مجله محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۳۶۸۳-۲۴۷۶
Journal of Environment and Water Engineering
ISSN: 2476-3683

تبیین سیستم مدیریت پایدار منابع آب با تأکید بر ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی (نمونه موردی: شهر کویری یزد)

مهدی یزدیان و مهجبین ردایی

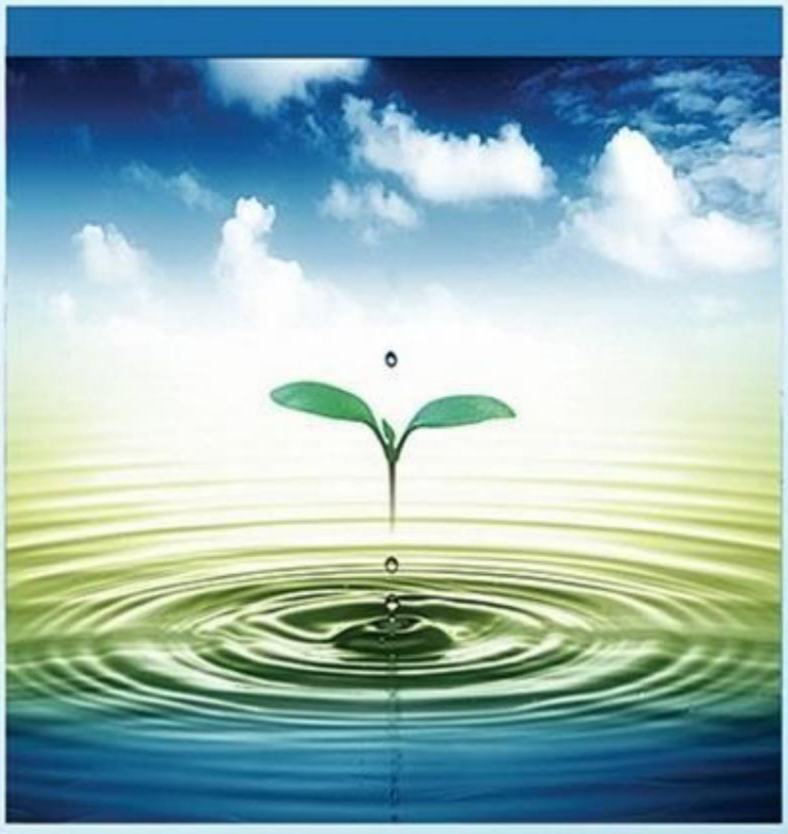
دوره ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۱۹۹- ۱۸۶

Vol. 5(3), Atumn 2019, 186 – 199

DOI: 10.22034/jewe.2019.191641.1325

Explaining Sustainable Water Resources Management System with Emphasis on the Hidden Values of Historic Hydraulic Structures (Case Study of Yazd Desert City)

Yazdian M. and Radaei M.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: یزدیان م. و ردایی م. (۱۳۹۸). تبیین سیستم مدیریت پایدار منابع آب با تأکید بر ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی (نمونه موردی: شهر کویری یزد). مجله محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۵، شماره ۳، صفحات: ۱۹۹–۱۸۶.

Citing this paper: Yazdian M. and Radaei M. (2019). Explaining sustainable water resources management system with emphasis on the hidden values of historic hydraulic structures (Case study of Yazd Desert City). J. Environ. Water Eng., 5(3), 186–199. DOI: 10.22034/jewe.2019.191641.1325.

تبیین سیستم مدیریت پایدار منابع آب با تأکید بر ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی (نمونه موردی: شهر کویری یزد)

مهدی یزدیان[۱] و مهجبین ردایی[۳*]

[۱]استادیار، گروه عمران، دانشکده علوم و مهندسی، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران
[۲]مدرس، گروه عمران، دانشکده علوم و مهندسی، دانشگاه علم و هنر، یزد، ایران

***نویسنده مسئول**: m.radaei@ut.ac.ir

مقاله اصلی
تاریخ دریافت: [۱۳۹۸/۰۴/۰۴] **تاریخ بازنگری: [۱۳۹۸/۰۷/۰۵]** **تاریخ پذیرش: [۱۳۹۸/۰۷/۳۰]**

چکیده

تأمین آب به‌عنوان بخشی از دموکراسی آب تلقی می‌شود. مدیریت پایدار منابع آب در پاسخ به فشارهای روزافزون ناشی از رشد جمعیت، توسعه اجتماعی- اقتصادی، تغییرات شرایط اقلیمی و تخریب‌های بوم‌شناسی، تجلی‌یافته است. به‌رغم سابقه طولانی مهندسی سازه‌های آبی در ایران، همواره کمبود چارچوب مدیریت پایدار منابع آب و بازآفرینی ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی به‌چشم می‌خورد. هدف پژوهش حاضر مقایسه ویژگی سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری با معیارهای مدیریت پایدار منابع آب و تأکید بر اهمیت مرمت، حفاظت و بازآفرینی این میراث تاریخی بود. این مطالعه یک بررسی استنتاجی- تطبیقی است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی منابع مکتوب، اسناد و مدارک بود. نتایج حاصل از مطالعه ساختار، عملکرد و نظام مدیریتی حاکم بر سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری یزد، حاکی از آن بود که به‌رغم نقاط ضعف بسیار سیستم‌های سنتی، این سازه‌ها هماهنگی زیادی با چارچوب اجرایی مدیریت پایدار منابع آب داشته‌اند. لذا الگوبرداری و بازآفرینی ارزش‌ها و نظام‌های حاکم بر ساختار و عملکرد این سازه‌ها، به‌عنوان بنیادی‌ترین عوامل در تبیین اندیشه، عمل و شکل‌گیری حیات اجتماعی- بوم‌شناسی، می‌تواند زمینه پایداری در تمامی ابعاد آن را فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: بازآفرینی؛ پایداری؛ چارچوب اجرایی؛ ساختار و عملکرد؛ منابع آبی.

.

۱- مقدمه

آب مایه حیات و دسترسی به آن از حقوق بنیادی بشری محسوب می‌شود. آب کالایی اقتصادی و دارای مزایای فرهنگی، اجتماعی و بوم‌شناختی است. تأمین آب می‌تواند به‌عنوان دموکراسی آب تلقی شود که برای اهداف توسعه ضروری است. با افزایش جمعیت و رشد مناطق شهری، تنش‌های ناشی از توسعه، طراحی سیستم‌های آبی پرهزینه، همراه با مصرف زیاد انرژی و آسیب‌پذیری در برابر بحران‌های بار نمکی، خشک‌سالی و تغییرات اقلیمی لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق و پایدار منابع آب را گوشزد می‌کند (Raucher and Tchobanoglous 2014). چالش اصلی جامعه امروز، مدیریت پایدار منابع آب و طراحی سیستم‌های منابع آبی پایدار است که ضمن تأمین اهداف و نیازهای اجتماعی نسل حاضر و آتی، حفظ یکپارچگی اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و محیط زیستی را تضمین نماید (Durán-Sánchez et al. 2019). سیستم‌های منابع آبی پایدار ارائه‌دهنده فرایندهای توسعه همراه با مدیریت منابع آب و زمین است که ضمن تأمین رفاه اقتصادی و اجتماعی، پایداری بوم‌سازگان حیاتی را ارتقاء می‌دهد (Gain et al. 2017; Grigg 2008). به‌رغم سابقه طولانی مهندسی سازه‌های آبی در ایران، همواره کمبود چارچوب مدیریت پایدار منابع آب و بازآفرینی ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی به چشم می‌خورد. هزاران اثر و سازه تاریخی آبی در ایران موجود است که به‌دلیل تنوع و گستردگی آن‌ها و به‌دلایل مختلف از جمله عدم توجه کافی، عدم بهره‌برداری مناسب و عدم نگهداری یا از بین رفته‌اند، یا در حال از بین رفتن می‌باشند. از این‌رو بیم آن می‌رود که اگر این روند ادامه یابد، در آینده‌ای نه‌چندان دور، متأسفانه تنها در خاطره‌ها و یادها باید به جستجوی این سوابق پرداخت و حافظه تاریخی این بخش در نسل آینده، کاملاً پاک و خالی از هر نوع اطلاعاتی شود (Falamaki 2005). با توجه به این‌که، ارزش از بنیادی‌ترین عوامل در تبیین اندیشه، عمل و همچنین شکل‌گیری حیات اجتماعی است، ارزش‌های نهفته در ساختار و عملکرد، رمز ماندگاری سازه‌های آبی تاریخی است. ارزش‌هایی که هر قومی و ملتی در طول تاریخ زندگی خویش مجموعه‌ای از آن‌ها را ایجاد، کسب و یا تجربه کرده است؛ بنابراین این سؤال در ذهن نقش می‌گیرد که نقش سازه‌های آبی تاریخی در ارائه چارچوب سیستم مدیریت پایدار منابع آب چیست؟ بر این اساس هدف اصلی این پژوهش، بررسی ساختار و کارکرد سازه‌های آبی تاریخی، مقایسه ویژگی‌های سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری با چارچوب اجرایی مدیریت پایدار منابع آبی و تأکید بر لزوم بازآفرینی این ارزش‌ها در طراحی سیستم‌های مدیریت پایدار منابع آبی است.

۲- چارچوب نظری تحقیق

۲-۱ - مدیریت پایدار منابع آب

توسعه پایدار و مدیریت منابع آب به‌طور ذاتی دو جزء تفکیک‌ناپذیر از یکدیگر هستند. پایداری یک فرآیند مستمر با هدف ایجاد ارتباط نزدیک و درک بهتر نیازهای انسانی، طبیعی و تعاملات بهینه هردو است (Wallace et al. 2003). از این‌رو مدیریت پایدار منابع آبی، باید به تأمین نیازهای نسل حاضر و آتی و حفظ یکپارچگی محیط زیستی و هیدرولیکی بپردازد. انعطاف‌پذیری و سازگاری دو جزء بنیادین برای دستیابی به تاب‌آوری هستند که از طریق مدیریت پایدار قابل حصول هستند. مدیریت پایدار نوعی مدیریت مشترک سازگارانه و ترکیبی از دو رویکرد مدیریت پیچیدگی و عدم قطعیت است. مدیریت سازگارانه رویکرد علمی، یادگیری توأم با عمل است که با استفاده از بازخوردهای سریع اطلاعات علمی بروز انجام می‌پذیرد و مدیریت مشترک از طریق مشارکت سیستم‌های مختلف به مرحله اجرا در می‌آید (Armitage et al. 2008; Wilkinson 2012). مدیریت سازگارانه یک فرایند بازخورد اطلاعات است، در حالی‌که مدیریت مشترک، فرایند بازخورد گروه‌های ذی‌نفع و ذی‌نفوذ است. ترکیب این دو بازخورد، زمینه‌ای را برای افزایش پاسخ‌های سیستمی در برابر انواع تقاضا ایجاد می‌نماید؛ بنابراین می‌توان عنوان نمود که مدیریت پایدار منابع آب هر دو رویکردی مدیریتی را برای سازگاری بیشتر و یکپارچگی منابع آب شهری فراهم می‌آورد (Keath and Brown 2009; Brown

et al. 2009). به دیگر بیان، مدیریت سازگارانه مشارکتی با ارائه راه‌حل‌های متنوع و انعطاف‌پذیر در مقیاس‌های چندگانه، ابعاد مختلف تکنیکی، اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی را در نظر گرفته و زمینه‌ساز پایداری و انعطاف‌پذیری بیشتر است (Keath 2009; Brown and.Brown et al. 2011). امروزه تغییر شرایط اقلیمی و شیوه‌های نامناسب بهره‌برداری از منابع آبی، بحران‌های کیفی و کمی منابع آب را به‌ویژه در مناطق کویری رقم‌زده است. همین امر بر لزوم مدیریت صحیح و پایدار منابع آبی در مقیاس‌های مختلف تأکید می‌ورزد.

۲-۲- چالش‌های منابع آبی

امروزه فعالیت‌هایی نظیر حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، راندمان پایین آبیاری، سیستم‌های نامناسب عرضه آب، عملکرد ضعیف شبکه‌های توزیع، عدم وجود سیستم‌های جمع‌آوری هرزآب، تصفیه و تخلیه فاضلاب‌ها، منجر به افت سطح ایستابی آب، کاهش کیفیت آب، افزایش آلودگی و فرونشت اراضی شده است. همچنین عدم تخصیص بهینه منابع آب به‌عنوان یک دارایی مشترک، عدم ارزش‌گذاری صحیح و دیدگاه بخشی‌نگر زمینه‌ای را برای بروز درگیری‌های سیاسی ایجاد نموده است. جدول (۱) مجموعه چالش‌های منابع آب را از دیدگاه صاحب‌نظران به‌اختصار بیان می‌کند.

جدول ۱- چالش‌های مدیریت منابع آب

Table 1 Water Resources Challenges

بخش	چالش	رفرنس
	مدیریت تقاضا	Dawadi and Ahmad (2013); Van Rensburg (2016)
	مشکلات کیفیت آب	Daigger (2009); Van Rensburg (2016)
	هزینه اتخاذ فناوری جدید	Schaible and Aillery (2012); Marlow et al. (2013)
شهری	رشد سریع شهری	Jiang (2009); Van Rensburg (2016)
	درگیری سیاسی	Gleick (2014); Conde (2014)
	اتلاف آب و هرزآب‌ها	Kaveh and Hosseini (2009); Daigger (2009)
	عدم تخصیص بهینه منابع آب	Le Maitre and Colvin (2009); Van Rensburg (2016)
	هزینه زیرساخت‌ها به‌منظور آبیاری	Inocencio et al. (2007)
کشاورزی	استفاده غیرمسئولانه از یارانه‌ها	Russo et al. (2014)
	راندمان پایین آبیاری	Inocencio et al. (2007); Haghighi (2013)
	تخصیص بیش‌ازحد منابع آب	Le Maitre and Colvin (2009)
صنعتی	استفاده غیرمسئولانه از یارانه‌ها	Russo et al. (2014)
	عدم شبکه جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب	Inocencio et al. (2007); Jiang (2009); Daigger (2009)
محیط	اولویت‌های توسعه اقتصادی	Tiwari and Joshi (2011)
طبیعی	تخریب اکوسیستم‌ها	Van Rensburg (2016)
	بحران‌ها و مخاطرات طبیعی	Van Rensburg (2016)
اجتماعی -	دیدگاه تجریدی و بخشی‌نگر	Gleick (2014); Conde (2014)
فرهنگی	عدم ارزش‌گذاری اقتصادی آب	Schaible and Aillery (2012); Van Rensburg (2016)
	عدم صرفه‌جویی در مصرف آب	Le Maitre and Colvin (2009)

۲-۳- مقایسه روش‌های سنتی و جایگزین مدیریت منابع آبی

مطالعات مختلف به بررسی و مقایسه سیستم‌های مدیریت منابع آب به‌صورت سنتی و روش‌های جایگزین در جهت دستیابی به مدیریت پایدار منابع آبی اشاره نموده‌اند، اگرچه بسیاری از پارامترهای مذکور در مورد سازه‌های آبی سنتی ایران صادق نیست، بااین‌حال می‌تواند در ارائه چارچوب اجرایی مدیریت پایدار منابع آب، مثمرثمر واقع شود. جدول (۲) به مقایسه روش‌های سنتی و روش‌های جایگزین مدیریت منابع آب از دیدگاه صاحب‌نظران می‌پردازد.

جدول۲- مقایسه روش‌های سنتی و جایگزین مدیریت منابع آب

Table 2 Comparison of traditional and alternative water resources management methods

پارامتر	روش‌های سنتی	محققین	روش‌های جایگزین	رفرنس
کمیت آب	افزایش تقاضا برای آب و ایجاد تنش در سیستم آبی	Raucher and Tchobanoglous (2014)	کاهش تقاضای آب با طراحی سیستم‌های تاب‌آور	Gikas and Tchobanoglous (2009); Tchobanoglous and Leverenz (2013)
کیفیت آب	آلودگی آب، شوری آب	Raucher and Tchobanoglous (2014)	مدل‌سازی، ارزیابی و مدیریت منابع آب با استفاده از یک رویکرد سیستمی	Gikas and Tchobanoglous (2009); Tchobanoglous and Leverenz (2013)
مصرف انرژی	استفاده شدید از سوخت‌های فسیلی	NACWA (2008); Griffiths-Sattenspiel and Wilson (2009); California Energy Commission (2015)	استفاده بالقوه از انرژی تجدیدپذیر و کاهش مصرف انرژی	Heidrich et al. (2011); McCarty et al. (2011)
هرزآب و فاضلاب	تخلیه فاضلاب به پهنه‌های آبی و خشکی	NACWA (2013); U.S. Environmental Protection Agency (2014)	فرایندهای طبیعی و مصنوع تصفیه فاضلاب	Environmental Protection Agency (2014)
هزینه‌های مستقیم	زیرساخت‌های ناکارآمد و پرهزینه	Grant et al. (2012); American Society of Civil Engineers (2013)	سیستم‌های کم‌هزینه متناسب با مقیاس جامعه	Grant et al. (2012); Libralato et al. (2012); Maurer (2013)
ویژگی‌های بوم‌شناسی	اختلال در چرخه‌های طبیعی آب، تخریب زیستگاه آبی	Pereira et al. (2012)	حفظ بوم‌سازگان، چرخه‌های آبی، بیلان طبیعی آب	Pereira et al. (2012)
ویژگی‌های فرهنگی	توزیع غیرعادلانه منابع آب	Childers et al. (2014)	لزوم مشارکت گروه‌های ذی‌نفع و ذی‌نفوذ- توزیع عادلانه منابع آب	Wendel et al. (2011); Gardner and Sharma (2013); Mazzotta et al. (2014)

اکثر سیستم‌های پایدار منابع آب شامل ترکیبی از سیستم سنتی و جدید است که سازگار با طبیعت می‌باشد (Bloetscher 2012; Scott et al. 2012). این سیستم‌ها ایمنی و سلامت عمومی را تضمین نموده و ترمیم‌کننده سیمای سرزمین است (Scholz 2010). مهم‌ترین اهداف مدیریت پایدار منابع آب در بخش‌های شهری، کشاورزی، صنعتی و بوم‌سازگان طبیعی، شامل تأمین تقاضای آب، انعطاف‌پذیری و پایداری زیرساخت‌های تأمین آب، سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب و پساب، تصفیه و استفاده مجدد آب، تأمین امنیت آبی، امنیت غذایی، حفاظت از محیط‌زیست، حفاظت از منابع، کاهش آلودگی، حفاظت از خدمات اکوسیستمی، حفظ و احیاء عملکردهای طبیعی، تاب‌آوری در مقابل بحران و پایداری بوم‌شناسی است. بدین منظور شناخت ساختار و عملکرد سیستم‌های مدیریت منابع آب و چگونگی تعامل با محیط‌های مختلف در تأمین عملکرد کارآمد و پایدار، از اهمیت زیادی برخوردار است. شکل (۱) چارچوب نظری مطالعه حاضر را با توجه به اهمیت ساختار و عملکرد سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری در جهت ارائه الگوی مدیریت پایدار منابع آب به تصویر می‌کشد.

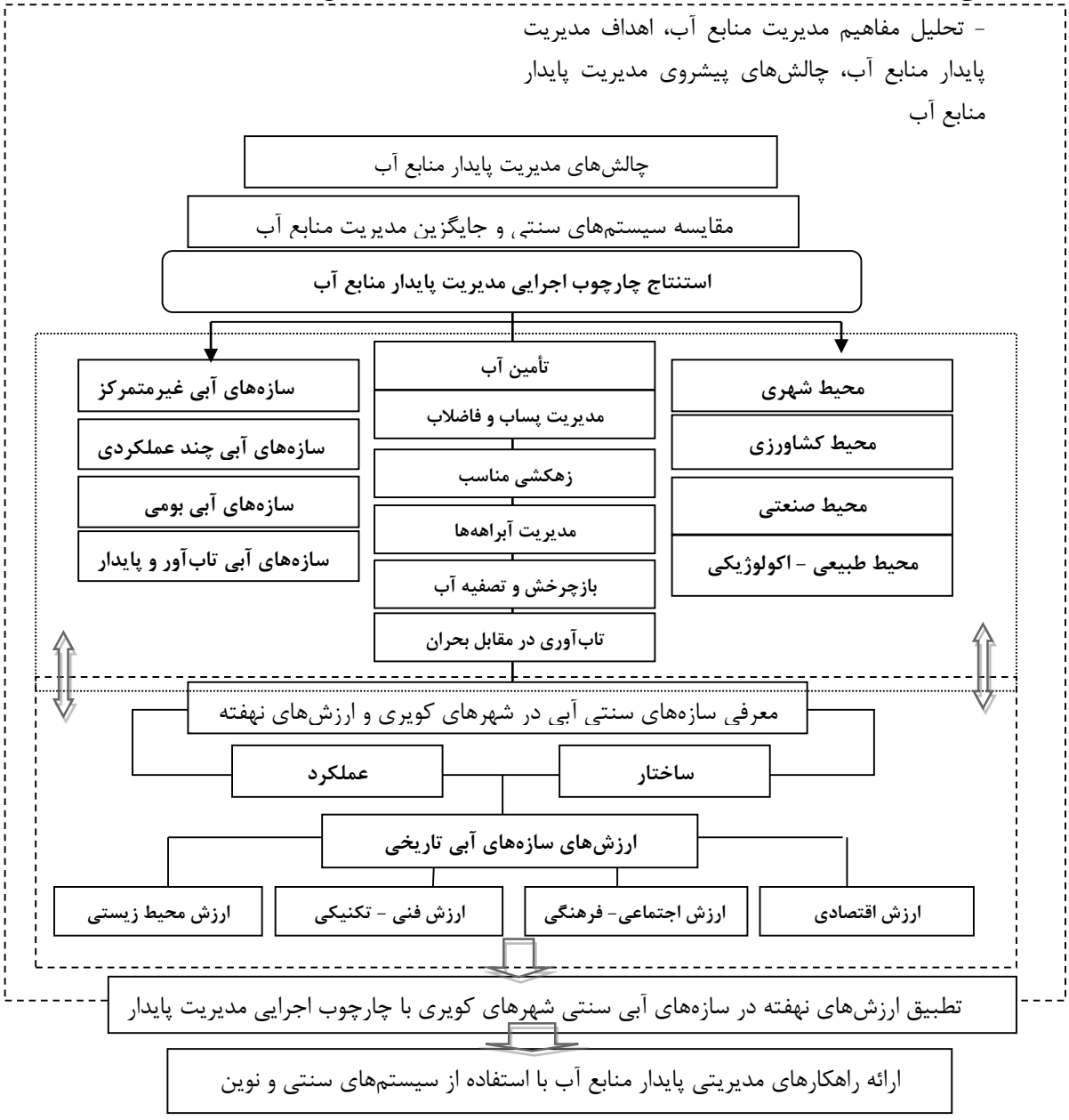
۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- روش مطالعه

این مطالعه یک بررسی استنتاجی- تطبیقی است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات، مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی اسناد

و منابع مکتوب است که ضمن تحلیل مفاهیم مدیریت منابع آب و بررسی اهداف مدیریت پایدار منابع آب، به استنتاج چارچوب اجرایی مدیریت پایدار منابع آب و تطبیق این مفاهیم با کارکردهای سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری پرداخته شد. لذا گام‌های پژوهش را می‌توان به‌صورت زیر برشمرد:

- تحلیل مفاهیم مدیریت منابع آب، اهداف مدیریت پایدار منابع آب، چالش‌های پیشروی مدیریت پایدار منابع آب
- استنتاج چارچوب اجرایی مدیریت پایدار منابع آب
- بررسی سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری یزد و استنتاج ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی
- تطبیق ارزش‌های نهفته در ساختار و عملکرد سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری با چارچوب اجرایی مدیریت منابع آب



شکل ۱- چارچوب نظری تحقیق

Fig. 1 Theoretical framework of research

۳-۲- منطقه موردمطالعه

شهر یزد از نظر جغرافیایی و آب و هوایی از مناطق گرم و خشک است و همیشه با مشکل کم‌آبی و خشک‌سالی روبرو بوده است. از این‌رو از منابع سطحی کمتر بهره برده و نیازهای بشری برای مصارف مختلف شهری، فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی از طریق منابع آب

زیرزمینی تأمین می‌شود. وجود آثار باقی‌مانده از سازه‌های آبی، نمونه‌هایی از نبرد مردم این خطه کویری با دیو خشکی و بی‌آبی بوده است. لذا سازه‌های آبی شکل‌گرفته در این نواحی به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین ساختارهای تأمین منبع حیات، از دیروز تا امروز، تأثیر بسزایی در شکل‌گیری و اثربخشی فضاهای شهری و روستایی داشته است. بر این اساس شناخت دقیق سازه‌های آبی این مناطق، به‌عنوان فن‌های بومی سازگاری با طبیعت و شرایط محیطی، با توجه به تاریخچه و سابقه آن و نقش آن‌ها در شکل‌گیری و حیات اجتماعات شهری و روستایی بسیار ضروری است.

۳-۳- سازه‌های آبی موردمطالعه

۳-۳-۱- قنات

قنات، سازه‌ای برای انتقال و بهره‌برداری از آب است که دارای مزایای متعدد نظیر، کاهش هرز روی آب و کاهش میزان تبخیر به‌دلیل کانال‌کشی زیرزمینی، کاهش میزان مصرف انرژی به‌دلیل جریان آب بر اساس نیروی ثقل، حفظ بیلان طبیعی آب، کاهش تخریب محیطی، حفظ بوم‌سازگان طبیعی، عدم نیاز به تجهیزات و وسایل پیچیده، کاهش هزینه‌ها و ... است.

۳-۳-۲- آب‌انبار

آب‌انبار حوض یا استخر سرپوشیده‌ای است که برای ذخیره آب معمولاً در زیرزمین ساخته می‌شده است. ساختمان آب‌انبارها متشکل از ۱- خزینه و یا تنوره: محل انبار کردن آب و اصلی‌ترین عنصر آب‌انبار (برای پیش‌گیری از فشاری که آب بر دیوارها وارد می‌آورد و استفاده از قابلیت خاک به‌عنوان عایق حرارتی خزینه را درون زمین می‌ساختند)، ۲- راچینه: پلکان دسترسی به پاشیر، ۳- پاشیر: جایگاه دسترسی به آب در آب‌انبار همراه با سکوهایی برای نشستن در دو سمت پاشیر، حفره‌هایی برای انتقال آب به کانال‌های زیرزمینی و هواکش در سقف برای تبادل هوا، ۴- بادگیر: هدایت باد مناسب به داخل آب‌انبار و خنکی هوای داخل به سبب گردش هوا را موجب می‌شود.

۳-۳-۳- یخچال

عناصر تشکیل‌دهنده یخچال‌ها عبارت‌اند از:

- دیوار سایه‌انداز: دیوار بسیار طویل و بلندی می‌باشد که ارتفاع آنگاه تا ۱۰m می‌رسد و در طول روز از تابش آفتاب بر آب‌های منجمد شده در حوضچه‌ها جلوگیری می‌کند.
- حوضچه‌های تهیه یخ: گودال مستطیل شکلی که به‌موازات دیوار سایه‌انداز و در بخش شمالی حفرشده و طول آن اندکی کمتر از طول دیوار و عمق آن ۵۰- cm ۳۰ و گاه بیشتر بوده است.

۳- مخزن یخ: این مخازن معمولاً در پشت دیوار سایه‌انداز و در بخش جنوبی آن می‌باشد. انبار یخ نیز گودال‌های عمیق و بزرگی هستند که در وسط مخزن یخ حفرشده‌اند. شکل این گودال‌ها در یخچال‌های گنبددار به‌صورت دایره با شعاعی تا حدود m ۴ و گاه بیشتر می‌باشد.

۳-۳-۴- پایاب‌ها

پایاب سازه آبی وابسته به قنات است. در شهرهای کویری احداث پایاب‌های خانگی و عمومی در محلات برای دسترسی مردمان به آب جهت رفع نیازهای شرب و یا استراحت در فضای خنک و مطبوع پایاب معمول بوده است. پایاب علاوه بر تسهیل در استفاده از آب دارای کارکرد اجتماعی ویژه می‌باشد: نخست نقش آسایش بخشی آن و دیگر نقش پایدارسازی دفاع از شهر. پایاب متشکل از پلکان زیاد و معمولاً در میان مسیر، دارای پاگردهایی با اتاق‌هایی کوچک برای استراحت است و بدین‌صورت فضاهایی خنک بدون نیاز به انرژی الکتریکی و آلوده کردن محیط‌زیست ایجاد می‌شده است.

۳-۳-۵- آسیاب‌های آبی

آسیاب‌های آبی از دیرباز، با توجه به شیوه معیشت اقتصادی متکی بر کشاورزی و نیاز روزافزون جوامع به غلات، نقش به‌سزایی در چرخه نظام اجتماعی شهرها و روستاها، ایفا می‌کرده است. آسیاب‌های آبی از دو قطعه سنگ پهن گرد که برهم قرار می‌گیرد، تشکیل‌شده است. در قسمت پایین محل تعبیهٔ سنگ آسیاب، جسم پره‌داری (گوی) به میله وصل می‌شود که با استفاده از نیروی آب پره‌ها و در نتیجه سنگ‌های آسیاب به حرکت درمی‌آید. بدین شکل انرژی موردنیاز آسیاب از طریق آب تأمین می‌شود.

۳-۳-۶- آب‌بندها

آب‌بندها و استخرهای تقسیم آب با محاسبات ریاضی پیچیده طراحی می‌شدند که تقسیم‌کننده و تأمین‌کننده آب موردنیاز روستائیان و کشاورزان بودند. این استخرها غالباً در مسیر چشمه‌ها و نهرهایی که آب‌دهی اندکی داشتند، ساخته می‌شدند تا با جمع‌آوری آب در زمان، در طول شبانه‌روز یک یا دو بار تخلیه‌شده و از آب جمع‌شده در پشت دیواره استخر برای آبیاری مزارع، باغ‌ها و یا پر کردن آب‌انبارهای شهر استفاده می‌کردند.

۴ - یافته‌ها و بحث

مطالعه سازه‌های آبی موردبررسی، مجموعه سازه‌های سیستم مدیریتی غیرمتمرکز و چندعملکردی را متجلی می‌سازند. به‌گونه‌ای که بهره‌برداری از آب زیرزمینی در حد ظرفیت قابل‌برداشت سفره است. حفظ کیفیت آب و کمیت آب باعث تداوم کشاورزی و بهبود اراضی می‌گردد. بهره‌برداری با نظام کشت و الگوی مناسب انجام می‌پذیرد. همکاری گروهی قوی است. تأمین آب موجب حفظ سکونتگاه‌های شهری و روستایی است. فرایندهای آبخیزداری، احداث بندها و... موجب مدیریت سیلاب، بهبود سیکل طبیعی جریان‌های سطحی و تغذیه سفره های آب زیرزمینی می‌شود. یک سیستم غیرمتمرکز، یک کنترل توزیع‌شده است که تعاملات محلی و شبکه‌ای بین مؤلفه‌ها (مانند مدیریت آب آشامیدنی، تأمین آب موردنیاز، کاهش مصرف انرژی، تصفیه آب) در آن به انجام می‌رسد و نظم و هماهنگی را بر اساس اطلاعات خاص محلی ایجاد می‌نمایند (Tchobanoglous and Leverenz 2013). سیستم‌های غیرمتمرکز دارای قابلیت از بین بردن محدودیت در خدمات آب و فاضلاب محلی، ارتقاء زیرساخت‌های تخلیه آب، حفاظت از محیط‌زیست، ارتقاء معیارهای پایداری، حفاظت از آب، ارتقاء امکانات محلی و پیشرفت فناوری هستند (Gardner and Sharma 2013). این سیستم‌ها فرصت‌های بیشتری را برای تصفیه آب، انتقال و مدیریت مجدد منابع فراهم می‌آورد و سیستم‌هایی باقابلیت انعطاف‌پذیری بالا و بهینه‌سازی بهره‌برداری از آب هستند. سازه‌های آبی تاریخی سازه‌هایی غیرمتمرکز بودند که انتقال آب از مناطق فرادست شهری را برای تأمین آب به‌منظور مصارف شهری، کشاورزی و صنعتی موجب می‌شدند، این سازه‌ها با طراحی مقاوم و سازگار با شرایط بومی، ضمن حفظ انرژی و منابع، نیازهای ساکنین مناطق شهری را در فصول مختلف تأمین می‌نمودند. همچنین بهره‌برداری متناسب باقابلیت و ظرفیت بارش و سطوح سفره‌های آب زیرزمینی انجام می‌پذیرفته است تا ضمن حفظ بیلان طبیعی آب، عدالت در بین بهره‌برداران آب حفظ شود. به‌عبارتی سازه‌های آبی تاریخی، نه‌تنها با عملکردهای چندگانه انتقال، ذخیره، بهره‌برداری، استحصال آب و تغذیه آبخوان به تأمین نیازهای اجتماعی و حفظ فرایندهای اکولوژیک می‌پرداختند، بلکه این عملکردها را در مقیاس‌های متعدد فراشهری، شهری و فروشهری طراحی می‌نمودند. شکل (۲) مدل مفهومی تطبیقی- استنتاجی ساختار و عملکرد سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری با چارچوب مدیریت پایدار منابع آب را به تصویر می‌کشد.

نظر به این‌که عوامل مختلفی همچون فاکتورهای هیدرولوژی محلی، دسترسی به منابع آب، تقاضای آب، موقعیت مکانی، انرژی، مدیریت آبخوان و زیرساخت‌های موجود، بر انتخاب سیستم مدیریت بهینه منابع آب نقش دارند، هیچ راه‌حلی در تمام مقیاس‌های زمانی و مکانی و شرایط محیطی به یک اندازه کارا نیست. تلاش باید متمرکز بر ارائه سیستم‌های مدیریتی باشد که به‌طور بالقوه بتواند بر مبنای اصول ترمودینامیک در مقیاس‌های فضایی-زمانی برای حل مسائل سیستم‌های آبی راه‌گشا باشد. بر این اساس درک مفاهیم و ارزش‌های نهفته در سازهای آبی تاریخی که پایداری و تاب اوی خود را برای قرن‌ها به اثبات رسانده‌اند و حلقه ارتباطی بین نیازهای انسانی و حفظ فرایندهای اکولوژیک بودند از اهمیت به-سزایی برخوردار است و اگرچه که هدف تقلید صرف از سازه‌های سنتی نیست، اما مجموعه راه‌کارهای ترکیبی روش‌های سنتی و مدرن در مدیریت پایدار منابع آبی پیشنهاد می‌شود که نه‌تنها استنتاج از مطالعه سازه‌های آبی تاریخی موردبررسی است، بلکه توسط پژوهش‌گران مختلف طی دهه گذشته در راستای حصول مدیریت پایدار منابع آبی بر آن تأکید شده است و به اختصار در جدول (۳) مطرح می‌شوند.

شکل ۲- مدل تطبیقی ساختار و عملکرد سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری با چارچوب مدیریت پایدار منابع آب

Fig. 2 Adaptive model of structure and function of historical water structures in desert cities with sustainable water resources management framework

جدول ۳- راه‌کارهای پیشنهادی ترکیبی روش‌های سنتی و مدرن در مدیریت پایدار منابع آبی

Table 4 Proposed solutions combining traditional and modern approaches for sustainable water resource management

راه‌کار	توضیحات	رفرنس
زه‌کشی و ذخیره‌سازی آب سطحی	سیستم کنترل آب‌های سطحی، منجر به کنترل رواناب، کاهش اتلاف آب، افزایش نفوذپذیری در خاک، تغذیه سفره‌های زیرزمینی و ذخیره‌سازی آب می‌شود.	Biazin et al. (2012); Oweis and Hachum (2012); Fletcher et al. (2015); Larson et al. (2016)
افزایش بهره‌وری از آب	فرایندهای تصفیه (فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی)، بازچرخش آب و استفاده مجدد از آب فرایندی جهت افزایش بهره‌وری آب است.	Grant et al.(2012); Pereira et al. (2012); Van Rensburg (2016); Larson et al. (2016)
پیشگیری از آلودگی منابع آب	کاهش استفاده از آلاینده‌ها، وجود سیستم‌های تفکیک فاضلاب و سیستم‌های غیرمتمرکز تصفیه فاضلاب می‌تواند پشتیبانی برای سلامت منابع آبی باشد.	Fulton et al. (2013); Chowdhury (2015)
سیستم‌های تصفیه توزیعی و غیرمتمرکز	سیستم‌های تصفیه توزیعی و غیرمتمرکز می‌تواند نیاز به زیرساخت‌های متمرکز بزرگ را کاهش دهد. این سیستم‌ها در کوتاه‌مدت قابل‌اجرا هستند و نیاز به سرمایه‌گذاری اندکی دارند و در شهرهای کوچک با زیرساخت‌های ضعیف قابل‌اجرا می‌باشند.	Antoniadis et al. (2010); Gardner and Sharma (2013); Tchobanoglous and Leverenz (2013); Larson et al. (2016)

ادامه جدول ۳

اصلاحات سازمانی و نهادی و قوانین	بسیاری از وضعیت‌های نامناسب ناشی از تصمیمات نادرست دولتی در سطوح مختلف است و نیازمند اصلاحات سازمانی و نهادی می‌باشند. بدین منظور مشارکت بخش خصوصی، مدیریت پایین به بالا و تمرکززدایی به‌عنوان اکسیر پیشنهادی مطرح است.	Pahl-Wostl (2007); Benzerra et al. (2012); Larson et al. (2016)
مشارکت گروه‌های ذی‌نفع و ذی‌نفوذ	هماهنگی و انسجام بین گروه‌های ذی‌نفع و ذی‌نفوذ از طریق همکاری سازمان‌ها، نهادها، تشکل‌ها، شوراها در فرایندهای تصمیم‌گیری و مدیریت منابع مشترک منجر به لحاظ نمودن بازخوردهای گروه‌های مخاطب شده و زمینه‌ای را برای مدیریت پایدار و ارتقاء تاب‌آوری فراهم می‌آورد.	Pearson et al. (2009); De Stefano et al. (2010); Voza et al. (2012); Starkl et al. (2013)
بهبود ساختار ارزش‌گذاری آب	ارزش‌گذاری اقتصادی آب، یک ابزار ساده برای توسعه کارآمد خدمات آب است. گزاره ارزش‌گذاری اقتصادی آب زمینه‌ای را برای فرایند تصمیم‌گیری یکپارچه در زمینه تخصیص منابع کمیاب فراهم می‌آورد.	Dinar and Mody (2004); Kumar et al. (2013)
0بهبود خدمات اکوسیستمی، تعریف سطوح تاب‌آوری	سامانه‌های نفوذ آب سطحی برای تغذیه آب زیرزمینی، خاک‌های نفوذپذیر لومی- ماسه‌ای، ماسه و شن ارتقاء پوشش‌های گیاهی برای افزایش سطوح نفوذپذیر، کاهش تغییر کاربری اراضی زمینه‌ای را برای بهبود تغذیه آبخوان، کاهش سیلاب و خطرات ناشی از آن فراهم می‌آورد.	Rajagopal-Durbin and Durbin (2008); Chapin et al. (2010)
تخصیص بهینه آب، مدیریت آبیاری،	مجموعه فعالیت‌ها که با تخصیص بهینه آب در بخش‌های مختلف به بهره‌برداری بهینه و پایدار منابع آب سطحی و زیرزمینی پرداخته و با سیستم‌های زهکشی و تصفیه فاضلاب، آلودگی آب را به حداقل رسانده و عوامل تأثیرگذار بر آب‌های محلی را مدیریت می‌کنند.	Georgiou and Papamichail (2008); Schaible and Aillery (2012)
آموزش و فرهنگ‌سازی	آگاهی از وضعیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، نحوه تشکیل آبخوان، از بین رفتن سرمایه‌های طبیعی، تجاوز به حقوق دیگران، از بین رفتن کشاورزی و افزایش بیکاری ازجمله مواردی است که می‌تواند به‌عنوان فرهنگ نحوه صحیح استفاده از آب قلمداد شود.	Marks and Zadoroznyj (2005)
مدیریت سیلاب و تغذیه آبخوان	در اقلیم‌های خشک، بارش‌های سیل‌آسا و موسمی گاهی باعث تخریب و اتلاف آب می‌شود. سیل بندها که برای جلوگیری از این پدیده مخرب استفاده می‌شوند، می‌توانند وسیله‌ای برای تغذیه مصنوع آب‌های زیرزمینی باشند.	Ellis 2013; Pizzol Scotti (2013); Fletcher et al. (2015) Larson et al. (2016)
زیرساخت سبز	زیرساخت‌های سبز زمینه‌ساز مدیریت چرخه آب، حداقل رسوب‌گذاری ناشی از آب، افزایش و تقویت ذخیره آب، حفظ ارزش‌های محیط زیستی مرتبط با آب، تصفیه آب فاضلاب، تقویت استفاده مجدد از آب بارش، کاهش نیازهای آبیاری، حفظ سطوح نفوذپذیر، تغذیه آبخوان و حفظ سیکل طبیعی جریان‌های رودخانه‌ای است.	Fulton et al. (2013); Chowdhury (2015); Botha et al. (2015); Bouma et al. (2016)

۵ - نتیجه‌گیری

مطالعه ساختار، عملکرد و نظام مدیریتی حاکم بر سازه‌های آبی تاریخی شهر کویری یزد، حاکی از آن است که:

۱-به‌رغم نقاط ضعف بسیاری از سیستم‌های سنتی، این سازه‌ها هماهنگی زیادی با چارچوب مدیریت پایدار منابع آبی داشته‌اند و ضمن تأمین نیازهای انسانی و سازگاری با شرایط محیطی از حداکثر کارایی در زمان خود، برخوردار بوده‌اند.

۲-تجدیدنظر و بازبینی دیدگاه‌های مدیریتی منابع آب و حرکت از یک دیدگاه مبتنی بر اصول مهندسی صرف که اساساً بر تأمین آب تأکید دارد، به یک دیدگاه فرابخشی مبتنی بر مدیریت بهینه، همراه با حفظ ابعاد اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی، نقش اساسی در تأمین اهداف توسعه پایدار ایفا می‌نماید.

۳-بازآفرینی نظام‌های حاکم بر ساختار و عملکرد سازه‌های آبی تاریخی، به‌منظور ارائه سازه‌های آبی غیرمتمرکز و چندعملکردی، که مبتنی بر بنیان‌های فکری سازه‌های سنتی و مدرن است، می‌تواند متناسب با الگوهای مدیریت پایدار منابع آب گام برداشته و زمینه‌ساز پایداری در تمامی ابعاد آن باشد.

References

American Society of Civil Engineers. (2013). Report Card for America's Infrastructure. American Society of Civil Engineers: Reston, VA, USA.

Antoniadis A., Takavakoglou V., Zalidis G., Darakas E. and Poulios I. (2010). Municipal wastewater treatment by sequential combination of photocatalytic oxidation with constructed wetlands. Catal. Today. 151, 114–118.

Armitage D. R., Plummer R., Berkes F., Arthur R. I., Charles A. T., Davidson-Hunt I. J., Diduck A. P., Doubleday N. C., Johnson D. S. and Marschke M. (2008). Adaptive co-management for social-ecological complexity. Front. Ecol. Environ., 7, 95–102.

Benzerra A. Cherrared M. Chocat B. Cherqui F. and Zekiouk T. (2012). Decision support for sustainable urban drainage system management: A case study of Jijel, Algeria. J. Environ. Manag., 101, 46–53.

Biazin B. Sterk G. Temesgen M. Abdulkedir A. and Stroosnijder L. (2012). Rainwater harvesting and management in rainfed agricultural systems in sub-Saharan Africa—A review. Phys. Chem. Earth Parts A/B/C., 47–48, 139–151.

Bloetscher F. (2012). Protecting people, infrastructure, economies, and ecosystem assets: Water management in the face of climate change. Water, 4, 367–388.

Botha J. J., Anderson J. J. and Van Staden P. P. (2015). Rainwater harvesting and conservation tillage increase maize yields in South Africa. Water Resour. Rural Develop., 6, 66–77.

Bouma J. A., Hegde S. S. and Lasage R. (2016). Assessing the returns to water harvesting: A metaanalysis. Agri., Water Manag., 163, 100–09.

Brown R. Ashley R. and Farrelly M. (2011). Political and professional agency entrapment: An agenda for urban water research. Water Resour. Manag., 25, 4037–4050.

Brown R., Keath N. and Wong T. (2009). Urban water management in cities: Historical, current and future regimes. Water Sci. Technol., 59, 847–855.

California Energy Commission. (2005). California's Water–Energy Relationship. Available online: http://www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-700-2005-011/CEC-700-2005-011-SF.PDF (accessed on 24 August 2019).

Chapin F. S., Carpenter S. R., Kofinas G. P., Folke C., Abel N., Clark W. C., Olsson, P., Smith D. M. S., Walker B. and Young O. R. (2010). Ecosystem stewardship: Sustainability strategies for a rapidly changing planet. Trends Ecol. Evol., 25, 241–249.

Childers D. L., Pickett S. T. A., Grove J. M. and Ogden L. (2014). Whitmer, A. Advancing urban sustainability theory and action: Challenges and opportunities. Landsc. Urban Plan., 125, 320–328.

Chowdhury R. K. (2015). Greywater reuse through a bioretention system prototype in the arid region. Water Sci. Technol., 72 (12), 2201–11.

Conde G. (2014). An indicator of conflict? Water in between Turkey, Syria and Iraq. Reg. Cohes., 4, 81–100.

Daigger G. T. (2009). Evolving urban water and residuals management paradigms: Water reclamation and reuse, decentralization, resource recovery. Wat. Env., 81, 809–823.

Dawadi S. and Ahmad S. (2013). Evaluating the impact of demand-side management on water resources under changing climatic conditions and increasing population. J. Environ. Manag., 114, 261–275.

De Stefano L., Edwards P., de Silva L. and Wolf A. T. (2010). Tracking cooperation and conflict in international basins: Historic and recent trends. Water Policy, 12, 871–884.

Dinar A. and Mody, J. (2004). Irrigation water management policies: Allocation and pricing principles and implementation experience. Nat. Resour. Forum, 28, 112–122.

Durán-Sánchez A., Álvarez-García J. and Cruz del Río-Rama M. D. L. (2019). Sustainable Water Resources Management: A Bibliometric Overview. Water,10, 1191.

Ellis J. B. (2013). Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning. J. Environ. Plan. Manag., 56, 24–41.

Falamaki M. (2005). Native Architecture. Space Publications. Tehran.130 pp. [in Persian]

Fletcher T. D., Shuster W., Hunt W. F., Ashley R., Butler D., Semadeni-Davis A., Bertrand-Krajewski J-L., Mikkelsen P. S., Rivard G., Uhl M., Dagenais D. and Viklander M. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water J, 12(7), 525-542.

Fulton L. V., Bastian, N. D., Mendez, F. A. and Musal. R. M. (2013). Rainwater harvesting system using a non-parametric stochastic rainfall generator. Simul. Trans. Soc. Model. Simul. Int., 89(6), 693–702.

Gain A. K. Mondal M. S. and Rahman R. (2017). From flood control to water management: A journey of Bangladesh towards integrated water resources management. Water, 9, 55.

Gardner T. and Sharma A. (2013). Development of decentralized systems in Australia. In Source Separation and Decentralization for Wastewater Management; Larsen, T.A. Udert, K.M. Lienert, J. Eds. IWA Publishing: London, UK. 511–520.

Georgiou P. E. and Papamichail D. M. (2008). Optimization model of an irrigation reservoir for water allocation and crop planning under various weather conditions. Irrig. Sci., 26, 487–504.

Gikas P. and Tchobanoglous G. (2009). The role of satellite and decentralized strategies in water resources management. J. Environ. Manag., 90, 144–152.

Gleick P. (2014). Water, drought, climate change, and conflict in Syria. Weather Clim. Soc., 6, 331–340.

Grant S. B., Saphores J. D., Feldman D. L., Hamilton A. J., Fletcher T. D., Cook P. L. M., Stewardson M., Sanders B. F., Levin L. A. and Ambrose, R. F. (2012). Taking the "waste" out of "wastewater" for human water security and ecosystem sustainability. Sci., 337, 681–686.

Griffiths-Sattenspiel B. and Wilson W. (2009). The Carbon Footprint of Water; River Network: Portland, OR, USA.

Grigg N. S. (2008). Integrated water resources management: Balancing views and improving practice. Water Int., 33, 279–292.

Haghighi B. (2013). Improved management and optimal water consumption in the agricultural production process. Promotion plan of the Agricultural Research, Training and Promotion Organization:33. [in Persian]

Heidrich E. S. Curtis T. P. and Dolfing J. (2011). Determination of the internal chemical energy of wastewater. Environ. Sci. Technol., 45, 827–832. 67.

Inocencio A., Kikuchi M., Tonosaki M., Maruyama A., Merrey D., Sally H. and de Jong I. (2007). Costs and Performance of Irrigation Projects: A Comparison of Sub-Saharan Africa and Other Developing Regions; International Water Management Institute: Colombo, Sri Lanka.

Jiang Y. (2009). China's water scarcity. J. Environ. Manag. 90, 3185–3196.

Kave F. Hosseini S. A. (2009). Increasing Water Productivity in Aquatic Agriculture, 12th Iranian National Irrigation and Drainage Committee.111-112. [in Persian]

Keath N. and Brown R. (2009). Extreme events: Being prepared for the pitfalls with progressing sustainable urban water management. Water Sci. Technol., 59, 1271–1280.

Kumar M. D., Scott C. A. and Singh O. P. (2013). Can India raise agricultural productivity while reducing groundwater and energy use? Int. J. Water Resour. Dev., 29, 557–573.

Larsen T. A. Hoffmann S. Luthi, C. et al. (2016). Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world. Sci., 352(6288),928-933.

Le Maitre D., Colvin C. and Maherry A. (2009). Water resources in the Klein Karoo: The challenge of sustainable development in a water-scarce area. S. Afr. J. Sci., 105, 39–48.

Libralato G., Ghirardini A. V. and Avezzu F. (2012). To centralize or to decentralize: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. J. Environ. Manag., 94, 61–68

Marlow D. R., Moglia M., Cook S. and Beale D. J. (2013). Towards sustainable urban water management: A critical reassessment. Water Res., 47, 7150–7161.

Marks J. and Zadoroznyj M. (2005). Managing sustainable urban water reuse: structural context and cultures of trust. Soc. Nat. Resour., 18, 557–572.

Maurer M. (2013). Full costs, (dis-)economies of scale and the price of uncertainty. In Source Separation and Decentralization for Wastewater Management; Larsent, T.A. Udert, K.M. Lienert, J. Eds. IWA Publishing: London, UK. 85–100.

Mazzotta M. J., Besedin E. and Speers A. E. (2014). A meta-analysis of hedonic studies to assess the property value effects of low impact development. Resour., 3, 31–61.

McCarty P. L., Bae, J. and Kim J. (2011). Domestic wastewater treatment as a net energy producer—Can this be achieved? Environ. Sci. Technol., 45, 7100–7106.

Oweis T. Hachum A. (2012). Supplemental irrigation: A highly efficiency water use practice; International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA): Aleppo, Syria.

Pahl-Wostl C. (2007). Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. Water Resour. Manag., 21, 49–62.

Pearson L. J., Coggan A., Proctor W. and Smith T. F. (2009). A sustainable decision support framework for urban water management. Water Resour. Manag. 24, 363–376.

Pereira L. S., Cordery I. and Iacovides I. (2012). Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. Agric. Water Manag., 108, 39–51.

Pizzol M., Scotti M. and Thomsen M. (2013). Network Analysis as a tool for assessing environmental sustainability: Applying the ecosystem perspective to a Danish water management system. J. Environ. Manag., 118, 21–31.

Rajagopal-Durbin A. and Durbin T. J. (2008). Wells are not always water follies: Sustainable groundwater policies for the American west. Water Policy, 10, 145–164.

Raucher R. and Tchobanoglous G. (2014). The Opportunities and Economics of Direct Potable Reuse; Water Reuse Research Foundation: Alexandria, VA, USA.

Russo T., Alfredo K. and Fisher, J. (2014). Sustainable Water Management in Urban, Agricultural, and Natural Systems. Water, 6, 3934-3956

Schaible G. D. and Aillery M. P. (2012). Water Conservation in Irrigated Agriculture: Trends and Challenges in the Face of Emerging Demands; US Department of Agriculture, Economic Research Service: Washington, DC, USA.

Scholz M. (2010). Series: Green Energy and Technology. In Wetland Systems—Storm Water Management Control; Springer Verlag: Berlin, Germany.

Scott C. A., Bailey C. J., Marra R. P., Woods G. J., Ormerod K. J. and Lansey K. (2012). Scenario planning to address critical uncertainties for robust and resilient water–wastewater infrastructures under conditions of water scarcity and rapid development. Water, 4, 848–868.

Souza E. L. and Ghisi E. (2012). Potable water savings by using rainwater for non-potable uses in houses. Water, 4, 607–628.

Starkl M. Brunner N. Lo E. and Martı L. A. (2013). planning-oriented sustainability assessment framework for peri-urban water management in developing countries. Water Res., 47, 1–9.

Tchobanoglous G. and Leverenz H. (2013). The rationale for decentralization of wastewater infrastructure. In Source Separation and Decentralization for Wastewater Management; Larsen, T.A. Udert, K.M. Lienert, J. Eds. IWA Publishing: London, UK. 101–115.

The National Association of Clean Water Agencies (NACWA). (2008). Nacwa Financial Survey Summary: Highlighting Challenges in Utility Financing and Management; NACWA: Washington, DC, USA.

Tiwari P. C. and Joshi B. (2011). Environmental changes and sustainable development of water resources in the Himalayan headwaters of India. Water Resour. Manag., 26, 883–907.

U.S. Environmental Protection Agency. (2014). Combined Sewer Overflows. Available online: ttp://cfpub.epa.gov/npdes/home.cfm.

Van Rensburg P. (2016) Overcoming global water reuse barriers: The Windhoek experience. Int. J. Water Resour. Develop., 32(4), 622-636.

Voza D., Vukovic M., Carlson L. and Djordjević D. B. (2012). International water conflict and cooperation: The role of power relations among. Int. J. Humanit. Soc. Sci., 2, 56–66.

Wallace J. S., Acreman M.C.and Sullivan C. A. (2003). The sharing of water between society and ecosystems: From conflict to catchment–based co–management. Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci., 358, 2011–2026.

Wendel H. E. W., Downs J. A. and Mihelcic J. R. (2011). Assessing equitable access to urban green space: The role of engineered water infrastructure. Environ. Sci. Technol., 45, 6728–6734.

Wilkinson C. (2012). Social-ecological resilience: Insights and issues for planning theory. Plan. Theory, 11, 148–169.

Explaining Sustainable Water Resources Management System with Emphasis on the Hidden Values of Historic Hydraulic Structures (Case Study of Yazd Desert City)

Mehdi Yazdian [1] and Mahjabin Radaei [2*]

[1]Assist. Professor, Department of Civil Engineering, College of Engineering and Sciences, University of Science and Arts, Yazd, Iran

[2]Lecturer, Department of Civil Engineering, College of Engineering and Sciences, University of Science and Arts, Yazd, Iran

*Corresponding author: m.radaei@ut.ac.ir

Original Paper

Received: June 25, 2019 **Revised:** September 27, 2019 **Accepted:** October 22, 2019

Abstract

Water supply is considered as water democracy. Sustainable water resources management has been manifested in response to growing pressures from population growth, socio-economic development, climate change, and ecological degradation. Despite the long history of water structure engineering in Iran, there is always a lack of sustainable water resources management framework, and recreation of hidden values of historic hydraulic structures. The purpose of this study was to compare the characteristics of the historic hydraulic structures of desert cities with water resources'sustainable management criteria and the importance of restoration, protection and recreation of this historical heritage. This is an inferential-comparative study. Information gathering tools were library studies, review of written literature, and documents. Study of the structure, performance and management system of the historical hydraulic structures of Yazd Desert City indicated that despite the weaknesses of traditional systems, these structures have been in great harmony with the sustainable management framework for water resources. Therefore, modeling and recreating the values and systems governing the structure and functioning of these structures as the most fundamental factors in explaining the thought and practice of social and ecological life can provide the basis for sustainability in all its dimensions.

Key word: Executive Framework; Regeneration; Structure and Function; Sustainability; Water Resources.