sensitive Cities in Mexico: The Case of the Metropolitan Area of Guadalajara*. *Water* 2021, 13, 601.

Jose Arturo Gleason, and Cesar Casiano Flores (2021), *Challenges of Water Sensitive Cities in Mexico: The Case of the Metropolitan Area of Guadalajara*.

Khalil Kalantari, Golshan Hemati, Golshan Hemati. (2017) *Localization Pattern of Water Sensitive Cities (Case study: Tehran Metropolis)*, *Geographical Urban Planning Research*.

Maftuhah, I; Anityasari, M; Sholihah, M. (2017), *Model of urban water management towards water sensitive city: a literature review*. *International Conference on Industrial and System Engineering (IConISE)*.

Strategic Plan. (2017), *Cooperative Research Center for Water Sensitive Urban Cities (CRC)*. Australian Government. Department of Industry, Innovation and Science.

Suresh Kumar Rohilla, Mahreen Matto, Shivali Jainier and Chavi Sharda (2017), *Water-Sensitive Urban Design and Planning: A Practitioner's Guide*, Centre for Science and Environment, New Delhi

Tony H.F. Wong, Briony C. Rogers, and Rebekah R. Brown (2020), *Transforming Cities through Water-Sensitive Principles and Practices*

Willemien, VAN NIEKERK; Louiza, DUNCKER; Kea, MADITSE; Claire, DAVIS; Amy PIETERSE (2018), *Water Sensitive Urban Planning as Adaptation Strategy*, *Water sensitive urban planning 54th ISOCARP Congress*.