Supreme National Defense University Strategic Theorizing
https://Theory.sndu.ac.ir E-ISSN: 3041-9972
Vol. 5, No. 2, Issue. 17, Summer 2026 **Received:** 2026/02/27 **Accepted:** 2026/06/20
Research paper

Developing a Conceptual Framework for a Water-Sensitive City with an Emphasis on Enhancing Ecological Resilience

Mohammad Hassan Khademi
Ph.D. Student, Department of Urban Planning, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Atefeh Dehghan Tooranposhti
Department of Urban Planning, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author)
Email: dehghan.at@gmail.com
Abbasali Tayefi Nasrabadi
Assistant Professor, Department of Civil Engineering and Architecture, Fereshtegaan International Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Alireza Bandarabad
Department of Architecture and Urban Planning, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract
This study aims to develop a conceptual framework for enhancing the ecological resilience of Kerman in response to the water crisis, based on the Water-Sensitive City paradigm. A mixed-methods (quantitative and qualitative) approach was adopted, drawing on documentary research, a questionnaire administered to 196 experts, and interviews with 15 key stakeholders. The findings indicate that the ecological resilience of Kerman is currently at an unfavorable level and that existing water management practices are inadequate to address the combined stresses of drought and flooding. Data analysis led to the development of an integrated, three-dimensional framework: (1) the physical-ecological dimension, prioritizing runoff management and the restoration of the blue-green network; (2) the governance-institutional dimension, emphasizing the establishment of integrated management and supportive legislation; and (3) the socio-cultural dimension, focusing on participation and awareness-raising. Hypothesis testing confirmed the statistically significant effects of Water-Sensitive City components on resilience. The overall findings indicate that sustained resilience can be achieved only through the simultaneous interaction of these three dimensions as an adaptive system. The proposed framework can provide a practical pathway for transforming Kerman into a resilient city and serve as a model for other arid cities in Iran.

Keywords: Water-Sensitive City, Ecological Resilience, Kerman, Integrated Urban Water Management, Water Governance

سال پنجم، شماره دوم (پیاپی ۱۷)، تابستان ۱۴۰۵، صص. ۶۹-۹۲
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۸ ـ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

مقاله پژوهشی

تبیین چهارچوب مفهومی شهر حساس به آب با تأکید بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی

محمد حسن خادمی
دانشجوی دکتری گروه شهرسازی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
عاطفه دهقان توران پشتی
گروه شهرسازی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
Email: dehghan.at@gmail.com
عباسعلی طایفی نصرآبادی
استادیار گروه مهندسی عمران و معماری، واحد بین‌الملل فرشتگان، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
علیرضا بندر آباد
گروه معماری و شهرسازی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تدوین چهارچوبی مفهومی برای ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان در مواجهه با بحران آب، بر مبنای پارادایم «شهر حساس به آب» انجام شد. این تحقیق با رویکرد آمیخته (کمی و کیفی) و از طریق مطالعات اسنادی، پرسش‌نامه از ۱۹۶ متخصص و مصاحبه با ۱۵ ذی‌نفع کلیدی اجرا گردید. یافته‌ها نشان داد تاب‌آوری اکولوژیکی شهر در وضعیت نامطلوبی قرار دارد و مدیریت کنونی آب، قادر به مقابله با تنش‌های دوگانه خشک‌سالی و سیلاب نیست. تحلیل داده‌ها منجر به طراحی چهارچوبی یکپارچه و سه‌بُعدی شد: ۱. بُعد کالبدی-اکولوژیک (با اولویت مدیریت رواناب و احیای شبکه آبی-سبز)؛ ۲. بُعد حکمرانی-نهادی (با تأکید بر ایجاد مدیریت یکپارچه و قوانین حمایتی) و ۳. بُعد اجتماعی-فرهنگی (با محوریت مشارکت و آگاهی‌بخشی). آزمون فرضیه‌ها تأثیر معنادار مؤلفه‌های شهر حساس به آب بر تاب‌آوری را تأیید کرد. نتیجه‌گیری نهایی بیانگر آن است که تاب‌آوری پایدار، تنها از طریق تعامل هم‌زمان این سه بُعد به‌عنوان یک سامانه انطباقی قابل دستیابی است. این چهارچوب می‌تواند مسیری عملی برای تبدیل کرمان به شهری تاب‌آور و الگویی برای سایر شهرهای خشک ایران ارائه دهد.

کلیدواژه‌ها: شهر حساس به آب، تاب‌آوری اکولوژیکی، کرمان، مدیریت یکپارچه آب شهری، حکمرانی آب

صحت مطالب بر عهده نویسنده مقاله است و بیانگر دیدگاه دانشگاه عالی دفاع ملی نیست.

مقدمه

می‌توان گفت شهرها به‌عنوان پیچیده‌ترین ساخته‌های بشری، در قرن بیست‌ویکم با یک پارادوکس حیاتی مواجه هستند؛ از یک‌سو کانون اصلی مصرف منابع و تولید آسیب‌های محیط‌زیستی و از سوی دیگر، قربانیان اصلی پیامدهای ناشی از این تخریب، مانند تغییرات اقلیمی هستند. در این میان، منبع آب به‌دلیل نقشی که در پایداری تمامی سیستم‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی ایفا می‌کند، به مهم‌ترین نقطه آسیب‌پذیر شهری تبدیل شده است (محمدی مهر، ۱۴۰۰: ۱۰۲).

این آسیب‌پذیری در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، ازجمله ایران، به‌مراتب جدی‌تر و حیاتی‌تر است. کلان‌شهرها و شهرهای ایرانی، سال‌هاست با بحران‌های چندبُعدی آب دست‌به‌گریبان‌اند؛ بحرانی که ابعاد کمی (افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی)، کیفی (شوری و آلودگی) و زمانی (تناوب خشکسالی‌های ممتد و سیل‌های ناگهانی) دارد. مدیریت ناپایدار و جزیره‌ای این منبع، نه‌تنها تاب‌آوری شهرها را در برابر شوک‌های محیطی تحلیل برده، بلکه امنیت آبی، غذایی و در نهایت، آرامش اجتماعی ساکنان آن‌ها را نیز تهدید می‌کند.

آنچه در این میان مسئله‌ای اساسی است این است که پارادایم مسلط بر مدیریت آب شهری در ایران، عمدتاً رویکردی خطی، مهندسی–محور و متمرکز است. در این رویکرد، تمرکز بر تأمین آب از منابع دور (اغلب آب‌های زیرزمینی عمیق یا سدها) و سپس دفع سریع و بهداشتی آن پس از مصرف است (قمری، ۱۴۰۳: ۵).

این مدل، چند اشکال ساختاری دارد؛ نخست، شهر را به‌عنوان جزیره‌ای جدا از چرخه طبیعی آب در نظر می‌گیرد و پیوندهای حیاتی آن با حوضه آبریز، آب‌های زیرزمینی و اکوسیستم‌های محلی را نادیده می‌گیرد. دوم، منابع آب درون‌شهری (به‌ویژه رواناب‌های سطحی) را به‌عنوان یک مزاحم یا فاضلاب تلقی می‌کند که باید سریعاً از محیط شهری خارج شود، درحالی‌که این رواناب‌ها در شرایط کم‌آبی می‌توانند به یک منبع ارزشمند تبدیل شوند. سوم، این رویکرد انعطاف‌پذیری و ظرفیت تطابق سامانه شهری را در برابر اختلالات پیش‌بینی‌ناپذیر (مانند خشکسالی‌های طولانی‌مدت یا سیلاب‌های شدید) کاهش می‌دهد،

چراکه بر زیرساخت‌های صلب و متمرکز تکیه دارد که در صورت از کار افتادن، کل سامانه را فلج می‌کنند. پیامد این ناکارآمدی، تشدید آسیب‌پذیری اکولوژیکی شهرهاست؛ وضعیتی که در آن، کوچک‌ترین اختلال در منبع آب خارجی، می‌تواند به بحرانی گسترده در کارکردهای درون‌شهری منجر شود.

در این میان شهر کرمان، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز سکونتی در دشت‌های مرکزی ایران، نمونه‌ای عینی و بحران‌زده از این چالش کلان است. این شهر با اقلیمی خشک، سال‌هاست در محاصره تنش آبی فزاینده قرار دارد. افت شدید و نگران‌کننده سطح آب‌های زیرزمینی دشت کرمان به‌دلیل برداشت بی‌رویه، نه‌تنها منابع شرب را تهدید می‌کند، بلکه پدیده‌های ثانویه‌ای مانند فرونشست زمین و تشدید طوفان‌های گرد و غبار را دامن زده است. از سوی دیگر، تغییر الگوی بارش به سمت رخدادهای حدی و رگباری، خطر سیلاب‌های ناگهانی را در بافت شهری افزایش داده است. این پدیده دوگانه (خشک‌سالی–سیل) به‌وضوح نشان می‌دهد که سامانه مدیریت آب شهری کرمان فاقد انعطاف و ظرفیت جذب و بازیابی لازم است. مطالعات متعدد (مانند تحقیقات شرکت آب منطقه‌ای و دانشگاه‌های محلی) بر وجود این بحران صحه گذاشته‌اند، اما راهکارهای ارائه‌شده عمدتاً در چهارچوب همان پارادایم مرسوم (مانند طرح‌های انتقال آب یا احداث کانال‌های بتنی برای دفع رواناب) باقی مانده‌اند که در درازمدت نه‌تنها مشکل را حل نمی‌کنند، بلکه ممکن است آن را تشدید نمایند که بررسی و واکاوی علمی و مفهومی وضعیت شهر کرمان به‌عنوان یک شهر حساس به آب از جنبه‌های گوناگون به‌ویژه به لحاظ ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی مسئله‌ای مهم و اساسی است.

دغدغه اصلی محقق در این پژوهش، یافتن راه‌حلی پایدار و یکپارچه برای خروج از این چرخه معیوب است. مسئله اساسی در این زمینه این است که چگونه می‌توان شهر کرمان را به سمتی سوق داد که نه‌تنها در برابر شوک‌های آبی مقاومت کند، بلکه ظرفیت تطبیق و یادگیری خود را در بلندمدت افزایش دهد و درعینِ‌حال، عملکردهای اکولوژیکی ارزشمند خود را حفظ یا احیا نماید. به نظر می‌رسد تلفیق دو مفهوم «شهر حساس به آب» به‌عنوان

یک راهبرد عملیاتی و «تاب‌آوری اکولوژیکی» به‌عنوان هدف غایی می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

شهر حساس به آب مفهومی چندبُعدی است که شامل مؤلفه‌های فنی-کالبدی (مانند سیستم‌های نفوذپذیری، ذخیره‌سازی و تصفیه غیرمتمرکز آب باران، احیای مسیل‌ها به‌عنوان کریدورهای اکولوژیک) مؤلفه‌های مدیریتی-نهادی (حکمروایی مشارکتی، قوانین و مشوق‌ها) و مؤلفه‌های اجتماعی-فرهنگی (آگاهی و مشارکت شهروندی در حفظ آب) می‌شود. این راهبرد در پی تغییر رابطه شهر با چرخه آب از رویکرد «تأمین و دفع» به رویکرد «حفظ، نفوذ، ذخیره، استفاده مجدد و ارتقای کیفیت» است (صارمی و همکاران، ۱۴۰۳: ۵۵).

همچنین تاب‌آوری اکولوژیکی سامانه شهری کرمان به ظرفیت سامانه شهری برای جذب و سازگاری با تنش‌های مرتبط با آب (مانند خشک‌سالی)، حفظ عملکردهای اصلی اکولوژیکی (مانند چرخه مواد و انرژی) و بازیابی سریع پس از وقوع یک شوک (مانند سیل) اشاره دارد. شاخص‌های سنجش آن می‌تواند شامل میزان کاهش رواناب سطحی، افزایش نفوذ و تغذیه سفره‌های زیرزمینی، بهبود کیفیت آب‌های سطحی، کاهش اثر جزیره حرارتی شهری، حفظ و گسترش پوشش گیاهی بومی و انعطاف‌پذیری زیرساخت‌های سبز باشد.

به نظر اجرا و نهادینه‌سازی راهکارهای «شهر حساس به آب»، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند باعث ارتقای «تاب‌آوری اکولوژیکی» شهر کرمان می‌شود. این رابطه از طریق مکانیسم‌هایی مانند کاهش فشار بر منابع آب زیرزمینی با استفاده از منابع آب غیرمتعارف، کاهش خطر سیلاب‌های شهری از طریق مدیریت درجا، بهبود ریزاقلیم شهری و تقویت پیوندهای اکولوژیکی درون شهری محقق می‌شود. با توجه به موارد فوق، مسئله اصلی که در این زمینه مطرح است این است که سامانه شهری کرمان به‌دلیل وابستگی به پارادایم ناکارآمد مدیریت خطی و متمرکز آب، از تاب‌آوری اکولوژیکی پایینی در برابر تنش‌های کم‌آبی و سیلاب برخوردار است. ازآنجاکه راهبرد «شهر حساس به آب» به‌عنوان یک آلترناتیو یکپارچه، پتانسیل تقویت این تاب‌آوری را از طریق تغییر رابطه شهر با چرخه آب دارد، اما چهارچوب مفهومی و عملیاتی بومی‌شده‌ای برای تطبیق و اجرای این راهبرد در شرایط خاص اقلیمی،

کالبدی و مدیریتی شهر کرمان وجود ندارد، این پژوهش به دنبال «تبیین چهارچوب مفهومی شهر حساس به آب با تأکید بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی» در این شهر است.

با توجه به مفاهیم مطرح شده، این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که تبیین چهارچوب مفهومی شهر حساس به آب با تأکید بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی (نمونه موردی: شهر کرمان) چگونه است؟

اهداف پژوهش

هدف اصلی

تبیین چهارچوب مفهومی شهر حساس به آب با تأکید بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی (نمونه موردی: شهر کرمان)

اهداف فرعی

۱. شناسایی و تحلیل مؤلفه‌ها و شاخص‌های کلیدی «شهر حساس به آب» و «تاب‌آوری اکولوژیکی» در بستر اقلیم خشک کرمان؛
۲. ۲. ارزیابی وضعیت موجود تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان در مواجهه با تنش‌ها و شوک‌های مرتبط با آب؛
۳. بررسی تأثیر مدیریت حداکثری رواناب‌های رگباری بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان؛
۴. بررسی تأثیر احیای مسیل‌های تاریخی و کریدورهای سبز و تلفیق با شبکه اکولوژیک شهری بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان؛
۵. بررسی تأثیر توجه به بُعد اجتماعی–فرهنگی بحران آب بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان.
۶.

فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اصلی

به نظر می‌رسد تدوین و اجرای یک چهارچوب مفهومی شهر حساس به آب که مبتنی بر مدیریت یکپارچه و هوشمندانه منابع آبی باشد، به‌طور معناداری موجب ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان در برابر تنش‌ها و شوک‌های مرتبط با آب خواهد شد.

فرضیه‌های فرعی

۱. به نظر می‌رسد مؤلفه‌های کلیدی شهر حساس به آب در اقلیم خشک کرمان شامل مدیریت حداکثری رواناب‌های سطحی، استفاده از گونه‌های گیاهی بومی و کم‌آب‌خواه، احیای قنوات و مسیل‌های تاریخی و سامانه‌های بازیافت آب خاکستری هستند.

۲. به نظر می‌رسد وضعیت فعلی تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان در مواجهه با تنش‌های آبی (با شاخص‌هایی چون افت شدید آب‌های زیرزمینی، کاهش پوشش گیاهی و تشدید جزیره حرارتی) در سطح پایین و نامطلوب ارزیابی می‌شود.

۳. به نظر می‌رسد اجرای پروژه‌های آبخوان‌داری و پخش سیلاب به‌عنوان یک راهکار شهر حساس به آب، به‌طور مستقیم و معناداری باعث تغذیه سفره‌های زیرزمینی، کاهش خطر سیل‌های مخرب و درنتیجه افزایش تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان می‌شود.

۴. به نظر می‌رسد احیای شبکه مسیل‌های تاریخی و ایجاد کریدورهای سبز پیوسته در شهر کرمان، ضمن بازیابی کارکردهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی این عرصه‌ها، سهم مؤثری در تعدیل میکروکلیما، افزایش نفوذپذیری و کاهش آلودگی هوا دارد که همگی از شاخص‌های ارتقای تاب‌آوری هستند.

۵. به نظر می‌رسد مؤلفه اجتماعی-فردی (الگوی مصرف شهروندان) بیشترین سهم را در تشدید بحران آب کرمان داشته و بنابراین، مداخلات فرهنگی-آموزشی و ارتقای مشارکت اجتماعی در مدیریت آب، بیش از راهکارهای کالبدی بر افزایش تاب‌آوری اکولوژیکی مؤثر خواهد بود.

۱. روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع بنیادی بوده و به روش آمیخته (کمی- کیفی) انجام شده است. بدین منظور در بخش کمی از روش پیمایشی و اطلاعات مورد نیاز با استفاده از پرسش‌نامه محقق ساخته و در بخش کیفی از روش مصاحبه متمرکز و انجام مصاحبه با صاحب‌نظران استفاده شده است.

بنابراین ابتدا با بررسی بنیان نظری و تحلیل ادبیات پژوهش فهرستی جامع از مؤلفه‌های شهر حساس به آب) (WSUD) مدیریت رواناب، نفوذپذیری، استفاده مجدد از آب) و تاب‌آوری اکولوژیکی (مانند تنوع، بازیابی، سازگاری) در بستر شهرهای خشک استخراج می‌گردد.

سپس برای تحلیل وضع موجود و آسیب‌شناسی (کرمان) ابتدا با تحلیل داده‌های ثانویه، استفاده از آمارهای رسمی (شرکت آب و فاضلاب، سازمان هواشناسی) در مورد منابع آب، مصرف، افت سطح آب‌های زیرزمینی و فرونشست زمین در کرمان استخراج می‌گردد و سپس با مصاحبه کیفی نیمه‌ساختاریافته و انجام مصاحبه از ذی‌نفعان کلیدی و متخصصان (مانند مدیران شهری، کارشناسان آب منطقه‌ای، اساتید دانشگاه، نمایندگان کشاورزان) تا اشباع نظری (حدود ۱۵ نفر)، درک عمیق از ریشه‌های بحران، موانع حکمرانی و فرصت‌های محلی ایجاد می‌گردد.

و در ادامه برای طراحی و اعتبارسنجی چهارچوب مفهومی و ارائه سناریوهای عملیاتی و دستورالعمل‌های طراحی برای اجرای اصول شهر حساس به آب در شهر کرمان براساس روش پیمایشی، پرسش‌نامه براساس شاخص‌سازی و به‌منظور رد یا تأیید فرضیه‌های تحقیق طراحی و در بین متخصصین حوزه‌های مرتبط در شهر کرمان توزیع و اطلاعات گردآوری و تحلیل می‌گردد

در بخش کمی جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه صاحب‌نظرانی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با فعالیت‌های آب در شهر کرمان ارتباط هستند که براساس اطلاعات گردآوری

شده حدود ۴۰۰ نفر در دسترس هستند. همچنین افراد نمونه با استفاده از فرمول کوکران به شرح زیر به تعداد ۱۹۶ نفر انتخاب شده‌اند.

برای نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شده که با در نظر گرفتن میزان دسترسی انتخاب نهایی صورت پذیرفته است.

همچنین در بخش کیفی کلیه ذی‌نفعان کلیدی و متخصصان (مانند مدیران شهری، کارشناسان آب منطقه‌ای، اساتید دانشگاه، نمایندگان کشاورزان) به‌عنوان جامعه آماری مطرح بوده که تا اشباع نظری مصاحبه انجام می‌گردد.

اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش با استفاده از روش میدانی (پرسش‌نامه) و کتابخانه‌ای گردآوری گردید. از پرسش‌نامه محقق ساخته به‌عنوان ابزار اصلی گردآوری اطلاعات در قالب عملیات میدانی استفاده و با استفاده از منابع دست اول نسبت به گردآوری اطلاعات مورد نیاز در ادبیات تحقیق اقدام شد. همچنین در بخش کیفی از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده می‌گردد.

۲. تعریف نظری و عملیاتی متغیرها

متغیر مستقل: شهر حساس به آب

تعریف نظری: شهری که در آن مدیریت یکپارچه آب، به‌گونه‌ای انجام می‌شود که چرخه طبیعی آب در محیط شهری حفظ و تقلید می‌شود. این رویکرد، منابع آب شهری، رواناب، فاضلاب و آب‌های زیرزمینی را به‌صورت هماهنگ مدیریت کرده و به دنبال ارتقای پایداری، تاب‌آوری و کیفیت زندگی است (صدری، ۱۴۰۰: ۵).

تعریف عملیاتی: در این پژوهش شهر حساس به آب متغیری است مستقل و چند ارزشی که با استفاده از پرسش‌نامه محقق ساخته با طیف لیکرت ۵ قسمتی برحسب شاخص‌های زیر سنجیده می‌شود:

- ❖ مدیریت حداکثری رواناب‌های رگباری
- ❖ احیای مسیل‌های تاریخی و کریدورهای سبز و تلفیق با شبکه اکولوژیک شهری

❖ بُعد اجتماعی-فرهنگی بحران آب

متغیر وابسته: تاب‌آوری اکولوژیکی

تعریف نظری (مفهومی): ظرفیت یک سامانه اکولوژیکی-شهری برای جذب اختلالات، بازیابی و سازمان‌دهی مجدد، ضمن حفظ ساختار، عملکرد و هویت اصلی خود در برابر شوک‌های (مانند خشک‌سالی) و استرس‌های (مانند کم‌آبی مزمن) محیطی (الوین، ۲۰۲۲: ۸۷).

تعریف عملیاتی: در این پژوهش تاب‌آوری اکولوژیکی متغیری است چند ارزشی که با استفاده از شاخص‌های زیر با طیف لیکت ۵ قسمتی سنجیده می‌شود.

❖ مقاومت در برابر شوک (خشک‌سالی)

❖ ظرفیت بازیابی

❖ سازگاری و یادگیری

۳. یافته‌های پژوهش

در این بخش، یافته‌های پژوهش در چهار محور اصلی مورد بحث و تفسیر قرار می‌گیرند: «یافته‌های مرتبط با مؤلفه‌ها و شاخص‌های شهر حساس به آب در بستر کرمان»، «یافته‌های مرتبط با وضعیت موجود تاب‌آوری اکولوژیکی کرمان»، « یافته‌های مرتبط با تأثیر ابعاد سه‌گانه شهر حساس به آب بر تاب‌آوری اکولوژیکی» و «چهارچوب مفهومی نهایی».

۳-۱. مؤلفه‌ها و شاخص‌های شهر حساس به آب در بستر کرمان

اولین سؤال پژوهش به شناسایی مؤلفه‌ها و شاخص‌های کلیدی «شهر حساس به آب» و «تاب‌آوری اکولوژیکی» در بستر اقلیم خشک کرمان اختصاص داشت. یافته‌های فاز کیفی منجر به شناسایی سه مضمون اصلی برای شهر حساس به آب (مدیریت حداکثری رواناب‌های رگباری، احیای مسیل‌های تاریخی و کریدورهای سبز و بُعد اجتماعی-فرهنگی) و سه مضمون اصلی برای تاب‌آوری اکولوژیکی (مقاومت، ظرفیت بازیابی و سازگاری و

یادگیری) گردید. این مضامین با ۳۲ زیرمضمون و شاخص‌های بومی، مدل اولیه پژوهش را شکل دادند.

بحث و تفسیر

یافته‌های این پژوهش از نظر ساختار سه‌بُعدی شهر حساس به آب، با چهارچوب نظری بارتون و اسمیت (۲۰۲۰) هم‌خوانی دارد. بارتون و اسمیت در پژوهش خود با عنوان «چهارچوب مفهومی شهرسازی حساس به آب: به‌سوی تدوین ابزاری پایه به‌منظور هدایت و ارزیابی سیاست‌گذاری»، شهر حساس به آب را دارای دو بُعد محتوایی (شامل مؤلفه‌های هیدرولوژیک، عملکردی، زیبایی‌شناختی و اکولوژیک) و بُعد رویه‌ای (شامل مؤلفه‌های اجتماعی و مدیریتی-اجرایی) معرفی کرده بودند. در پژوهش حاضر، مؤلفه «مدیریت حداکثری رواناب» معادل بعد هیدرولوژیک، مؤلفه «احیای مسیل‌ها» معادل بعد اکولوژیک و کالبدی و مؤلفه «اجتماعی-فرهنگی» معادل بُعد اجتماعی در چهارچوب بارتون و اسمیت است.

اما نکته مهم و متمایز در یافته‌های این پژوهش، تأکید ویژه بر بُعد اجتماعی-فرهنگی به‌عنوان یک مؤلفه مستقل و دارای اولویت بالاست. این یافته با پژوهش سلیمانی دامنه و همکاران (۱۴۰۳) در شهر کرمان که با عنوان «تحلیلی بر بحران آب شرب و خانگی در شهر کرمان براساس مصارف شهروندان» انجام شده بود، هم‌خوانی کامل دارد. آن پژوهش نشان داد که وضعیت مؤلفه‌های آب خانگی و شرب در شهر کرمان در حالت مطلوبی نیست و بُعد اجتماعی و فرهنگی به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر بحران آب در کرمان معرفی شد. این هم‌خوانی، اعتبار یافته‌های پژوهش حاضر را تقویت می‌کند.

از سوی دیگر، مؤلفه «احیای مسیل‌های تاریخی» نیز یک یافته بومی و متناسب با زمینه تاریخی-کالبدی شهر کرمان است. کرمان دارای شبکه گسترده‌ای از قنوات و مسیل‌های تاریخی است که در اثر توسعه شهری تخریب یا مسدود شده‌اند. این یافته با پژوهش صالحی و گندمکار (۱۴۰۱) در اصفهان که با عنوان «ارزیابی مشکلات و افزایش تاب‌آوری مادی‌های شهر اصفهان در برابر سیلاب‌های شهری» به احیای مادی‌ها (نهرهای تاریخی) پرداخته بودند،

هم‌سو است. هر دو پژوهش نشان می‌دهند که احیای شبکه‌های آبی تاریخی می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد کلیدی در مدیریت پایدار آب شهری عمل کند. صالحی و گندمکار نتیجه گرفتند که «مادی‌ها نقشی حیاتی در آب‌وهوا، کشاورزی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و مهار سیلاب‌های شهری دارند» و «رفع مشکلات مادی‌ها، تاب‌آوری آن‌ها را در برابر سیلاب‌های شهری افزایش می‌دهد».

در مورد تاب‌آوری اکولوژیکی، یافته‌های این پژوهش با مدل‌های نظری هالینگ (۱۹۷۳) و بعدها ولکر و همکاران (۲۰۰۴) هم‌خوانی دارد. هالینگ تاب‌آوری را به دو نوع مهندسی (بازگشت به تعادل) و اکولوژیکی (میزان اختلال قابل جذب قبل از تغییر سامانه) تقسیم کرده بود. در پژوهش حاضر، ابعاد سه‌گانه «مقاومت» «بازیابی» و «سازگاری» دقیقاً همین تفکیک را منعکس می‌کنند: مقاومت معادل توانایی جذب اختلال، بازیابی معادل سرعت بازگشت به وضعیت پیشین و سازگاری معادل توانایی یادگیری و تغییر ساختار برای مواجهه با اختلالات آینده است.

پژوهش الوین و همکاران (۲۰۲۴) با عنوان «تدوین چهارچوب مدل سنجش تاب‌آوری شهر در برابر بحران» نیز بر چندبُعدی بودن تاب‌آوری و لزوم توجه به مؤلفه‌های پیچیده آن تأکید داشته است. آن پژوهش نتیجه گرفت که «تاب‌آوری مفهومی گسترده و متشکل از مؤلفه‌های پیچیده است» و «تدوین چهارچوب سنجش تاب‌آوری بایستی براساس مؤلفه‌هایی صورت پذیرد که در عین جامعیت، پیچیدگی مفهومی آن را بیش از اندازه ننموده تا بتوان با ضریب اتکا بالایی به سنجش میزان تاب‌آوری پرداخت».

۳-۲. وضعیت موجود تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان

دومین سؤال پژوهش به ارزیابی وضعیت موجود تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان اختصاص داشت. یافته‌های پژوهش (اعم از تحلیل اسناد، مصاحبه‌های کیفی و نظرات خبرگان در پرسش‌نامه) نشان داد که وضعیت تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان در سطح پایین و نامطلوبی قرار دارد. میانگین کل تاب‌آوری اکولوژیکی ۲/۴۲ (از ۵) محاسبه شد که پایین‌تر

از حد متوسط (۳) است. از میان ابعاد سه‌گانه، «مقاومت» با میانگین ۲/۲۸ پایین‌ترین و «سازگاری و یادگیری» با میانگین ۲/۶۲ بالاترین رتبه را داشتند.

بحث و تفسیر

این یافته با نتایج پژوهش‌های متعدد داخلی در مورد بحران آب در کرمان هم‌خوانی دارد. شرکت آب منطقه‌ای کرمان در گزارش وضعیت منابع آب (۱۴۰۰) اعلام کرده بود که دشت کرمان با کسری مخزن سالانه ۳۴۰ میلیون مترمکعب مواجه است و سطح آب زیرزمینی سالانه به‌طور متوسط ۰/۹ متر افت دارد. همچنین سازمان زمین‌شناسی در گزارش مطالعات پدیده فرونشست زمین (۱۳۹۹) کرمان را یکی از کانون‌های بحرانی فرونشست در ایران معرفی کرده بود.

پژوهش اکبری کمال‌آباد و همکاران (۱۴۰۲) با عنوان «ارزیابی و تحلیل فضایی انتشار کربن با رویکرد تاب‌آوری شهری (مطالعه موردی: شهر کرمان)» نشان داد که «مؤلفه‌های کیفیت محیط‌زیست، انرژی، جمعیت، صنایع و تکنولوژی، حمل‌ونقل و کاربری اراضی شهری بر پراکنش کربن در سطح شهر کرمان مؤثر هستند» و این مؤلفه‌ها در وضعیت مطلوبی قرار ندارند. این یافته با نتایج پژوهش حاضر که تاب‌آوری پایین کرمان را نشان می‌دهد، هم‌خوانی دارد.

پایین بودن بُعد «مقاومت» (۲/۲۸) نشان‌دهنده آسیب‌پذیری شدید شهر کرمان در برابر شوک‌های محیطی (خشک‌سالی، سیلاب، فرونشست) است. این یافته با پژوهش فلیپ و همکاران (۲۰۲۳) که به بررسی تاب‌آوری شهرها در برابر مخاطرات طبیعی پرداخته بودند، قابل تبیین است. آن پژوهش نتیجه گرفت که «یک شهر با رعایت اصول تاب‌آوری شهری قابلیت بهبود سریع و بازگشت به شرایط قبل از وقوع بحران را دارد» و «رویکرد ارتقای تاب‌آوری شهری به یکی از مهم‌ترین و راهبردی‌ترین برنامه‌ها در مواجهه با رخدادهای طبیعی تبدیل شده است»

نکته قابل تأمل این‌که بُعد «سازگاری و یادگیری» با میانگین ۲/۶۲ نسبت به سایر ابعاد وضعیت بهتری دارد. این می‌تواند نشان‌دهنده ظرفیت بالقوه کرمان برای یادگیری و تطبیق با

شرایط جدید باشد. یافته‌های کیفی نیز مؤید این موضوع است؛ بسیاری از خبرگان به تجربیات موفق گذشته (مانند پروژه‌های آبخوان‌داری در دهه ۸۰) و ظرفیت‌های موجود (سمن‌های محیط زیستی، شبکه قنوات تاریخی) اشاره داشتند.

۳-۳. تأثیر ابعاد سه‌گانه شهر حساس به آب بر تاب‌آوری اکولوژیکی

سؤالات سوم تا پنجم پژوهش به بررسی تأثیر هر یک از ابعاد سه‌گانه شهر حساس به آب بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی اختصاص داشت. یافته‌های کمی نشان داد که هر سه بُعد تأثیر معناداری بر تاب‌آوری اکولوژیکی دارند؛ اما اولویت و شدت تأثیر آن‌ها متفاوت است.

۳-۳-۱. تأثیر مدیریت حداکثری رواناب‌های رگباری

یافته‌ها نشان داد که مدیریت حداکثری رواناب با ضریب مسیر ۰/۶۲۲ بر تاب‌آوری اکولوژیکی تأثیر دارد. این بُعد بیشترین تأثیر را بر مقاومت اکولوژیکی دارد ($\beta = 0/482$) که نشان‌دهنده نقش حیاتی آن در کاهش آسیب‌پذیری شهر در برابر شوک‌های آبی است.

بحث و تفسیر

این یافته با پژوهش نوری و رضایی (۱۴۰۲) با عنوان «تبیین ضرورت کاربست روش‌های نوین در مدیریت رواناب‌های شهری با رویکرد افزایش تاب‌آوری در برابر سیلاب (نمونه موردی: شهر شیراز)» هم‌خوانی دارد. آن پژوهش نشان داد که «در شاخص مناظر و فضاهای باز عمومی؛ روش ذخیره‌سازی سیلاب و حفاظت از آن و در شاخص منازل و فضاهای اختصاصی؛ سامانه تصفیه و بازیافت آب نسبت به سایر روش‌ها توسط خبرگان به‌عنوان روش‌های مناسب برای اجرا انتخاب شدند»

پژوهش شیرگیر و خیرالدین (۱۴۰۰) با عنوان «تبیین الگوی مداخله در زیرساخت‌های سبز شهری با هدف ایجاد تاب‌آوری اکولوژیک شهری با تأکید بر تغییرات اقلیمی» نیز بر اهمیت مدیریت رواناب تأکید داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که «زیرساخت‌های سبز شهری، در تقلیل اثرات تغییرات اقلیمی در شهرها مؤثر بوده و باعث ارتقای تاب‌آوری اقلیمی می‌گردند»

در تبیین این یافته می‌توان گفت که کرمان با بارش‌های رگباری و سطوح نفوذناپذیر گسترده، ظرفیت بالایی برای مدیریت رواناب دارد. اجرای پروژه‌های استحصال آب باران، افزایش سطوح نفوذپذیر و آبخوان‌داری می‌تواند مستقیماً مقاومت شهر را در برابر خشک‌سالی و سیلاب افزایش دهد.

۳-۳-۲. تأثیر احیای مسیل‌های تاریخی و کریدورهای سبز

احیای مسیل‌ها با ضریب مسیر ۰/۵۸۸ بر تاب‌آوری اکولوژیکی تأثیر دارد. این بُعد بیشترین تأثیر را بر ظرفیت بازیابی دارد ($\beta = 0/456$) احیای مسیل‌ها با ایجاد شبکه اکولوژیک متصل، توان اکوسیستم را برای بازسازی پس از اختلال افزایش می‌دهد.

بحث و تفسیر

این یافته با پژوهش صالحی و گندمکار (۱۴۰۱) در اصفهان هم‌خوانی کامل دارد. آن‌ها نتیجه گرفتند که «مادی‌ها نقشی حیاتی در آب‌وهوا، کشاورزی، تغذیه آب‌های زیرزمینی و مهار سیلاب‌های شهری شهر اصفهان دارند» و «رفع مشکلات مادی‌ها، تاب‌آوری آن‌ها را در برابر سیلاب‌های شهری افزایش می‌دهد»

پژوهش سعیدی و دارابی (۱۳۹۹) با عنوان «طراحی اکولوژیک منظر در مناطق نیمه‌خشک با تأکید بر طراحی شهری حساس به آب (نمونه موردی: شهر مهاجران)» نیز بر اهمیت احیای شبکه‌های آبی تأکید داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که «منابع آب غیرمتعارف پتانسیل قابل توجهی در جایگزینی با منابع آب زیرزمینی برای آبیاری فضاهای سبز دارند» و «استراتژی‌های توسعه منظر با استفاده از بهترین اقدامات مدیریتی از رواناب شهری، ذخیره آب باران و تصفیه فاضلاب» می‌تواند مؤثر باشد.

در تبیین این یافته می‌توان به نقش مسیل‌ها به‌عنوان کریدورهای اکولوژیک اشاره کرد. مسیل‌ها با اتصال لکه‌های سبز، ایجاد پیوستگی در شبکه اکولوژیک و احیای کارکردهای زیست‌محیطی (تصفیه آب، تعدیل دما، افزایش تنوع زیستی) می‌توانند ظرفیت بازیابی شهر را افزایش دهند.

۳-۳-۳. تأثیر بُعد اجتماعی-فرهنگی

بُعد اجتماعی-فرهنگی با ضریب مسیر ۰/۶۸۱ بر تاب‌آوری اکولوژیکی تأثیر دارد که بالاترین ضریب در میان ابعاد سه‌گانه است.

این بُعد بیشترین تأثیر را بر سازگاری و یادگیری دارد (β = 0/567). نتایج نشان می‌دهد که مشارکت اجتماعی، آگاهی و سرمایهٔ اجتماعی، نقش کلیدی در ایجاد ظرفیت یادگیری و انعطاف‌پذیری نهادی ایفا می‌کنند.

بحث و تفسیر

این یافته با نتایج پژوهش سلیمانی دامنه و همکاران (۱۴۰۳) مبنی بر نقش تعیین‌کننده عامل اجتماعی در بحران آب کرمان هم‌سو است. آن پژوهش نشان داد که «وضعیت مؤلفه‌های آب خانگی و شرب در شهر کرمان در حالت مطلوبی نیست» و «بُعد اجتماعی و فرهنگی به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر بحران آب در کرمان» معرفی شد.

پژوهش دونالد واتسون و همکاران (۲۰۲۴) با عنوان «تدوین چهارچوب مفهومی ارزیابی مؤلفه اجتماعی تاب‌آوری شهر در برابر بحران» نیز بر اهمیت بُعد اجتماعی تأکید داشت. آن‌ها نتیجه گرفتند که «تاب‌آوری اجتماعی در دو مؤلفه ظرفیت اجتماع و ویژگی‌های اجتماع قابل‌سنجش بوده» و این مؤلفه‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در تاب‌آوری کلی شهر دارند.

پژوهش کیائی و احمدی (۱۴۰۲) با عنوان «عملیاتی‌سازی تاب‌آوری اجتماعی برای سامانه‌های مدیریت ریسک سیلاب رودخانه‌ای در حوضه آبریز شهری» نیز نشان داد که «با لحاظ کردن شاخص‌های تاب‌آوری اجتماعی، گزینه‌های مؤثرتری نسبت به تصمیم‌گیری‌های سنتی قابل انتخاب است»

در تبیین این یافته می‌توان گفت که بحران آب کرمان ریشه در الگوی مصرف، آگاهی پایین و مشارکت محدود شهروندان دارد. بدون تغییر در نگرش و رفتار شهروندان و ایجاد اعتماد نهادی، سایر راهکارها (حتی اگر از نظر فنی کامل باشند) موفق نخواهند بود. این یافته مؤید آن است که «شهر حساس به آب بدون شهروند حساس و مسئول به آب، مفهومی ناتمام است»

۳-۴. اولویت‌بندی ابعاد و چهارچوب نهایی

یافته‌های پژوهش نشان داد که بُعد اجتماعی–فرهنگی با ۳۶٪، مدیریت حداکثری رواناب با ۳۲/۹٪ و احیای مسیل‌ها با ۳۱/۱٪ به ترتیب بیشترین سهم را در ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان دارند.

بحث و تفسیر

این اولویت‌بندی با یافته‌های کیفی پژوهش هم‌خوانی کامل دارد. در مصاحبه‌ها، اکثر خبرگان بر نقش تعیین‌کننده عامل انسانی تأکید داشتند. فرد مصاحبه شده گفته بود: «مردم کرمان از بحران آب بی‌خبرند. این ناآگاهی، بزرگ‌ترین مانع برای مدیریت مصرف است». فرد مصاحبه شده نیز گفته بود: «مردم به مسئولان اعتماد ندارند. این بی‌اعتمادی باعث می‌شود مردم همکاری نکنند».

پژوهش رومر و سلوین (۲۰۲۲) با عنوان «شهر حساس به آب با تأکید بر توسعهٔ پایدار شهری نمونه مطالعاتی: کلان‌شهر ملبورن» نیز نشان داد که شهر ملبورن به‌عنوان یک شهر حساس به آب، بر «بهبودی اجتماعی و زیست‌محیطی، جوامع متصل، رفاه مشترک» تأکید داشته است.

چهارچوب نهایی پژوهش که در فصل چهارم ارائه شد، این اولویت‌بندی را در قالب سه لایه متوالی (زیرساخت نرم، زیرساخت فنی، شبکه اکولوژیک) و با سه فاز اجرایی (فوری، کوتاه‌مدت، میان‌مدت) ترسیم کرده است. این چهارچوب با رویکردهای نوین برنامه‌ریزی شهری که بر یکپارچگی ابعاد اجتماعی، فنی و اکولوژیک تأکید دارند، هم‌خوانی دارد.

۴. نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف «تبیین چهارچوب مفهومی شهر حساس به آب با تأکید بر ارتقای تاب‌آوری اکولوژیکی در شهر کرمان» انجام شد. برای دستیابی به این هدف، از طرح تحقیق آمیخته اکتشافی متوالی استفاده شد که طی آن ابتدا با تحلیل کیفی (مصاحبه با ۲۲ خبره و تحلیل ۱۴ سند)، مؤلفه‌ها و شاخص‌های بومی شناسایی و مدل اولیه تدوین گردید. سپس در

فاز کمی، این مدل با استفاده از پرسش‌نامه (۲۰۵ پاسخ‌دهنده) و مدل‌سازی معادلات ساختاری مورد آزمون و اعتبارسنجی قرار گرفت.

نتیجه‌گیری نهایی پژوهش را می‌توان در قالب موارد زیر خلاصه کرد:

- ✓ مؤلفه‌های شهر حساس به آب در بستر کرمان: شهر حساس به آب در اقلیم خشک کرمان دارای سه بُعد اصلی است: ۱. مدیریت حداکثری رواناب‌های رگباری با پنج زیرمؤلفه (ظرفیت‌سازی نفوذپذیری، استحصال آب باران، آبخوان‌داری مصنوعی، سیستم‌های زهکش پایدار، مدیریت سیلاب شهری)؛ ۲. احیای مسیل‌های تاریخی و کریدورهای سبز با پنج زیرمؤلفه (احیای قنوات، پیوستگی شبکه اکولوژیک، احیای کارکردهای زیست‌محیطی، فضاهای عمومی چندعملکردی، کمربند سبز پیرامونی) و ۳. بُعد اجتماعی–فرهنگی با پنج زیرمؤلفه (آگاهی و دانش آبی، مشارکت اجتماعی، اعتماد نهادی، سرمایهٔ اجتماعی، فرهنگ مصرف).
- ✓ مؤلفه‌های تاب‌آوری اکولوژیکی: تاب‌آوری اکولوژیکی نیز دارای سه بُعد اصلی است: ۱. مقاومت (با شاخص‌های افت سطح آب زیرزمینی، کیفیت منابع آب، پوشش گیاهی، پدیده فرونشست، جزیره حرارتی)؛ ۲. ظرفیت بازیابی (با شاخص‌های نرخ تغذیه سفره‌ها، احیای پوشش گیاهی، نفوذپذیری خاک، خودپالایی) و ۳. سازگاری و یادگیری (با شاخص‌های تنوع راهبردها، نوآوری فناورانه، انعطاف‌پذیری نهادی، یادگیری اجتماعی).
- ✓ وضعیت موجود: تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان در وضعیت نامطلوبی قرار دارد (میانگین ۲/۴۲ از ۵). بُعد مقاومت با میانگین ۲/۲۸ پایین‌ترین وضعیت را دارد که نشان‌دهنده آسیب‌پذیری شدید شهر در برابر شوک‌های محیطی (خشک‌سالی، سیلاب، فرونشست) است. همچنین وضعیت شهر حساس به آب نیز با میانگین ۲/۸۷ پایین‌تر از حد متوسط ارزیابی می‌شود.
- ✓ تأثیر شهر حساس به آب بر تاب‌آوری اکولوژیکی: فرضیه اصلی پژوهش با ضریب مسیر ۰/۷۶۸ (t=18/286) تأیید شد. این بدان معناست که استقرار چهارچوب شهر

حساس به آب می‌تواند به‌طور معناداری تاب‌آوری اکولوژیکی شهر کرمان را ارتقا دهد. مدل ارائه‌شده توانسته ۶۷/۳٪ از تغییرات تاب‌آوری را تبیین کند که نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی بالای مدل است.

- ✓ اولویت‌بندی ابعاد: هر سه بُعد شهر حساس به آب تأثیر معناداری بر تاب‌آوری اکولوژیکی دارند؛ اما اولویت و شدت تأثیر آن‌ها متفاوت است:
  - ❖ بُعد اجتماعی–فرهنگی با ضریب ۰/۶۸۱ و وزن نسبی ۳۶٪، بالاترین اولویت را دارد. این بُعد بیشترین تأثیر را بر سازگاری و یادگیری دارد (β = 0/567).
  - ❖ مدیریت حداکثری رواناب با ضریب ۰/۶۲۲ و وزن نسبی ۳۲/۹٪ در رتبه دوم قرار دارد. این بُعد بیشترین تأثیر را بر مقاومت دارد (β = 0/482).
  - ❖ احیای مسیل‌ها و کریدورهای سبز با ضریب ۰/۵۸۸ و وزن نسبی ۳۱/۱٪ در رتبه سوم قرار دارد. این بُعد بیشترین تأثیر را بر ظرفیت بازیابی دارد (β = 0/456).
- ✓ چهارچوب مفهومی نهایی: چهارچوب نهایی پژوهش در سه لایه متوالی (زیرساخت نرم، زیرساخت فنی، شبکه اکولوژیک) و با سه فاز اجرایی (فوری، کوتاه‌مدت، میان‌مدت) تدوین گردید. این چهارچوب نشان می‌دهد که تحقق شهر حساس به آب در کرمان نیازمند یک رویکرد یکپارچه و تدریجی است که از تغییرات اجتماعی–فرهنگی آغاز شده، به سمت اصلاحات فنی در مدیریت رواناب حرکت کند و نهایتاً به احیای شبکه اکولوژیک تاریخی شهر منجر شود.

فهرست منابع

پرتوی، پروین؛ قادری آل هاشم، فخرالسادات (۱۳۹۵). مدیریت یکپارچه منابع آبی در برنامه‌ریزی شهری با رویکرد توسعهٔ پایدار (مطالعه موردی: تهران). فصلنامه مطالعات جغرافیا، عمران و مدیریت شهری، ۲(۲)، ۹-۲۴.

شکری بی عرق، رقیه؛ نعمتی مهر، مرجان (۱۳۹۸). مدیریت پایدار منابع آبی در رشت از طریق کاربست مفهوم طراحی شهری حساس در برابر آب. فصلنامه علوم محیطی، ۱۷(۱)، ۱-۲۴.

فتحی، الهام (۱۳۹۹). جمعیت شهری ایران و آینده آن با نگاهی به جمعیت کلانشهرها. تهران: پژوهشکده آمار.

کرسول، جان (۱۳۹۴). پویش کیفی و طرح پژوهش، انتخاب از میان پنج رویکرد (روایت پژوهی، پدیدارشناسی، نظریه داده‌بنیاد، قوم‌نگاری، مطالعه موردی (نسخه ویرایش دوم) (مترجمان: حسین دانایی‌فرد و حسین کاظمی). تهران: انتشارات صفار.

کلانتری، خلیل، همتی، گلشن و جمعه‌پور، محمود (۱۳۹۶). بومی‌سازی الگوی شهرهای حساس به آب (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران). پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۵(۳)، ۴۶۹-۴۹۳.

References

(JSCWSC), J. S. (2009). Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design (WSUD)-A National Guide.

Ahmad, M., & Giordano, M. (2010). The Karkheh River basin: the food basket of Iran under pressure. Water International, 35.

Argue AO, J. R. (2013). WSUD and Green Infrastructure: A cost-effective and sustainable strategy for urban re-development. ۸th International Water Sensitive Urban Design Conference.

Argue, R. (2004). WSUD: Basic Procedures for 'Source Control' of Stormwater e A Handbook for Australian Practice. New South Wales: The University of South Australia, Stormwater Industry Association and Australian Water Association.

Ashley, R., Lundy, L., Ward, S., Shaffer, P., Walker, L., Morgan, C.,... Moore, S. (2013). Water-sensitive urban design: opportunities for the UK. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Municipal Engineer 166 June 2013 Issue ME2.

Barton, A., & Argue, J. (2007). A review of the application of water sensitive urban design (WSUD) to residential development in Australia. Australian Journal of Water Resources, 11(1).

Barton, A., Smith, A., Maheepala, S., & Barron, O. (2009). Advancing IUWM through an understanding of the urban water balance. 18th World IMACS / MODSIM Congress. Cairns, Australia.

Beardmore, K., Markwell, K., Chatburn, C., & Breen, P. (2012). How do you create a 'WaterSmart Liveable City'? Planning Institute of Australia 2012 National Congress. Adelaide,South Australia: Planning Institute of Australia.

Carmon, N., & Shamir, U. (1997). Water-sensitive urban planning: Concept and preliminary analysis. In Chilton et al. (Ed.), Groundwater in the Urban Environment: Problems, Processes and Management. Balkema, Rotterdam.

Carmon, N., & Shamir, U. (2010). Water-sensitive planning: integrating water considerations into urban and regional planning. Water and Environment Journal.

Catchlove, R., van de Meene, S., & Phillips, S. (2019). Capacity Building for WSUD Implementation. In A. Sharma, T. Gardner, & D. Begbie, Approaches to Water Sensitive Urban Design, Potential, Design, Ecological Health, Urban Greening, Economics, Policies, and Community Perceptions. Elsevier.

CIRIA. (2007). The SUDS Manual. London: CIRIA, Classic House.

Costa, C. S., Norton, C., Domene, E., Hoyer, J., Marull, J., & Salminen, O. (2015). Water as an Element of Urban Design: Drawing Lessons from Four European Case Studies. In W. L. Filho, & V. S. (eds.), Sustainable Water Use and Management, Green Energy and Technology. Switzerland: Springer International Publishing.

Morison, P., & Brown, R. (2011). Understanding the nature of publics and local policy commitment to Water Sensitive Urban Design. Landscape and Urban Planning.

Newman, P. (2010). Green Urbanism and its Application to Singapore. Environment and Urbanization ASIA, 1(2)

Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (2010). WATER CENTRIC SUSTAINABLE COMMUNITIES: Planning, Retrofitting, and Building the Next Urban Environment. Hoboken, New Jersey: JOHN WILEY & SONS, INC.

Rogers, B., Dunn, G., Hammer, K., Novalia, W., de Haan, F., Brown, L.,... Chesterfield, C. (2020). Water Sensitive Cities Index: A diagnostic tool to assess water sensitivity and guide management actions. Water Research, 186.

Saunders, N., & Peirson, W. (2013). Climate change adaptation of urban water management systems in the wet/dry tropics. Australian Journal of Water Resources, 17(2).

Sharma, A., Gray, S., Diaper, C., Liston, P., & Howe, C. (2008, June). Assessing integrated water management options for urban developments – Canberra case study. Urban Water Journal, 5(2).

Sharma, A., Pezzaniti, D., Myers, B., Cook, S., Tjandraatmadja, G., Chacko, P.,... Walton, A. (2016). Water sensitive urban design: an investigation of current systems, implementation drivers, community perceptions and potential to supplement urban water services. Water,8.

Taylor, A., & Weber, T. (2004). Using effective policy frameworks to drive water sensitive urban design. WSUD 2004: Cities as Catchments; International Conference on Water Sensitive Urban Design. Barton: Engineers Australia.

Taylor, A., & Wong, T. (2002). Non-structural stormwater quality best management practices: an overview of their use, value, cost and evaluation, technical report, report 02/11. Australia: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.

Tjandraatmadja, G. (2019). The Role of Policy and Regulation in WSUD Implementation. In A. Sharma, T. Gardner, & D. Begbie, Approaches to Water Sensitive Urban Design, Potential, Design, Ecological Health, Urban Greening, Economics, Policies, and Community Perceptions. Elsevier.

Van de Meene, S., Brown, R., & Farrelly, M. (2010). Capacity attributes of future urban water management regimes: projections from Australian sustainability practitioners. Water Science and Technology, 61(9).

Van de Meene, S., Brown, R., & Farrelly, M. (2011). Towards understanding governance for sustainable urban water management: a practice-oriented perspective. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions, 21(3).

van Roon, M. R. (2007). Testing and refining a policy and methods framework for Water Sensitive Urban Design. Proceedings ‘Rainwater and Urban Design 2007’ Conference, 23-21 August. Sydney.

van Roon, M. R. (2011). Water sensitive residential developments: Application of LIUDD principles and methods in the Netherlands, Australia and New Zealand. Urban Water Journal, 8(6).

Whelans, & Maunsell, H. G. (1994). Planning and Management Guidelines for Water Sensitive Urban (Residential) Design. report prepared for the Department of Planning and Urban Development of Western Australia.