

تحقق امنیت آبی در سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری (مطالعه موردی شهر یزد)

مهدی یزدیان^۱، مهجبین ردایی^{۲*}، حسین زکی زاده^۳

۱- مدیر گروه عمران دانشگاه علم و هنر یزد، ایران

۲- مدرس گروه عمران، دانشگاه علم و هنر یزد، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه علم و هنر یزد، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: m.radaei@ut.ac.ir شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۲۵۸۸۹۶۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۸

چکیده

آب به عنوان مهم‌ترین عنصر حیات است که در پیدایش تمدن‌های بشری و ساخت شهرها، نقشی بنیادین ایفا می‌کند. امروزه تأمین امنیت آبی به عنوان یک چالش ضروری شناخته شده است. بر اساس دیدگاه سیستمی، امنیت آبی مکانیزمی پیچیده و پویا است که در آن فرایندهای اجتماعی و اکولوژیک در تعامل با یکدیگر بوده و همراه با شناخت چرخه‌های بازخورد، پاسخ‌های فعالانه‌ای برای تأمین نیازهای انسانی مطرح می‌نماید. هدف مطالعه حاضر تبیین امنیت آبی با توجه به دیدگاه سیستمی و یکپارچه، استنتاج سطوح تحلیلی امنیت آبی و ارائه مدل مفهومی قابلیت سازه‌های تاریخی شهرهای کویری در تأمین امنیت آبی است. این مطالعه یک بررسی استنتاجی-تطبیقی است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی اسناد و مدارک است. نتایج حاصل از مدل تطبیقی تهیه شده حاکی از آن است که، کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری (اقتصادی-اجتماعی-فرهنگی-اکولوژیک) با سطوح تحلیلی امنیت آبی (امنیت اجتماعی آب، امنیت اقتصادی آب، امنیت محیط زیستی آب، امنیت شهری آب، تاب‌آوری در مقابل بحران‌ها) هم راستا می‌باشد. به عبارتی این سازه‌های آبی برای قرن‌ها تأمین‌کننده امنیت آبی در تمامی سطوح آن برای ساکنین شهرهای کویری بودند و بازآفرینی مفاهیم و ارزش‌های نهفته در آن ضرورتی انکارناپذیر است.

کلمات کلیدی

"امنیت آبی"، "دیدگاه سیستمی"، "سازه‌های آبی تاریخی"، "شهرهای کویری"

Realization of water security in historic hydraulic structures of desert cities (Case Study of Yazd Desert City)

Abstract

Water is the most important element of life that plays a fundamental role in the emergence of human civilizations and the construction of cities. Today, security of water is recognized as an essential challenge. According to a systemic approach, water security is a complex and dynamic mechanism in which social and ecological processes interact with each other and, along with the recognition of feedback cycles, present reactive responses to human needs. The purpose of the present study is to explain the water security based on the systemic and integrated viewpoint, infer the analytical levels of water security, and present the conceptual model of the capability of the historic structures of desert cities in providing water security. This is an inferential-comparative study. Data collection tools are library studies and review of documents. The results of the developed comparative model indicate that the functions of the historic hydraulic structures of desert cities (economic-social-cultural-ecological) are in line with the analytical levels of water security (social security of water, economic security of water, environmental safety of water, urban security of water, and resilience to crises).

Keywords

"Water Security", "Systemic Approach", "Historic Hydraulic Structures", "Desert Cities".

۱- مقدمه

آب به عنوان مهم‌ترین عنصر حیات است که در پیدایش تمدن‌های بشری و ساخت شهرها نقشی بنیادین ایفا می‌کند. جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ بالغ بر ۹/۱ میلیارد نفر خواهد بود که از این مقدار ۶۹٪ شهرنشین هستند. هم اکنون ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به آب سالم دسترسی ندارند و ۲/۵ میلیارد نفر از بهداشت مناسب محروم هستند. تغییر اقلیم اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر کل چرخه هیدرولوژیکی خواهد داشت که منجر به تغییر توزیع مکانی و زمانی منابع آب کشورها، کاهش دسترسی به منابع آب، کاهش تغذیه آبخوان‌ها و کاهش کمیت و کیفیت منابع آب می‌شود. هم اکنون منابع آب زیرزمینی تأمین‌کننده بیش از ۵۰٪ آب شرب و ۴۳٪ از آب بخش کشاورزی جهان می‌باشد. بیش از ۲۰٪ از منابع آب زیرزمینی جهان با اضافه برداشت روبرو است که در صورت عدم تغییر رویه کنونی در الگوی مصرف منابع آب، پیامدهایی چون افت سطح ایستابی آب زیرزمینی، فرو نشست زمین، نفوذ آب شور به آبخوان‌ها در مناطق تحت تأثیر انتظار می‌رود. که همگی دال بر کاهش میزان امنیت آبی کشورها است. بر این اساس یکی از هدف‌گذاری‌های بخش آب جهان تا سال ۲۰۵۰ با دید توسعه پایدار ارتقاء امنیت آبی است (United Nations World Water Development, 2015). لذا تأمین امنیت آبی به عنوان یک چالش ضروری شناخته شده است، به گونه‌ای که عدم توجه مکفی به آن منجر به تهدید زندگی و معیشت میلیاردها نفر می‌شود. بدین منظور تأمین امنیت آبی نیازمند حفاظت از منابع آبی آسیب‌پذیر، کاهش خطرات و اثرات ناشی از بحران‌های آبی نظیر سیلاب و خشکسالی، تضمین دسترسی به خدمات و عملکردهای آبی و ارائه سیستم مدیریت عادلانه و یکپارچه منابع آبی است (UNESCO, 2018).

سرزمین پهناور ایران، به عنوان پایه‌گذار کهن‌ترین مراکز شهرنشینی و تمدن، در باب آبیاری، تأمین آب آشامیدنی و تولید انرژی پیشتاز قافله تمدن بوده است. ایرانیان در هر گوشه از این سرزمین بنا به اقتضای موقعیت جغرافیایی و طبیعت زیست‌بوم دست به ابتکارات در خور توجه زده‌اند (فلامکی، ۱۳۸۴)، تا ضمن سازگاری با شرایط محیطی و ایجاد حداقل تأثیرات منفی بر فاکتورهای محیطی، بهترین شرایط کیفیت زندگی را رقم زنند. نظر به اهمیت مطالعه آثار تاریخی آبی که از گذشته‌های دور توسط نیاکان ما بر جای مانده است و سمبل الگوی رفتاری سازگار با محیط زیست می‌باشد، سوال مطرح در مطالعه پیش رو را می‌توان چنین بیان نمود:

- نقش سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کهن کویری در تأمین امنیت آبی چه بوده است؟

لذا هدف مطالعه پیش رو تبیین امنیت آبی با توجه به یک دیدگاه سیستمی و یکپارچه، استنتاج سطوح تحلیلی امنیت آبی و بررسی قابلیت سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری در تأمین امنیت آبی است. در این پژوهش سعی شده است ضمن بیان مفاهیم امنیت آبی از دیدگاه صاحب‌نظران و تشریح روند تکاملی ویژگی‌های موضوعی امنیت آبی در گذر زمان به جمع‌بندی دیدگاه‌های تحلیلی امنیت آبی پرداخته و طی مدل مفهومی کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری یزد با سطوح تحلیلی امنیت آبی تطبیق داده شود.

۲- مبانی نظری

• امنیت آبی

امنیت آبی اولین بار به عنوان یک چالش سیاسی در اجلاس جهانی آب در سال ۲۰۰۰ در لاهه مطرح شد و از آن زمان در دستور کار سازمان‌های بین‌المللی باقی مانده است (United Nations, 2000; UN Water, 2013; ADB, 2013). مفهوم امنیت آبی در مقیاس‌های مختلف از مقیاس خانگی تا مقیاس جهانی مطرح می‌شود (Lautze and Manthritilake, 2012) که در این مقاله، بر امنیت آب در مقیاس شهری و نقش سازه‌های تاریخی آبی در تأمین امنیت آب در شهر کویری یزد تمرکز شده است. جوهر یک منطقه شهری، تراکم جمعیت بالای آن و وابستگی به منطقه داخلی آن برای تأمین منابع طبیعی است. مناطق بزرگ شهری عموماً قادر به تأمین آب از داخل منطقه شهری نیستند. لذا وابستگی زیادی به منابع آبی نواحی اطراف دارند. این موضوع بخصوص در شهرهای کویری که در مناطق دشتی واقع شده‌اند حاکم است. این شهرها به منظور تأمین مصارف شهری، نیازمند منابع آب از فرادست می‌باشند که به عنوان ردپای آبی خارجی مصارف شهری از آن یاد می‌شود و از طریق زیرساخت‌های آبی محقق می‌گردد (Hoekstra et al., 2011; Hoff et al., 2014). سازمان مشارکت جهانی آب^۱، امنیت آبی را به عنوان هدف اصلی مدیریت منابع آب در نظر می‌گیرد (GWP, 2000). با توجه به تفاوت دیدگاه‌ها، تعاریف مختلفی را در مورد امنیت آب می‌توان متذکر شد. با مرور بر ادبیات موضوع می‌توان به تمرکزهای چندگانه محققین در مورد امنیت آب دست یافت، که در بخش‌های رفاه اقتصادی، عدالت اجتماعی، گام نهادن در مسیر پایداری طولانی مدت و کاهش خطرات مرتبط با آب مطرح می‌شود (جدول ۱)

¹ Global Water Partnership

جدول ۱- مفاهیم امنیت آبی از دیدگاه صاحب نظران و نشست های مختلف

محققین	امنیت آبی
GWP ¹ (2000)	استفاده پایدار و حفاظت از منابع آب، تامین عملکرد آب و دسترسی به خدمات اکوسیستمی آب برای انسان و محیط زیست و حفاظت از خطرات مرتبط با منابع آبی (سیل و خشکسالی)
World Water forum (2000)	امنیت آبی به مفهوم پرداخت به مقوله های تامین نیازهای حیاتی، امنیت غذایی، حفاظت محیط زیست، مشارکت در مدیریت منابع آب، اعمال مدیریت ریسک، ارزش گذاری آب، استقرار حکمرانی آب و نهایتاً اهمیت آب در فعالیت های صنعت، انرژی و شرب را عنوان می کند.
WWAP ² (2001)	این برنامه، چهار شاخص اصلی را به عنوان مؤلفه های امنیت آبی بیان می کند که عبارتند از: تامین آب برای نیاز پایه انسانی، تامین آب برای امنیت تمدنی، تامین آب برای حفظ محیط زیست و تامین آب برای صنعت و انرژی.
Allan (2001)	بانک جهانی تنها نهادی است که امنیت آبی را به صورت کمی عنوان نموده که عبارت است از تامین سالانه ۱ متر مکعب آب شرب و بهداشتی برای شرب فرد، تامین ۱۰۰ متر مکعب آب بهداشتی برای بهداشت فرد و تامین ۱۰۰۰ متر مکعب آب برای تولید کشاورزی، صنعتی و محیط زیستی. لذا از منظر این نهاد تامین ۱۱۰۱ مترمکعب در سال برای هر نفر به مفهوم تامین امنیت آبی است.
World Water forum, (2003)	تأمین کمی و کیفی آب برای تولید، حیات و سلامتی که همراه با سطح قابل قبول خطرات، که تأثیرات غیرقابل پیش بینی بر اجتماع دارد.
Grey & Sadoff (2007)	دسترسی به مقدار قابل قبول از کمیت و کیفیت آب برای سلامتی، معیشت، پایداری اکوسیستم ها و قابلیت تولید، همراه با سطوح قابل قبول خطرات مرتبط با منابع آبی برای مردم، محیط زیست و شرایط اقتصادی.
Norman et al. (2010)	دسترسی پایدار به کمیت مکفی آب در حوزه آبخیز، همراه با کیفیت قابل قبول به منظور تضمین سلامت انسان و اکوسیستم
Bakker (2012)	سطح قابل قبول خطرات مرتبط با آب برای انسان و اکوسیستم، همراه با دسترسی به کمیت و کیفیت مناسب آب برای حمایت از معیشت، امنیت ملی، سلامت انسان و خدمات اکوسیستم
UN-Water (2013)	"ظرفیت جمعیت برای دسترسی پایدار به مقادیر کافی از آب قابل قبول برای حفظ معیشت، رفاه و توسعه اقتصادی و اجتماعی، همراه با ضمانت حفاظت در برابر آلودگی آب و بحرانهای طبیعی مرتبط با آب و به منظور حفظ اکوسیستمها، تداوم صلح و ثبات سیاسی"
Scott et al. (2013)	امنیت آب عبارت است از دسترسی پایدار به کمیت و کیفیت مناسب آب در جهت ایجاد اکوسیستمها و جوامع تاب آور در مواجهه با تغییرات غیر قطعی جهانی.

¹ Global Water Partnership

² World Water Assessment Program

• ویژگی‌های موضوعی امنیت آبی

برای تمامی افراد جامعه، امنیت محیط زیستی آب (سلامت رودخانه‌ها، آبخوان‌ها و قابلیت‌های احیاء محیط‌های آبی، تغذیه آبخوان‌ها و تأمین خدمات اکوسیستمی)، امنیت شهری آب (ایجاد مدیریت بهتر آب و تأمین خدمات برای حمایت از شهرهای زیست‌پذیر و سرزنده) و تاب‌آوری در مقابل بحران‌های طبیعی (ایجاد سیستم‌های مدیریت، زیرساخت‌های آبی و جوامع تاب‌آور که می‌توانند با تغییر سازگار شوند و قادر به کاهش اثرات بلایای طبیعی مربوط به آب هستند) سطح‌بندی نمود. جدول ۲ روند تکاملی ویژگی‌های موضوعی حائز اهمیت در مبحث امنیت آبی در گذر زمان، از دیدگاه سازمان‌ها، نهادها و صاحب نظران مختلف را به اختصار بیان می‌نماید.

امنیت آبی نتیجه تعامل بین آب به عنوان یک منبع طبیعی، محیط‌زیست و جامعه (فعالیت‌های اقتصادی) است. لذا تحت تأثیر متغیرهایی همچون تغییر آب و هوا، رشد جمعیت و توسعه فعالیت‌های اقتصادی، کاربری اراضی، سیستم‌های هیدرولیک و... قرار دارد. اگرچه این عوامل مستقل هستند، اما ممکن است در یک سیستم یکپارچه تحت تأثیر فاکتورهای دیگر قرار گیرند و بر امنیت آبی تأثیرگذار باشند. مرور بر مطالعات، ترکیبی از مفاهیم و مدل‌های مرتبط با امنیتی آبی را مطرح می‌نماید، که می‌توان به ۵ سطح تحلیلی امنیت اقتصادی آب (استفاده از آب برای رشد اقتصادی و فعالیت‌های تولیدی، کشاورزی، صنعتی و تأمین انرژی)، امنیت اجتماعی آب (تأمین آب بهداشتی، سالم و مطمئن

جدول ۲- ویژگی‌های موضوعی حائز اهمیت در مبحث امنیت آبی را از دیدگاه سازمان‌ها، نهادها و صاحب نظران مختلف

Scott et al.(2013)	UN-Water (2013)	Bakker (2012)	OECD (2011)	Norman .(2010)	UNEP2 (2009)	Grey and Sadoff (2007)	GWP1 (2000)	FAO (1996)	ویژگی امنیت آبی
*	*	*	*	*		*	*	*	کمیت
*	*	*	*	*	*	*	*	*	کیفیت
	*	*		*	*	*		*	بهداشت و سلامت
	*		*		*	*		*	رشد اقتصادی
			*	*			*	*	دسترسی
*	*	*	*	*	*	*	*		اکوسیستم‌ها
*	*		*	*			*		پایداری
	*	*				*	*		ریسک و خطر
	*	*				*			معیشت
					*				غذا و انرژی
					*				فعالیت‌های صنعتی
				*					حوزه آبخیز
			*						سیاست
	*	*							صلح و امنیت
*									تغییرات جهانی
*									تاب‌آوری
*									عدم قطعیت

¹ Global Water Partnership

² United Nations Environment Program

• دیدگاه‌های چندگانه امنیت آبی

دیدگاه بین رشته‌ای امنیت آبی :

محققین از رشته‌های مختلف دارای دیدگاه‌های متفاوت در مورد امنیت آبی هستند. کوک و باکر (۲۰۱۲) طی بررسی چارچوب‌های امنیتی آب در علوم فیزیکی و اجتماعی بیان می‌نمایند که در حوزه مهندسی، مطالعات امنیتی عموماً در مورد حفاظت در برابر خطرات مرتبط با آب (سیل، خشکسالی، آلودگی و تروریسم) و امنیت تأمین آب (رضایت از تأمین آب) تمرکز دارد. مطالعات منابع آب صرفاً بر کمبود آب، مدیریت آب و تقاضای آب تمرکز دارد. مطالعات محیط زیستی عموماً بر میزان دسترسی به کمیت و کیفیت مناسب آب، خدمات برای انسان و محیط زیست و به حداقل رساندن اثرات منفی بر تنوع هیدرولوژیکی متمرکز است. مطالعات سیاسی بر ارتباطات بین رشته‌ای (غذا، آب، هوا، انرژی، اقتصاد و امنیت انسانی)، ارتباطات بین المللی آب، حفاظت در برابر بحران‌های آبی و توسعه پایدار منابع آب جهت تضمین دسترسی به آب و تأمین خدمات و عملکردهای آب متمرکز است. مطالعات بهداشت عموماً تأکید بر امنیت عرضه آب و دسترسی به آب سالم، ارزیابی میزان آلودگی آب در سیستم‌های توزیع اشاره دارد. به علاوه دیدگاه‌های سیاست‌گذاری می‌تواند با تمرکز بر ساختارهای قدرت، مسائل حقوقی آب، چشم انداز حاکمیت (با تمرکز بر برنامه ریزی، ترتیبات سازمانی و تقسیم مسئولیت‌ها)، چشم‌انداز قانونی (با تمرکز بر حقوق آب و مالکیت) و چشم انداز اقتصادی (متمرکز بر بهره‌وری از منابع آب، اقتصاد عرضه و تقاضای آب، قیمت‌گذاری آب، مکانیزم‌های بازار، تجزیه و تحلیل هزینه-فایده، حفاظت از خطر سیل، حفاظت از کیفیت آب، ارزیابی خدمات اکوسیستمی آب، و درونی کردن اثرات خارجی) را مدنظر قرار دهد. با وجود تنوع موضوعی کوک و باکر (۲۰۱۲) معتقدند که رشته‌های مختلف تجزیه و تحلیل امنیت آبی را در مقیاس‌های مختلف در نظر می‌گیرند (Cook and Bakker, 2012). در حالی که مطالعات توسعه اغلب مقیاس ملی را در نظر می‌گیرند، مطالعات هیدرولوژیکی به طور کلی به مقیاس حوضه آبخیز توجه می‌نمایند و مطالعات اجتماعی معمولاً بر مقیاس جامعه تمرکز دارند. بنا بر اظهارات سازمان امنیت جهانی آب تعهدات در زمینه انجام مطالعات در مقیاس‌های چندگانه همراه با دیدگاه‌های بین رشته‌ای در تأمین امنیت آبی نقش بسزایی دارد (GWSP, 2013).

دیدگاه چالش محور امنیت آبی :

نواحی شهری حاوی سطوح بالایی از دخالت انسان در فرایندهای هیدرولوژیکی و ایجاد اختلال در فرایندهای تأمین کننده تقاضای آب، سلامت آب، مدیریت روان‌آب و حفاظت در برابر بحران‌های آبی است (Niemczynowicz, 1999). کمبود آب می‌تواند ناشی از عوامل مختلف طبیعی همچون خشکسالی، شرایط اقلیمی و بهره‌برداری بیش از حد و ضعف مدیریت باشد (Rijsberman, 2005; Padowski et al., 2016). لذا عواملی همچون زیرساخت‌های مناسب، تکنولوژی، مدیریت صحیح، مکان‌یابی بهینه، تاسیسات و تجهیزات، تخصیص بودجه، بهبود الگوهای رفتاری، ارزیابی محیط زیستی، بهبود خدمات

اکوسیستمی می‌تواند نقش قابل توجهی در برابر چالش‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی بحران آب ایفا نماید (Fielding et al., 2013). سیستم‌های آبی شهری شبکه‌های پیچیده را تشکیل می‌دهند که ضمن تأثیر بر فاکتورهای امنیت آب و هوا، امنیت غذایی، امنیت انرژی و امنیت انسان، از آن‌ها تأثیر می‌پذیرند. لذا مشکلات مرتبط با آب در نواحی شهری موضوعات پویا هستند، که طیف وسیعی از فاکتورهای اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی دربرگرفته و تحولات و سازگاری‌های سیستم‌های آبی شهری را در طی زمان رقم می‌زنند (Daniell et al., 2015). تغییر الگوهای دمایی، تبخیر و بارش به عنوان یک نتیجه از تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت شهری، تغییر جریان رودخانه، تغییرات شرایط ژئومورفولوژیکی، توسعه ترجیحات و هنجارهای اجتماعی، نمونه‌هایی از نیرو محرکه برای پویایی سیستم‌های آبی است که در مقیاس‌های مختلف رخ می‌دهد (Wheater and Gober, 2013) و زمینه‌ای را برای پیچیدگی و عدم قطعیت بیشتر چالش امنیت آبی فراهم می‌آورد.

دیدگاه هدف محور امنیت آبی :

امنیت آبی اغلب به عنوان یک هدف در نظر گرفته می‌شود. در علوم محیط زیستی، اصطلاح رایج "خدمات اکوسیستمی" مطرح است که در هنگام استفاده از سیستم‌های آب به "خدمات سیستم آب" تبدیل می‌شود. خدمات معمولی مرتبط با آب عبارتند از: تأمین آب شهری؛ مدیریت فاضلاب؛ زهکشی شهری؛ حفاظت از خطر سیل و سایر بحران‌های آبی، تأمین ارزش‌های تفریحی، تفریحی و زیبایی شناختی؛ و تأمین خدمات اکوسیستمی همچنین بسیاری از مطالعات بهداشت شهری، جنبه‌های مختلف عملکرد سیستم‌های مختلف آب را در نظر می‌گیرند. بر اساس مطالعات لارسن و همکاران (۲۰۱۶) اولویت‌های اصلی برای پایداری آب‌های شهری شامل تأمین آب آشامیدنی سالم، مدیریت فاضلاب برای سلامت عمومی و حفاظت در مقابل سیل است. اما اغلب "امنیت آب" به "امنیت تأمین آب" محدود می‌شود (Lundqvist et al., 2003; Padowski et al., 2016; Grafton, 2017). در حالی که اهداف مختلف زیرساخت‌های آبی و عملکرد و خدمات آب همچون خدمات تأمین‌کنندگی، تنظیم‌کنندگی، حمایت‌کنندگی، فرهنگی، تفریحی، تفرجی در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی، برنامه ریزی و سیاست‌گذاری در این راستا شایان توجه است.

دیدگاه یکپارچه و سیستمی امنیت آبی :

بسیاری از مطالعات ریشه در دیدگاه‌های یکپارچه و سیستمی منابع آب دارند. به عنوان مثال، امنیت آب به طور فزاینده‌ای در رابطه با امنیت غذایی و انرژی مورد بحث قرار می‌گیرد. مطالعات در زمینه امنیت آبی در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی انجام می‌گیرد. برای شناخت پیچیدگی و ابعاد زمانی امنیت آب شهری، می‌توان یک دیدگاه سیستم‌دینامیکی را مطرح نمود، که بسیاری از متغیرها، مکانیزم‌های علی و فرآیندهای بازخورد در آن مورد بررسی قرار می‌گیرد (e.g. OECD, 1993; EEA, 1999; Hoekstra, 2000).

¹ Cook and Bakker

• محدوده مورد مطالعه

در فلات مرکزی ایران از جمله شهر یزد با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی، از دیرباز برای استحصال آب‌های زیرزمینی از قنات و سازه‌های وابسته به آن هم چون آب انبار، یخچال، آسیاب و ... بهره برده می‌شد. قنات‌ها بویژه در محدوده داخل فلات ایران نه تنها نقش مهمی در تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی داشته‌اند، بلکه حیات بسیاری از سکونتگاه‌های شهری و روستایی و توسعه آن‌ها وابسته به قنات و سازه‌های آبی شکل گرفته در کنار آن بوده است. این سازه‌های آبی بر ابعاد مختلف زندگی انسان از جمله شرایط اجتماعی، اقتصادی، منطقه شهری و محل سکونت مردمان کویر تأثیرگذار می‌باشد. منشاء اصلی و هسته اولیه تشکیل تجمع‌های انسانی، وجود آب در این مناطق بوده است. ساختارهای هیدرولیکی برای اهداف عملکردی مختلف همچون انتقال آب، تأمین آب، ذخیره آب، آبیاری، زهکشی، جمع آوری، مدیریت سیلاب و ... در بخش‌های مختلف شهری، کشاورزی، صنعتی از امنیت بسزایی برخوردارند.

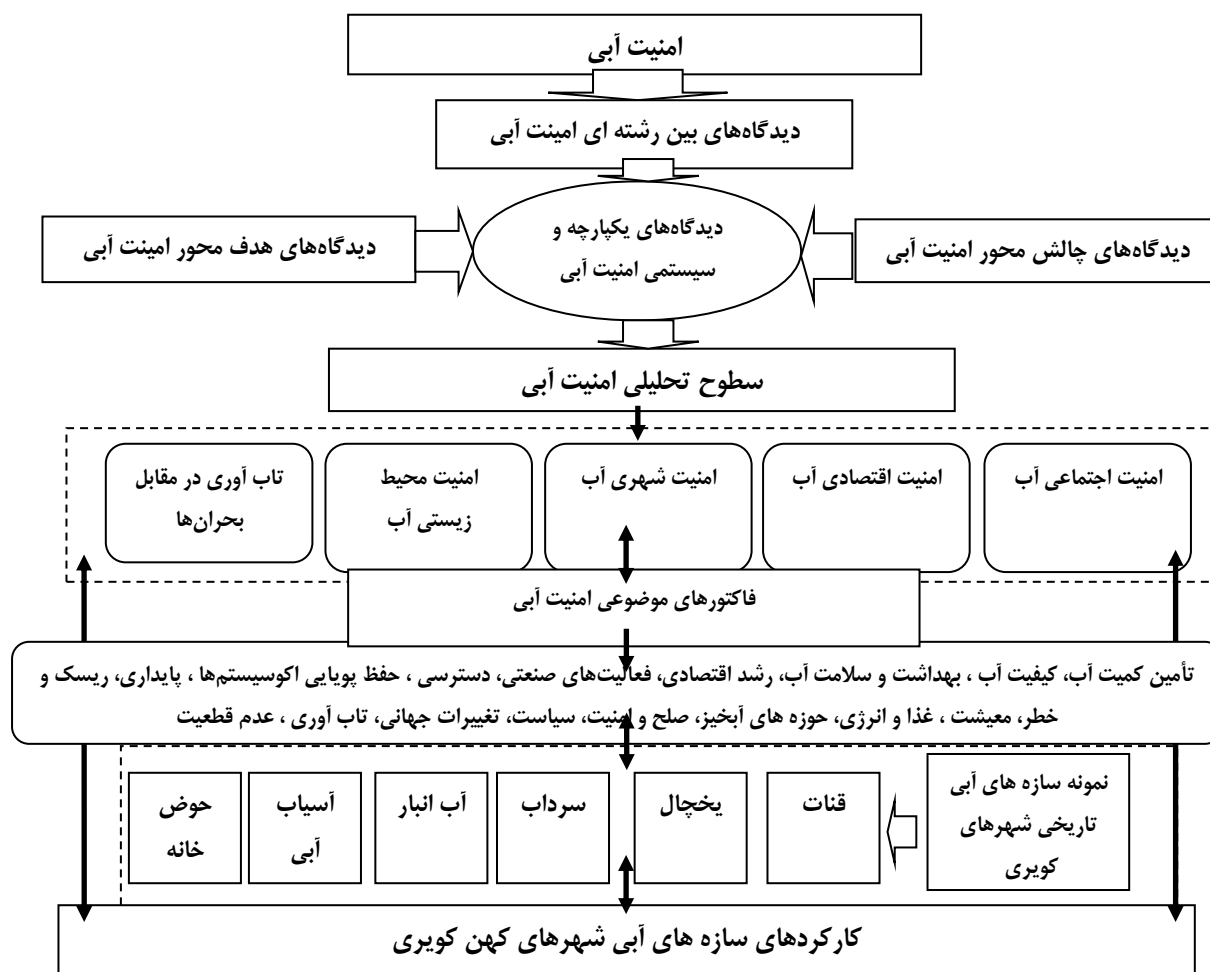
امنیت آبی شهر، سیستمی پیچیده و پویا است که در طی زمان پاسخ‌های فعالانه‌ای برای تأمین نیازهای انسانی داشته است. در سیستم‌های پیچیده دینامیک فرایندهای اجتماعی و اکولوژیک در تعامل با یکدیگر بوده و شناخت چرخه‌های بازخورد از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این دیدگاه نیرو محرکه‌هایی که باعث ایجاد تغییر و ایجاد فشار بر سیستم‌های آبی می‌شود، شامل فشارهای محیطی (مانند تغییر کاربری زمین و تغییرات پوشش سطحی زمین، تغییرات پوشش گیاهی و تغییرات اقلیمی و...) و فشارهای اجتماعی-اقتصادی (رشد جمعیت، تغییر نیاز آب، الگوی مصرف و...)، وضعیت سیستم‌های آبی همچون وضعیت ذخایر و جریان‌های آبی، کیفیت آب و زیرساخت‌های آب را و تأثیر آن را بر تأمین خدمات و عملکردهای آبی و سطوح حفاظت از سیلاب مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت پاسخ‌هایی که جهت کاهش میزان فشار و یا بهبود وضعیت سیستم‌های آبی و یا کاهش اثرات موثر است، ارائه می‌شود. رویکرد سیستم می‌تواند برای درک پیچیدگی سیستم شهری، از جمله ارتباط آن با فراشهر و درک بهتر پویایی امنیت آب شهری مفید باشد (Hoekstra et al., 2018).

۲- روش انجام تحقیق

• روش مطالعه

این مطالعه یک بررسی استنتاجی- تطبیقی است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی منابع مکتوب، اسناد و تحقیقات پیشین است. با استفاده از کلمات کلیدی امنیت آب، دیدگاه‌های مرتبط با امنیت آب، فاکتورهای موضوعی امنیت آبی و شاخص‌های ارزیابی امنیت آبی جستجو انجام شد و ضمن استنتاج ابعاد و زیر سیستم‌های امنیت آبی به تطبیق این مفاهیم با کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری پرداخته شد. لذا گام‌های پژوهش را می‌توان به صورت زیر برشمرد:

- تحلیل مفاهیم امنیت آبی، دیدگاه‌های مرتبط با امنیت آبی و فاکتورهای موضوعی امنیت آبی.
- استنتاج سطوح تحلیلی امنیت آبی
- بررسی سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری یزد و استنتاج کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی
- تطبیق کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهر یزد با سطوح تحلیلی امنیت آبی.



شکل ۱- چارچوب نظری تحقیق

• نمونه سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری یزد

کاریز

سیستم استخراج در کاریز طوری است که آب بدون کمک و صرف هزینه فقط با استفاده از نیروی ثقل و نیروی گرانش از زمین خارج می‌گردد. لذا آب کاریز از آبی که از چاه استخراج می‌شود ارزان‌تر تمام می‌شود. آب کاریز دائمی است و در مواقع اضطراری کشت و زراعت و در مواقع حساس (نیاز به آب)، قطع نمی‌شود. منابع آب زیرزمینی کاریز معمولاً قابلیت استفاده طولانی مدت دارند. بخش عمده کانال آب قنات در زیرزمین قرار گرفته و در نتیجه هدررفت آب بر اثر تبخیر و نفوذ در خاک کاهش می‌یابد. انرژی لازم برای انتقال آب در سیستم آبی قنات از طریق جاذبه زمین تأمین می‌شود و از آب‌های زیرزمینی به صورت تجدیدپذیر و حفظ بیلان طبیعی آب استفاده می‌شود.

آب انبار

آب‌انبار یا برکه، حوض یا استخر سرپوشیده‌ای است که برای ذخیره آب معمولاً در زیرزمین ساخته می‌شود. در مناطق کم‌آب و کویری آب‌انبار را از آب باران یا جویبارهای فصلی پر می‌کنند. آب معمولاً در فصول بارش به آب‌انبار هدایت و در آن ذخیره می‌شده و در تابستان مصرف می‌شده است. لذا آب انبار برای ذخیره آب برای زمان‌های خشک سال و خنک ماندن آب در تابستان مورد استفاده قرار می‌گیرد. آب‌انبارها معمولاً در مراکز شهر و محل تجمع مردم و همچنین در کاروانسراها تأسیس می‌شده تا دسترسی به آب آسان باشد. نحوه ساخت آب‌انبار، تصفیه و عایق‌بندی آن با اصول مهندسی و علمی مطابقت دارد. مواد و مصالح بکار رفته در ساختن آب‌انبارها از مصالح بومی و سازگار با محیط زیست نظیر سنگ، آجر، شفته آهک و ساروج بوده است. ساختمان آب‌انبارها با توجه به محل قرارگیری آن متناسب با آب و هوای آن منطقه تعیین می‌گردد.

بوده‌اند ولی عمل انبارکردن و راکد ماندن آب، باعث آلودگی می‌شده است. بنابراین جهت گوارایی آب، در سقف، بادگیرهایی تعبیه می‌شده که باعث عبور باد از روی آب شده و موادی مانند آهک و نمک، زغال برای خاصیت بوگیری و خشت برای روسوب گذاری املاح آب استفاده می‌شده است.

وجود یخچال‌ها و تولیداتش که در قلب تابستان‌های داغ و سوزان، خنکای آب گوارا را به درون خانه‌ها می‌کشاند. برخلاف آب انبارها و برکه‌های عمومی آب آشامیدنی در شهرها و روستاها که احداث آن‌ها از مبانی خیرات محسوب می‌شده و ساختمان و آیش وقف بوده، یخچال‌ها منابع درآمد زیادی برای صاحبانشان به‌شمار می‌رفته‌اند. نوع مصالح مورد استفاده در یخچال‌ها بوم آورد، سازگار با محیط زیست و عایق حرارتی مانند خشت بوده است.

است؛ سرداب‌ها در دل زمین و در کنار پایاب قنات‌ها قرار داشتند و آب در آنها جریان داشت. در امتداد سرداب، بادگیرها نیز نقش تهویه هوا را داشتند. ویژگی بارز سرداب‌ها، در قرار گرفتن در زیرزمین، استفاده از آب و مصالح بومی و نیز فرم کالبدی خاصشان و ترکیب با بادگیر تجلی می‌یابد.

و شدت گرمای تابستان این مناطق بوده است. سیستم عملکردی حوضخانه به این صورت بوده است که آب از یک سمت حوضخانه وارد می‌شده است و با عبور از حوض آب از سمت دیگر خارج می‌شده است. البته گاهی هم مظهر آب به مجموعه بوده است حرکت آب از حوضخانه آغاز می‌شود که به نوعی هماهنگی و تطابق با نقش نمادین آب در باورهای مردم داشت. علاوه بر اینکه عبور جریان آب باعث خنک شدن محیط می‌شده است در برخی از حوضخانه‌ها با ساخت بادگیر در مجاورت بنا، جریان مداوم هوا وارد این فضا می‌شده و باعث افزایش برودت و مهیا شدن شرایط آسایش در این مکان بوده است.

است. فضای اصلی آسیاب در دل زمین جای دارد و بخش نمایان آن اندک است و به نورگیرها و ورودی خلاصه می‌شود. از ویژگی‌های منحصر به فرد برخی از آسیابها می‌توان به مقرنس کاری، ایجاد نقوش هندسی در دیواره‌ها، و آجرکاری اشاره کرد. آسیاب‌ها دارای یک گودال مدور است که شاخه‌ای از آب قنات به وسیله کانالی به داخل مخزن هدایت می‌شود و پس از انباشته شدن در مخزن با شدت و فشار به بخش زیرین آسیاب هدایت می‌شود و پره‌های چرخ چوبی آسیاب را به حرکت در می‌آورد.

وجود بادگیر یا خشیان در آب انبار به منظور هدایت باد مناسب به فضای داخل آب‌انبار و خنک سازی آب استفاده می‌شود. برای تصفیه از روش‌های فیزیکی و شیمیایی استفاده می‌شود. برای آبیگری معمولاً آب جاری در کوهستان و دشت‌ها را به آب‌انبارها هدایت می‌کردند. این آب‌ها با حوضچه‌های شنی ساکن و تصفیه شده و سپس وارد مخزن می‌شدند. اگرچه آب‌انبارها بهداشتی

یخچال

یخدان یا یخچال، گونه‌ای ساختمان است که در معماری قدیم ایران برای تولید و نگهداری یخ ساخته می‌شد. معمولاً هر یخچال دارای یک استخر و یک دیوار بلند (بنام حصار) و یک مخزن گنبدار بود. ساختار حصار منجر به سایه اندازی بر استخر در تمام روز بودهاست و از گرم شدن آب استخر جلوگیری می‌کرد. یخی را که در زمستان در استخر یخچال درست می‌شد می‌شکستند و در خزانه انبار می‌کردند و در فصل گرما آن را به کار می‌بردند.

سرداب

سرداب یا سردابه، یکی از راهکارهای شگرف رهیدن از گرمای تابستان، آفتاب داغ کویر و نگهداری مواد غذایی و تهیه آب خنک است. رویای بودن کنار آب و فرو بردن خنکا و بوی نم آب به سینه در زیرزمین‌های خانه‌های سنتی در سرداب‌ها تجلی یافته

حوض خانه

حوضخانه نوعی فضای معماری است که به عنوان اقامتگاه تابستانی در باغ یا خانه احداث می‌شده و در فصل گرما مورد استفاده قرار می‌گرفته است. نقش اصلی آن فضای واسط بوده است بین درون و بیرون و تامین شرایط خرد اقلیم و آسایش در درون. با توجه به نوع رابطه با باغ یا حیاط و نوع اقلیم به میزان متفاوتی باز بوده و با منظر محیطش رابطه برقرار می‌کرده است. این فضا نیاز به نوعی پیوند معماری و طبیعت را بوسیله عنصر آب که مقدس، ارزشمند و کمیاب ترین عنصر طبیعی بوده است را برقرار می‌کرده است. ابداع و احداث حوضخانه‌ها ناشی از نیاز منطقه به نسبت وضعیت جوی و شرایط جغرافیایی مناطق کویری

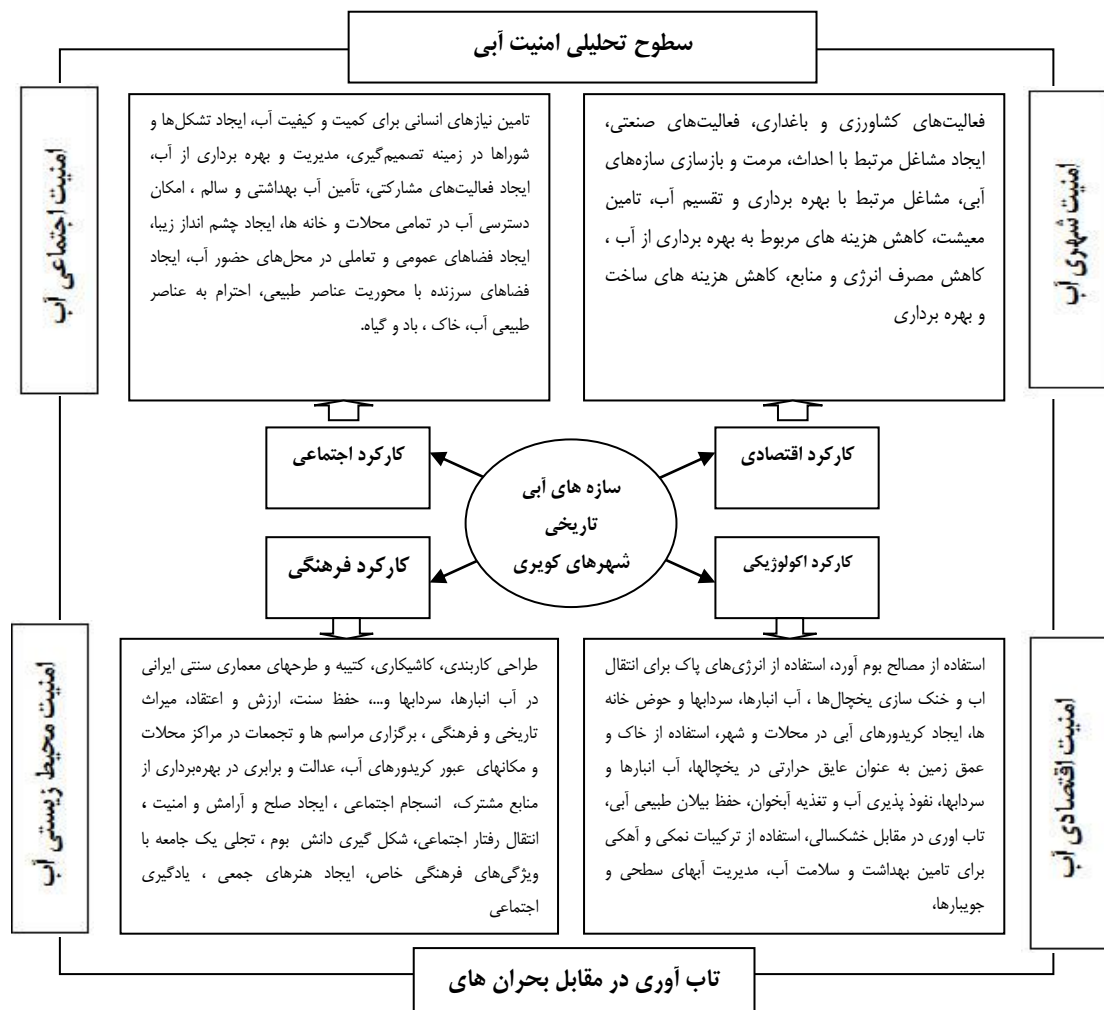
آسیاب آبی

معمولاً در کنار آبادی‌ها بر سر راه قنات، هر جا که پستی و بلندی اجازه می‌داده از انرژی پاک و ارزان آب برای چرخش سنگ آسیاب استفاده می‌شده است. عمده‌ترین قسمت آسیاب، تنوره آن است که به صورت مخروطی ناقص و وارونه طراحی و ساخته می‌شده است. به گونه‌ای که آب ذخیره شده در آن، از روزنی کوچک با فشار، پره‌های سنگ‌آسیاب را به حرکت در می‌آورد. سنگ‌های آسیاب از نوع مقاوم و به شکل مدور هستند که یکی ثابت و دیگری متحرک

۳- بحث و یافته‌ها

مشارکتی شامل موافقت نامه های آبرسانی، قوانین تخصص آب و فعالیتهای همکاری همکارانه زمینه ای را برای مدیریت بهتر منابع مشترک آبی فراهم می آورد. و قوانین و مقررات تکنیکی با توجه به حداقل میزان اثرات منفی بر فاکتورهای محیط زیستی، بهینه سازی میزان بهره برداری از آب، پایداری اکوسیستم‌های طبیعی و منابع اکولوژیک، کاهش میزان هزینه و عدالت در دسترسی به منابع مشترک مطرح می شود. سازه های آبی مناطق کویری با توجه به اهمیت خاص آن در انتقال، ذخیره و سیستم آبیاری در اشتغال زایی و رونق اقتصادی منطقه نقش مهمی داشته است. این سازه از یک طرف در کشاورزی و باغداری منطقه تأثیرگذار بود. همچنین موجب پدید آمدن شغل‌هایی در زمینه آب و آبیاری شدند، که به نحوی در اقتصاد منطقه مؤثر بوده است. این سازه‌ها با توجه به نحوه شکل‌گیری و عملکرد خود در حفظ سکونتگاه‌های انسانی و شکل‌گیری الگوهای رفتاری، روحیه آرامش‌طلبی و محافظه‌کاری، حس همکاری و تعاون، قناعت و صبوری نقش داشته‌اند. نمودار زیر مدل تطبیقی کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری با سطوح تحلیلی امنیت آبی را به تصویر می‌کشد.

سازه‌های تاریخی آبی شهرهای کویری زیرساخت های آبی چند منظوره هستند. این زیرساخت های شامل تمام سیستم های ساخته شده آب، از جمله قنات‌ها، آب انبارها، پایاب‌ها، سرداب‌ها، حوض خانه ها، یخچال‌ها، آسیاب‌های آبی، حمام ها و... هستند، که در زمان خود دارای کارکردهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و محیط زیستی بودند. برنامه ریزی زیرساخت های شهری با توجه به عدم قطعیت و وقوع بحران‌های غیرقابل پیش بینی از اهمیت زیادی برخوردار است. این ساختارها در همان ابتدا به عنوان زیرساخت‌های آبی چند منظوره برنامه ریزی و طراحی شده‌اند. این امر به مدیریت مطلوب نیازهای همه ذینفعان، استفاده بهینه از آب و به حداکثر رساندن مزایای اقتصادی، اجتماعی، اکولوژیکی و همچنین تاب آوری در مقابل بحران‌ها کمک قابل توجهی می‌کند. در این سازه های آبی چند منظوره مشارکت ذینفعان در دستیابی به موفقیت در ساخت، نگهداری، بهره برداری و کارایی بسیار مهم است. گفتگوی سیاسی در سطح حوزه آبخیز اجازه می‌دهد تا دیدگاه های متقابل جمع آوری شود. ابزارهای



شکل ۲- مدل تطبیقی کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری با سطوح تحلیلی امنیت آبی

۴- نتیجه گیری

تطبیقی تهیه شده در این پژوهش حاکی از آن است که کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری (کارکرد اقتصادی- اجتماعی- فرهنگی- محیط‌زیستی) با سطوح تحلیلی امنیت آبی (امنیت اجتماعی آب، امنیت اقتصادی آب،

امنیت محیط زیستی آب، امنیت شهری آب، تاب آوری در مقابل بحران‌ها) هم‌راستا می‌باشد. به عبارتی این سازه‌های آبی برای قرن‌ها تأمین‌کننده امنیت آبی در تمامی سطوح آن برای ساکنین این خطه کویری بودند. لذا نوآوری در طراحی و ساخت سازه‌های بدیع آبی باید با توجه به مفاهیم و ارزش‌های نهفته در این سازه‌های تاریخی باشد. بر این اساس بازنگری در پیشینه معماری ایرانی، تدقیق تکنیک‌های جمع‌آوری آب‌های سطحی، بهره‌برداری و تغذیه آبخوان‌ها، سازه‌ها و سامانه‌های آبی با اهداف چندگانه، بهره‌گیری از مصالح ساخت بوم‌آورد و سازگار با محیط زیست، می‌تواند تضمینی بر پایداری منابع آب و تأمین امنیت آبی برای آیندگان این سرزمین باشد.

امنیت آبی، خدمات مختلف سیستم آب را محقق می‌سازد، رفاه عمومی، عدالت اجتماعی و پایداری محیطی را مورد توجه قرار می‌دهد. تا حد امکان باید ضمن ارائه طرح جامع، در صدد مطالعه مرمت، استحکام بخشی و ترمیم و باززنده‌سازی سازه‌های تاریخی آب کشور برآمده و با شناخت، مستندسازی و حفاظت از این میراث، در راستای بازآفرینی و افزایش بهره‌وری سازه‌های تاریخی آبی در جهت مهار جریان‌های سطحی و تأمین منابع آبی کشور اقدام نمود. چرا که این تأسیسات علاوه بر اهمیت و ارزش تاریخی، دارای قابلیت‌های فراوانی از نظر جنبه‌های اقتصادی، محیط زیستی، اجتماعی، فرهنگی و گردشگری می‌باشند. لذا استفاده بهینه از سازه‌های آبی تاریخی موجود به عنوان یکی از راهبردهای مدیریت منابع آبی، از مهمترین اصول در توسعه همه جانبه کشور به شمار می‌آید. این مجموعه سازه‌ها دارای کارکردهای چند منظوره بوده که کاملاً با ابعاد توسعه پایدار مطابقت داشته‌اند. همین امر زمینه‌ای را برای پایداری و تاب آوری آن‌ها در طی قرن‌ها ایجاد نموده است. نتایج حاصل از مدل

منابع

- فلامکی، م.، ۱۳۸۴. معماری بومی. نشر فضا. تهران .
- کریمی، ش، علیزاده، ا، انصاری، ح، صافی، م .، ۱۳۹۴. بهره‌برداری مجدد سازه‌های آبی تاریخی در مقایسه با احداث سازه‌های جدید آبی مشابه به روش AHP، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۶، جلد ۹، ص ۱۰۲۰-۱۰۰۵
- ADB. 2013. Asia Water Development Outlook 2013. ADB, Manila, Philippines.
- Allan, A. 2001. Water Security Policies and Global Systems for Water-Scarce Regions, World Bank.
- Bakker, K. 2012. Water security: research challenges and opportunities. Science. Vol, 337 (6097), P.914-915.
- Cook, C., Bakker, K. 2012. Water security: debating an emerging paradigm Glob. Environ. Change. Vol. 22, P. 94-102
- Daniell, K. A. et al. 2015. Understanding and managing urban water in transition Understanding and Managing Urban Water in Transition ed Grafton Q, Daniell K A, Nauges C, Rinaudo J-D and Chan N WW (Dordrecht: Springer). p. 1-30.
- EEA. 1999. Environmental indicators: Typology and overview, Technical Report, No.25, European Environment Agency, Copenhagen.
- Fielding, K. S. et al. 2013. An experimental test of voluntary strategies to promote urban water demand management J. Environ. Manage. Vol. 114, P. 343-351.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1996. In: World Food Summit Plan of Action. World Food Summit. Rome, Italy. November, P. 13-17.
- Global Water Partnership (GWP). 2000. Integrated Water Resources Management. TAC (Technical Advisory Committee) Background Paper No. 4. GWP, Stockholm, Sweden.
- Grafton, R, Q. 2011. Responding to the 'wicked problem' of water insecurity Water Resour. Manage. Vol. 31, P. 3023-3041.
- Grey, D., Sadoff, C.W. 2007. Sink or swim? Water security for growth and development. Water Policy. Vol. 9 (6), P. 545-571.
- GWSP. 2013. The Bonn declaration on global water security Global Water System Project (Bonn: Global Water System Project).
- GWP. 2000. Towards water security: A framework for action Global Water Partnership (Stockholm: Global Water Partnership)

- Hoekstra ,A.Y, et al. 2011. The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard (London: Earthscan).
- Hoekstra ,A .Y .2000. Water supply in the long term: a risk assessment Phys. Chem. Earth, Vol. 25, P. 221–226.
- Hoff H, D, et al. 2014. Water footprints of cities indicators for sustainable consumption and production Hydrol. Earth Syst. Sci. Vol.18, P. 213–226.
- Larsen, T. A .,et al. 2016. Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world Science, Vol. 352, P. 928–933.
- Lautze, J., Manthrilake, H. 2012. Water security: old concepts, new package, what value? Nat. Resour. Forum, Vol. 36, P. 76–87.
- Lundqvist, J. et al. 2003. Dimensions and approaches for Third World city water security Phil. Trans. R. Soc. London B. Vol. 358, P. 1985–1996.
- Niemczynowicz, J. 1999. Urban hydrology and water management -present and future challenges Urban Water, Vol. 1, P. 1–14
- Norman, E. 2010. Water Security: A Primer. Program on Water Governance, University of British Columbia.
- OECD. 2011. Water Governance in OECD Countries: A Multi-level Approach, OECD Studies on Water. OECD Publishing.
- OECD. 1993. OECD core set of indicators for environmental performance reviews Environment Monographs, No. 83 (Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development).
- Padowski, J. C. et al. 2016. Overcoming urban water insecurity with infrastructure and institutions Water Resour. Manage. Vol. 30, P. 4913–4926.
- Rijsberman, F. R .2005. Water scarcity: Fact or fiction? Agric. Water Manage. Vol.80, P.5–22
- Scott, C.A. et al. 2013. Water security and adaptive management in the arid Americas. Annals Assoc. Am. Geogr. Vol. 113 (2), P. 280–289.
- The United Nations World Water Development Report. 2015. Water for a Sustainable World.
- The 3th World Water forum. 2003. Available at www.worldwaterforum.org, kyoto.
- The 2nd World Water forum. 2000. Available at www.worldwaterforum.org, the Hague.
- UN Water. 2013. Water Security and the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief. UN University, Hamilton, Canada.
- United Nations. 2000. Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century.
- UN-Water. 2013. Water Security and the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief. UN University, Hamilton.
- United Nations Environment Program (UNEP). 2009. Water Security and Ecosystem Services: The Critical Connection. UNEP, Nairobi.
- Water Security. 2001. UN World water development Report, WWAP, Paris.
- Wheeler, H., Guber, P. 2013. Water security in the Canadian Prairies: Science and management challenges Phil. Trans. R. Soc. A 371 20120409.
- World Water Assessment Program. 2001. WWAP.