



University of Tehran

Environmental

Hazards

Management



Home Page: <https://jhsci.ut.ac.ir>

Online ISSN: 2383-0530

Analyses of Landscape Ecological Restoration Strategies of Shiraz Khoshk River in the framework of Sustainable Urban Development, emphasizing Flood hazards Management*

Sanaz Haeri¹ | Mohammad Reza Masnavi^{2**}

1. Senior lecturer, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran. Email: haeri@shirazu.ac.ir

2. Correspondin Author, Faculty of Environment, Tehran university, Tehran, Iran. Email: masnavim@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Article

Article History:

Received 27 March 2023

Revised 24 May 2023

Accepted 21 June 2023

Published 21 June 2023

Keywords:

*Ecologic landscape,
Ecological restoration of urban river,
Flood Management,
Shiraz Khoshk River,
Sustainable urban development.*

ABSTRACT

This study is aimed at investigating and formulating strategies for the ecological restoration of the Khoshk River in Shiraz in the framework of sustainable urban development with a focus on flood management. Using an exploratory-correlative research method and library data, the most relevant literatures are reviewed and analyzed based on reliable historical documents, field observations, and remote sensing. These generates a theoretical model which identifies the effective ecological components and related strategies for urban river ecosystem restoration according to sustainable urban development framework. The model draws four stages of restoration including: river survey, strategy formulation, strategy implementation, and monitoring and evaluation. The ecological components and sustainable urban development framework form a process-based structure that enables the assessment of the ecological conditions of the Khoshk River with emphasis on flood management to restore the river system. Effective strategies for the ecological restoration of the Khoshk River include integrated catchment management in the Shiraz basin, protection and restoration of its ecological habitat, preventing the transfer of pollution from sewage and urban runoff into the streambed, filtering pollutants naturally with phytoremediation, implementing water harvesting schemes, controlling river flow rate, restoring river morphology in particularly usable areas in the southern and south-eastern regions of Shiraz. In addition, conducting other measures such as enhancing ecological flow systems, storing water in various locations in the green-blue corridors of the Shiraz Khosh(dried)River, and unleashing the entire riverbed from it asphalt side roads, as well as developing regulations and land-use restrictions for river buffer zones are essential actions in mitigating and management if urban flood risks and intensity.

Cite this article: Haeri, S., Masnavi, M. R. (2023). Analyses of Landscape Ecological Restoration Strategies of Shiraz Khoshk River in the framework of Sustainable Urban Development, emphasizing Flood hazards Management. *Environmental Hazards Management*, 10 (1), 71-89. DOI: <http://doi.org/10.22059/jhsci.2023.356409.771>



© Sanaz Haeri, Mohammad Reza Masnavi **Publisher:** University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jhsci.2023.356409.771>

Problem statement

Urban rivers are one of the vulnerable ecological environments that have usually been subject to environmental disturbance and degradation due to ongoing urban development. Their ecosystem structure thus has been disrupted, and they have been transformed into a constructed channel for the rapid transfer of polluted urban runoff and seasonal floods to the down streams. Their limits and boundaries thus have been occupied and turned into the roads and streets; and in order to control urban floods, their side-walls have been turned into impermeable rocks and concrete walls, losing their

* This article has been taken from Sanaz Haeri's Ph.D. thesis entitled "Deriving influential factors in the Urban River Restoration through an Ecological Landscape Approach: The Case of Khoshk River, Shiraz, Iran," and presents part of the findings of the research. This study was conducted under the supervision of Mohammad Reza Masnavi at Tehran University, Kish International Campus. Doctoral dissertation dependence was at December 2022.

natural form. Ultimately, the damages caused by urban development and human interference have disrupted the ecosystem of the urban rivers. Therefore, the restoration of the ecological nature of the rivers is necessary due to their important roles in the ecological performance and quality of life of cities. This research aims at analyzing and formulating strategies for the ecological landscape restoration and improvement of urban rivers functions, with a focus on the Khoshk river in Shiraz city Iran, within the framework of sustainable urban development.

Research Method

The research is conducted using an exploratory-correlational methodology, relying firstly on literature review of relevant research and valid historical documents; then there were field observations, and remote sensing data, which analyzed by the conventional-inferential method to identify ecological factors that are influential in improving urban rivers ecosystems and ecological performance. Finally, the synthesis of data analyses helped to develop and formulate the strategies and a framework for their implementation to mitigate urban floods and runoff in the sustainable urban development framework.

Results

Research findings suggest the identification of influential factors and features in the process of ecological landscape restoration of urban rivers namely: hydrological features, biodiversity, and morphology of urban rivers. A coherent planning approach within the framework of sustainable urban development is defined in four stages: a) river surveying, b) restoration strategies formulation, c) measuring conditions for implementation of strategies, and d) monitoring and evaluation during and after implementation. Then the major ecological factors and framework of sustainable urban development formed a theoretical model structure, according to which the Khoshk river ecosystems can be evaluated to regenerate the ecological conditions of the river.

Conclusion

Restoration of the Khoshk river of Shiraz based on ecological components is a path towards revitalizing the river ecosystems according to its natural characteristics. In this study, ecological-effective components based on review of literature on hydrology, biodiversity, and morphology have been identified. They encompass major ecological dimensions of the Khoshk river ecosystem and define its natural characteristics, functions, and ecosystem services. According to the theoretical framework of the research, related strategies for ecological landscape restoration of the Shiraz Khoshk river, been developed based on ecological components, and in a sustainable development structure. The restoration process that was developed in four stages: identifying the project objectives based on the river ecosystem's health, project development based on relevant strategies and solutions, implementing the project according to urban development and management plans, and monitoring and evaluating during and after the project's completion.

Effective strategies for ecological improvement of the Shiraz Khoshk river include integrated management of Shiraz basin watersheds, ensuring environmental conservation rights, preventing contaminated and sewage water flow from being transferred to the Khoshk river, use of bio remediation and native plants in purifying urban runoff and creating natural filtration, implementing watershed management plans, controlling flow rates, improving morphology of riverbanks, preserving and creating ecological habitats, storing current water in the Khoshk river bank, and developing riverbank land-use regulations.

It is anticipated that after the implementation of the project (phase one), the river ecosystem enters a new state (secondary) and should be re-identified and re-evaluated based on the ecological strengths and weaknesses of the ecosystem in order to develop and implement strategies and solutions for ecological landscape restoration. This process needs to be repeated in successive cycles until the river ecosystem is gradually restored, as urban rivers are affected by climate change, environmental hazards, urban development, and human interventions. Additionally, "ecosystem restoration based on such a process" requires ongoing monitoring and assessment to devise updated strategies under new conditions and ensure ecological sustainability of the river ecosystem. Thus, the theoretical model is formulated as follows (fig 1):

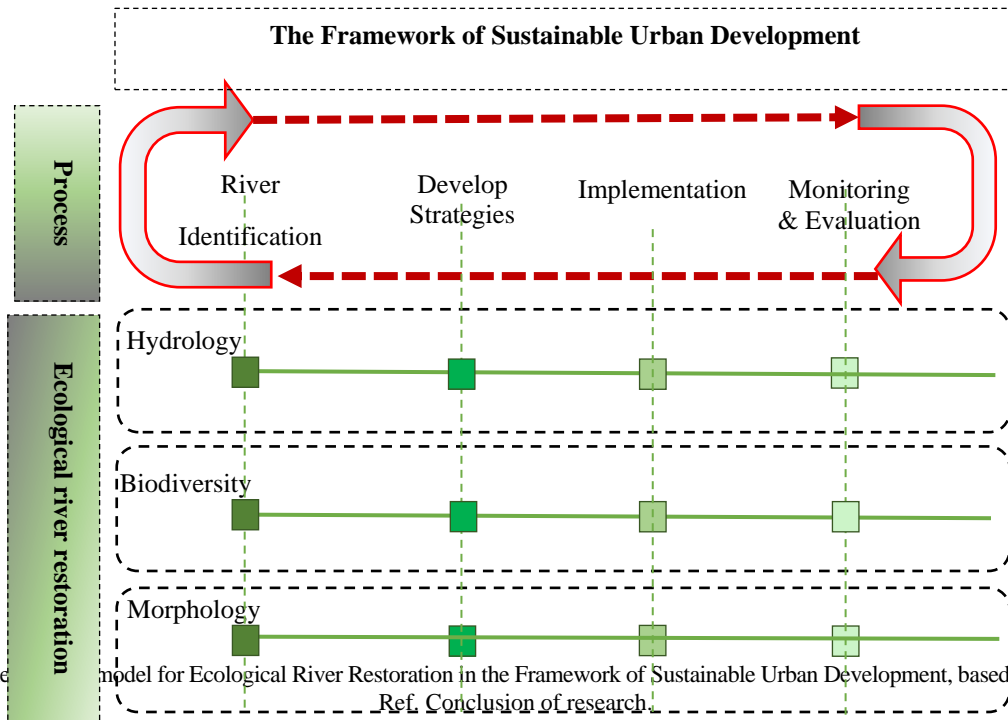


Fig.1. The model for Ecological River Restoration in the Framework of Sustainable Urban Development, based on process.

References

- Abfen, Water and soil treatment consultant engineering company. (2004). Studies of the first and second stages of Teng Sorekh Dam for the storage of Khoshk river floods. Transferring water to the northwest lands of Shiraz for the development of green space. First stage studies. Surface water studies report. Employer: Shiraz Municipality. (In Persian).
- Abdolazimi, H., Roshun, S., Shamsnia, S., Shahinifar, H. (2021). Identification of Potential Areas to Flood Inundation in Shiraz City Using TOPSIS-GIS. *Hydrogeomorphology*, 7(25), 159-139. doi: 10.22034/hyd.2021.43413.1565. (In Persian).
- Andermatt Conley, V. (2013). Urban Ecological Practices: Félix Guattari's three Ecologies. Mostafavi, M. with Doherty, G.(ed.), *Ecological Urbanism*, Harvard University GSD, Lars Mueller publishers, 138-139.
- Angelopoulos, N. V., Cowx, I. G., and Buijse, A. D. (2017). Integrated planning framework for successful river restoration projects: Upscaling lessons learnt from European case studies. *Environmental Science and Policy*, 76(February), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.06.005>



تحلیل راهبردهای بهسازی اکولوژیک منظر رودخانه خشک شیراز در چارچوب توسعه پایدار شهری با تأکید بر مدیریت مخاطرات سیلاب*

ساناز حائری^۱ | محمدرضا مثنوی^{۲*}

۱. گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران، رایانامه: haeri@shirazu.ac.ir Email:

۲. نویسنده مسئول، دانشکده محیط زیست، دانشکدهگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: masnavim@ut.ac.ir Email:

چکیده

اطلاعات مقاله

در نگرش‌های معاصر به شهرها، از تخریب‌های محیط زیست شهری انتقاد و بر حفظ شرایط اکولوژیک شهرها تأکید می‌شود. رودخانه‌های شهری از محیط‌های آسیب‌پذیر با ماهیت اکولوژیکی‌اند که بر اثر توسعه شهری و اقدامات ناکارآمد برای مواجهه با سیلاب، به کانال عبور رواناب‌های آلوده شهری و سیلاب فصلی تبدیل شده‌اند و ساختار اکولوژیکی آنها مختل شده است و از این‌رو بهسازی اکولوژیکی آنها ضرورت دارد. این پژوهش با اهداف توسعه‌ای- کاربردی، با روش اکتشافی- همبستگی و با داده‌های کتابخانه‌ای، ابتدا به مرور متون ادبیات نظری می‌پردازد و سپس با استفاده از مستندات معتبر تاریخی، مشاهدات میدانی و تصاویر سنجش از دور، با تحلیل‌های قیاسی- استنتاجی مدل نظری را تدوین می‌کند؛ در نهایت مؤلفه‌های اکولوژیک مؤثر بر بهسازی رودخانه‌های شهری و چارچوب توسعه پایدار شهری با تأکید بر مدیریت سیلاب استخراج می‌شود. مؤلفه‌های اکولوژیک مؤثر ویژگی‌های هیدرولوژیکی، مورفولوژیکی و تنوع بیولوژیکی هستند که در چارچوب توسعه پایدار شهری در چهار مرحله شناسایی رودخانه، تدوین راهبردهای بهسازی، اجرای راهبردها، و نظارت و ارزیابی، در ساختاری مبتنی بر فرایند تدوین می‌شوند که براساس آن، اکوسیستم رودخانه خشک شیراز ارزیابی می‌شود تا بهسازی اکولوژیکی اکوسیستم رودخانه در روندی تکاملی تداوم یابد و به تدریج پایدار شود. از راهبردهای مؤثر در بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز، مدیریت یکپارچه حوضه‌های آبریز دشت شیراز، تأمین حقایق زیست‌محیطی، ممانعت از انتقال آلودگی فاضلاب و رواناب‌های آلوده شهری به رودخانه، تصفیه رواناب‌ها و ایجاد فیلتراسیون طبیعی، اجرای طرح‌های آبخیزداری و کنترل دبی جریان، بهسازی مورفولوژیکی عرصه و حریم رودخانه، حفظ و ایجاد پهلوهای اکولوژیکی، امکان ذخیره آب جاری در کریدور رودخانه خشک و تدوین قوانین کاربری‌های حریم رودخانه است.

نوع مقاله:

یادداشت پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۰۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۳/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

کلیدواژه:

بهسازی اکولوژیک، توسعه پایدار شهری، رودخانه خشک شیراز، رودخانه‌های شهری، مدیریت مخاطرات سیلاب.

استناد: حائری، ساناز؛ مثنوی، محمدرضا (۱۴۰۲). تحلیل راهبردهای بهسازی اکولوژیک منظر رودخانه خشک شیراز در چارچوب توسعه پایدار شهری با تأکید بر مدیریت مخاطرات

سیلاب. مدیریت مخاطرات محیطی، ۱۰ (۱)، ۷۱-۸۹. DOI: <http://doi.org/10.22059/jhsci.2023.356409.771>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© ساناز حائری، محمدرضا مثنوی.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jhsci.2023.356409.771>



* این پژوهش مستخرج از رساله دکتری معماری ساناز حائری است که با عنوان «تدوین مؤلفه‌های مؤثر بر بهسازی رودخانه‌های شهری با رویکرد منظر اکولوژیک، نمونه مورد مطالعه: رودخانه خشک (خرم‌دره) شیراز»، با راهنمایی دکتر محمدرضا مثنوی در دانشکده معماری پردیس بین‌المللی کیش دانشگاه تهران انجام گرفته و در سال ۱۴۰۱ از آن دفاع شده است.

مقدمه

با رشد جمعیت و گسترش شهرهای معاصر، بسیاری از محیط زیست‌های مجاور به حریم شهرها، تحت تصرف شهر قرار گرفته و متأثر از شیوه‌های گسترش شهر، افزایش ساخت‌وساز و گسترش شبکه‌های زیرساخت‌های خاکستری دچار آسیب شده‌اند. براساس دیدگاه‌های هانری لوفور، آسیب‌های ناشی از شهرسازی بر محیط زیست و تسلط انسان بر طبیعت، حاصل مدرنیسم است [۳۱]. اما شهرسازی معاصر با تغییر نگرش‌های «مواجهه‌تعاملی با محیط زیست» همراه است تا بر فرهنگ جامعه اثر بگذارد و فراگیر شود [۳۶، ۳۷]. چراکه محیط زیست، ویژگی‌های اکولوژیکی منحصر به فردی دارد که براساس هر جغرافیا شکل می‌گیرد.

مبحث اکولوژی از سده نوزدهم در جهان گسترش یافت و جوامع تخصصی در نیمه دوم سده بیستم بدان پرداختند. مباحث مرتبط با اکوسیستم، نظریه‌پردازی‌ها، سیر تکاملی اکولوژیکی، اجتماع و سیستم‌های اکولوژیکی به صورت خاص مورد توجه قرار گرفتند و تا اواخر قرن بیستم علوم متعددی از جمله اکولوژی منظر و اکولوژی شهری نیز در این حوزه واقع شدند [۳۴]. نگرش «گسترش شهر براساس زیرساخت‌های اکولوژیک» موجب شد که مدیران شهری، زمین را همچون سیستم زنده درک کنند تا بتوانند زیرساخت‌های اکولوژیک را تشخیص دهند و برنامه‌ریزی کنند. در حقیقت محیط زیست شهری، زیرساختی اکولوژیکی محسوب می‌شود که در ترکیب با زیرساخت خاکستری، در مقیاس‌های ملی و منطقه‌ای باید برنامه‌ریزی صورت گیرد تا حافظ فرایندهای اکولوژیک باشد [۵۳]. رودخانه‌ها از زیرساخت‌های اکولوژیکی سبز و آبی در شهرها محسوب می‌شوند و بر شرایط اکولوژیک شهر نیز اثرگذارند و موجب افزایش ظرفیت‌های مقابله‌ای در برابر مخاطرات محیطی و تطبیقی طبیعی در شهر و بهبود و تنظیم شرایط محیطی شهری می‌شوند. [۳۳، ۴۷، ۵۰]. رودخانه‌ها در بسیاری از شهرهای ایران عامل شکل‌گیری هسته اولیه و تداوم گسترش شهر بوده‌اند. رودخانه خشک (خرم‌دره) در شیراز، مهرانه‌رود در تبریز، قمرود در قم و خرم‌رود در خرم‌آباد از این جمله‌اند که حریم آنها به‌علت توسعه شهری مدرنیستی، اشغال شده و برای کنترل سیلاب، بدنه رودخانه‌ها با دیواره‌های بتونی و سنگی کانالیزه شده و ساختار اکولوژیک آنها دچار آسیب «سندروم جریان شهری» و اختلال شده است [۵۴، ۵۱].

پیشینه پژوهش در مباحث مرتبط با اکولوژی منظر، شهرسازی اکولوژیک و بهسازی رودخانه‌های شهری است. در حوزه اکولوژی منظر از سال ۱۸۰۸ تا ۲۰۲۲ صاحب‌نظران متعددی در جهان در زمینه‌های مفاهیم و مبانی نظری منظر، راه‌های مقابله با تقلیل طبیعت در شهر، بهسازی اکولوژیک منظر، ارزیابی اثرهای محیط زیست، برنامه‌ریزی منظر اکولوژیک، برنامه‌ریزی کاربری اراضی در زمینه مدیریت اکوسیستم برای دستیابی به منظر اکولوژیک، روند تحولات منظر و تاب‌آوری در منظر اکولوژیک پژوهش کرده‌اند. در حوزه شهرسازی اکولوژیک از ۱۹۰۳ تا ۲۰۲۲ پروژه‌های طراحی و پژوهشی شهرسازی مبنی بر حضور اثرگذار طبیعت و ویژگی‌های اکولوژیک آن مطرح شد. زیرساخت سبز شهری، زیرساخت‌های اکولوژیک، منظر کشاورزی، شهرسازی منظرگرا، زیرساخت‌های شهری به‌مثابه منظر، حفاظت محیط زیست درون‌شهری برای ارتقای شرایط اکولوژیک در شهرها و ارزشگذاری زمین‌های خالی از ساخت‌وساز مطرح شد تا در شیوه‌های نگرش توسعه شهر و برنامه‌ریزی شهری اثرگذار باشد. در حوزه بهسازی رودخانه‌های شهری (جدول ۱) پژوهشگران و منتقدان برنامه‌های مرتبط با توسعه پایدار شهری، اکولوژیست‌ها، طراحان منظر و گروه‌های طبیعت‌دوست مردمی، فعالیت‌های بسیاری را در نیمه دوم سده بیستم آغاز کردند که تأثیرگذار بود و به بهسازی بسیاری از رودخانه‌های شهری منجر شد. در نمونه‌هایی از تجارب جهانی در بهسازی اکولوژیک رودخانه‌های شهری، رودخانه چنچئون در سئول کره جنوبی (۲۰۰۵)، کرانه رودخانه رُن در فرانسه (۲۰۰۶) [۴۵]، پارک روبان قرمز در حریم رودخانه تانگ در چین (۲۰۰۶)، وادی‌های شهر مسقط عمان (۲۰۱۰-۲۰۱۳)، رودخانه لس‌آنجلس در آمریکا (۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷) [۵۰، ۴۰، ۳۹]، رودخانه امشیر در آلمان (۲۰۲۱) و مطالعات رودخانه خامرود در منطقه اورنگ آباد هند [۳۸]، طرح پژوهشی^۱ URBEM در بهسازی رودخانه‌های سراسر اروپا پس از اجرا پروژه‌هایی‌اند که بر منظر شهری اثر گذارده‌اند و در مواردی رودخانه را در برابر سیلاب نیز تاب‌آور کرده‌اند. البته این دستورالعمل‌ها تغییرناپذیر نیستند، بلکه روش‌هایی تطبیقی محسوب می‌شوند که با شرایط محیطی و تغییرات ناشی از مخاطرات و پیشرفت روند بهسازی تغییر می‌کنند [۳۲].

1. URBEM: Urban River Basin Enhancement Methods Funded by European Commission

روش‌های تقویت حوضه رودخانه‌های شهری با حمایت مالی اتحادیه اروپا

جدول ۱. حوزه فعالیت برخی از پژوهشگران در حوزه بهسازی رودخانه‌های شهری در ایران و جهان (منبع: یافته‌های تحقیق)

زمان	پژوهش‌های حوزه بهسازی رودخانه‌های شهری	منابع
۲۰۰۲	تنوع بیولوژیکی مؤلفه مؤثر بر ساختار اکولوژیک رودخانه	[۵۲]
۲۰۰۹	حفاظت و احیای رودخانه‌های شهری به منظور حفظ ارزش‌های اکولوژیکی زمین (منظر شهری و منظر اکولوژیک)	[۲۷]
۲۰۱۳	بهسازی رودخانه در برای دستیابی به خدمات اکوسیستم در مقیاس کریدور آبی رودخانه	[۳۵]
۲۰۱۹-۲۰۱۶	تأثیر مؤلفه‌ها و راهبردهای اکولوژیکی، اجتماعی و فرهنگی بر بهسازی اکولوژیکی رودخانه	[۴۴، ۴۳، ۴۲]
۲۰۰۶-۲۰۱۶	حفاظت و بهسازی رودخانه‌های شهری با هدف پایداری شهری	[۴۰]
۲۰۱۶	بازنمایی رودخانه به‌منابۀ منظر شهری تصویرپذیر	[۵]
۲۰۱۷	تأثیر ادراک اجتماعی در بازآفرینی رودخانه‌های شهری شهرهای آینده شهرهای تاب‌آور در برابر تغییرات اقلیمی، نوآوری در زیرساخت‌های شهری،	[۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹]
۲۰۲۲-۱۹۹۵	تاب‌آوری شهری با حفاظت از محیط زیست شهری بخصوص محیط‌های بکر رودخانه‌ها مهندسی رودخانه و ارزیابی مناطق سیل‌خیز با تمرکز بر رودخانه خشک شیراز	[۲۱، ۱۳]
۲۰۲۱	طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آوری رودخانه‌های شهری	[۶، ۱۵، ۴۱]
۲۰۲۲	تاب‌آوری اکولوژیکی رودخانه‌های شهری و تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطره سیل بهسازی رودخانه‌های شهری با تقویت ویژگی‌های اکولوژیکی، مورفولوژیکی و تنوع گونه‌های زیستی در کرانه‌های رودخانه	[۳۰]

مواد و روش‌ها

منطقه تحقیق

رودخانه خشک در شهر شیراز در قسمت جنوبی کوه‌های زاگرس در ارتفاع ۱۴۸۶ متر از سطح دریا واقع شده و شهر در امتداد آن از شمال غربی به جنوب شرقی توسعه یافته است. در ناحیه شمال غربی رود نهر اعظم و رود چنار سوخته (تنگ سرخ) به یکدیگر می‌پیوندند تا رودخانه خشک (خرم‌دره) در محل فعلی بند انحرافی نهر اعظم تشکیل شود و به‌صورت طولی شهر را بپیماید که ارتفاعی معادل ۲۰۰ متر را در طول تقریبی ۳۲ کیلومتر از محل تشکیل تا دریاچه مهارلو، طی می‌کند (شکل ۱). این رودخانه پیشتر خرم‌دره نام داشت و براساس تصاویر جهانگردان از شیراز در مجاورت آن، باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی بسیاری وجود داشت. بنابر مستندات تاریخی دوران زندیه، رودخانه گاهی سیلابی بود که به دستور کریم‌خان زند بخشی از مسیر رودخانه را با طرح مسیری انحرافی از بافت قدیم شیراز دور کردند. براساس تصاویر هوایی سال ۱۳۵۰ رودخانه هنوز پرآب بود. بیش از سه دهه است که رودخانه خشک بر اثر عوامل توسعه شهری (شکل‌های ۴ و ۵) دچار تغییرات اقلیمی شده و فصلی شده است (شکل های ۲ و ۳) و در حدود نیمی از سال (از خرداد تا آبان ماه) کاملاً خشک است. گاهی در اثر وقوع بارندگی‌های فصلی بخصوص در زمستان، رودخانه سیلابی می‌شود و خساراتی برجای می‌گذارد [۲۲، ۱]. در این پژوهش با تمرکز بر رودخانه خشک شیراز، راهبردهای مؤثر برای بهسازی اکولوژیک رودخانه در چارچوب توسعه پایدار شهری با تأکید بر مدیریت سیلاب تدوین شده است.



شکل ۱. موقعیت رودخانه خشک در شهر شیراز (کشیدگی شمال غربی به جنوب شرقی). تهیه‌شده توسط شهرداری شیراز [۵۵]



شکل ۲. (راست): بند انحرافی نهر اعظم. شروع رودخانه خشک. مرداد ۱۴۰۱ (عکس از نگارندگان)

شکل ۳. (چپ): بند انحرافی نهر اعظم. بعد از بارش های زمستان و حضور پرندگان مهاجر، اسفند ۱۴۰۰ (عکس از نگارندگان)



شکل ۴. (راست): اراضی مجاور رودخانه خشک ناحیه باغات قصردشت ۱۳۵۰ (آرشیو شهرداری شیراز)

شکل ۵. (چپ): بافت شهری مجاور رودخانه خشک ناحیه باغ های قصردشت. ۱۴۰۱ (لندست ۸-۲۰۲۲)

روش پژوهش

این پژوهش اهداف توسعه‌ای- کاربردی را مدنظر دارد و با توجه به ضعف‌ها و نادیده‌انگاری طرح‌های توسعه شهری در مواجهه با محیط زیست‌های درون‌شهری به‌ویژه رودخانه‌های شهری در ایران و نبود برنامه‌ریزی صحیح در برای حفظ و نگهداری شرایط اکولوژیک آنها، می‌کوشد به مؤلفه‌هایی برای تدوین راهبردهای مؤثر برای بهسازی اکولوژیک رودخانه‌های شهری با تأکید بر مدیریت سیلاب دست یابد. براساس ماهیت موضوع، این پژوهش ترکیبی از روش‌های «همبستگی» و «اکتشافی» را به‌کار می‌گیرد و در زمینه بهسازی اکولوژیکی رودخانه خشک شیراز کاوش می‌کند. در این زمینه تحلیل داده‌ها و یافته‌ها براساس منطق قیاسی- استنتاجی صورت می‌پذیرد. تا به سؤال‌های زیر پاسخ داده شود: چه راهبردهایی در بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز، براساس مؤلفه‌های اکولوژیک مؤثر است؟

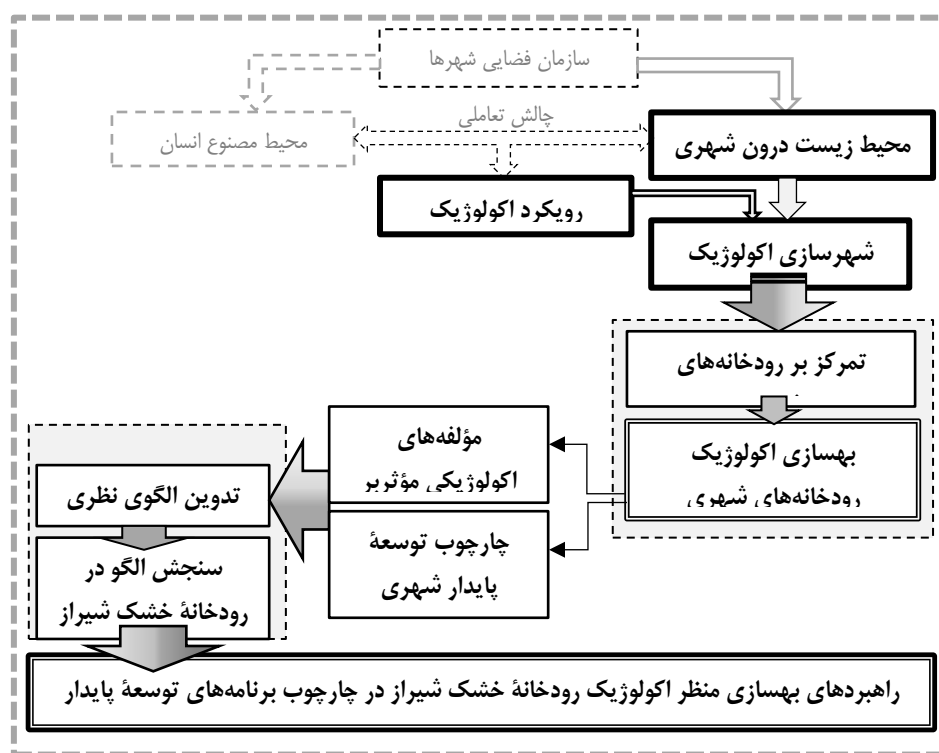
چگونه می‌توان راهبردهای بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز را در چارچوب توسعه پایدار شهری با تأکید بر مدیریت سیل تدوین کرد؟

در گام نخست با مرور پیشینه تحقیق، به مبانی و مفاهیم نظری شهرسازی اکولوژیک، اکولوژی منظر، بهسازی رودخانه‌های شهری، جایگاه اکولوژی در رودخانه‌های شهری به‌عنوان یکی از محیط زیست‌های شهری، و اصول و راهبردهای اکولوژیک حفظ و نگهداری اکوسیستم رودخانه‌های شهری پرداخته شد.

در گام دوم با هدف استخراج مؤلفه‌های مؤثر بر بهسازی اکولوژیک رودخانه‌های شهری، رویکردها و راهبردهای بهسازی رودخانه‌های شهری در تجربه‌ها و پژوهش‌های جهانی، با روش تحلیلی قیاسی- استنتاجی تحلیل شد. در انتخاب نمونه‌های موردی، شرایط مشابه با نمونه مورد پژوهش یعنی رودخانه خشک شیراز مدنظر بود تا در نهایت نتایج، قابلیت سنجش در نمونه پژوهش را دارا باشند. در نتیجه «مؤلفه‌های اکولوژیکی مؤثر در بهسازی رودخانه‌های شهری» در «چارچوب توسعه پایدار شهری» استخراج شد.

در گام سوم به بررسی نمونه پژوهش براساس مدل نظری تحقیق پرداخته شد. براساس داده‌ها و یافته‌های مستخرج از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، تصاویر و مستندات تاریخی به‌خصوص در ۵۰ سال اخیر (۱۳۵۰ تا ۱۴۰۱) و تصاویر سنجش از دور ۲۰ سال اخیر (۱۳۸۲ تا ۱۴۰۱)، مطالعات متخصصان هیدرولوژی در خصوص آزمایش‌های کمی و کیفی رودخانه خشک و حوضه‌های آبریز دشت شیراز، گزارش‌های سیل‌های ۴۰ سال اخیر (۱۳۶۰ تا ۱۴۰۱) و طرح‌های مطالعاتی بالادست تهیه‌شده توسط سازمان‌های دولتی (۱۳۸۳-۱۳۸۹-۱۳۹۳-۱۳۹۵-۱۳۹۸)، روند تغییرات اکولوژیکی رودخانه خشک شناسایی و آسیب‌شناسی شد و راهبردهایی برای بهسازی رودخانه خشک شیراز در چارچوب توسعه شهری براساس مؤلفه‌های مؤثر اکولوژیک تبیین و راهبردهای مرتبط با تأکید بر مدیریت سیلاب ارائه شد.

در گام نهایی براساس نتایج و یافته‌های تحقیقات پیشین و تحلیل نمونه موردی، مدل نظری راهبردهای بهسازی رودخانه‌های شهری در نگرشی سیستمی در «ساختار مبتنی بر فرایند» تدوین شد تا در چرخه تکاملی اکوسیستم رودخانه شرایط اکولوژیک بازبازی شود. در این پژوهش محیط زیست شهری و رویکرد اکولوژیک متغیرهای اصلی‌اند که در جهت ایجاد رابطه تعریف‌شده بین آنها، چارچوب نظری تحقیق تبیین می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶. چارچوب نظری پژوهش

با مطالعه مبانی و مفاهیم در حوزه‌های اکولوژی منظر و اکولوژی شهری، بر ضرورت رویکرد اکولوژیک تأکید می‌شود. با توجه به گستردگی محیط‌های زیست شهری، رودخانه‌های شهری به‌عنوان یکی از پدیده‌های طبیعی با ماهیت اکولوژیکی انتخاب می‌شوند که فراوانی زیادی در شهرهای ایران دارند. شناسایی مؤلفه‌های اکولوژیکی رودخانه‌های شهری و آسیب‌شناسی آنها، عامل ورود به مبحث بهسازی رودخانه‌های شهری است. بهسازی براساس مؤلفه‌های مؤثر اکولوژیکی رودخانه‌ها در چارچوب توسعه پایدار شهری صورت می‌گیرد و سبب تدوین الگوی نظری تحقیق می‌شود. به‌منظور ارزیابی الگوی نظری تحقیق و سنجش تعمیم‌پذیری آن، نمونه پژوهش (رودخانه خشک شیراز) در الگوی نظری سنجش و ارزیابی شد.

یافته‌های پژوهش

براساس تحلیل‌های قیاسی-استنتاجی، داده‌های مستخرج از تحقیقات پیشین در دو گروه کلی شامل مؤلفه‌های مؤثر بر بهسازی اکولوژیک رودخانه‌های شهری و چارچوب توسعه پایدار شهری به شرح زیر است:

الف) مؤلفه‌های مؤثر بر بهسازی منظر اکولوژیک رودخانه‌های شهری: مؤلفه‌های اکولوژیک شامل چهار مؤلفه اصلی است: هیدرولوژی جریان رودخانه، تنوع بیولوژیکی، مورفولوژی رودخانه و زیبایی‌شناسی به‌عنوان شاخص ادراکی شهروندان.

هیدرولوژی یکی از مباحث اصلی است که سلامت اکوسیستم رودخانه و کیفیت آب آن را تعریف می‌کند و تأثیر مستقیم بر شرایط اکولوژیک اکوسیستم می‌گذارد، حتی اگر رودخانه فصلی باشد. وجود زهکش‌های طبیعی و مصنوعی، ممانعت از انتقال آلودگی رواناب‌های شهری، مدیریت یکپارچه حوضه آبریز و ایجاد پتانسیل‌های ذخیره‌سازی آب بر شرایط هیدرولوژیکی رودخانه اثر می‌گذارند. آزمون و سنجش کمی و کیفی مداوم موجب رفع اختلالات می‌شود و در نتیجه کیفیت آب و شیوه فیلتراسیون آب به‌تدریج تغییر می‌کند و اصلاح می‌شود. از این‌رو در همه مراحل برنامه‌های مرتبط با توسعه پایدار شهری، بهبود کیفیت هیدرولوژیکی جریان آب ضرورت دارد.

تنوع بیولوژیکی شامل تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری، تنوع موجودات میکرو و ماکروبیولوژیکی، در شکل‌گیری عملکرد اکوسیستم و خدمات اکوسیستم مؤثر است. زیستگاه‌های گیاهی و جانوری تحت تأثیر توسعه زیرساخت‌های خاکستری شهری آسیب دیده و تخریب شده‌اند و اتصال و تداوم خود را از دست داده‌اند و متأثر از مخاطرات محیطی و تغییرات اقلیمی نیز هستند، از این‌رو بهسازی تنوع بیولوژیکی باید در چرخه تکاملی تداوم یابد تا شرایط تعادل ایجاد شود.

مورفولوژی کریدور آبی با فرم و ساختار طبیعی رود و کرانه‌های پوشیده از گونه‌های زیستی (پهروهای اکولوژیکی) تعریف می‌شود. شکل‌گیری پهروهای اکولوژیکی و فرم متاندر رودخانه موجب کاهش سرعت جریان رود، به‌خصوص در زمان سیلاب می‌شود. حریم طبیعی رودخانه براساس مورفولوژی طبیعی آن باید حریم حفاظتی در برنامه‌های توسعه شهری قلمداد شود؛ اما متأسفانه در بیشتر شهرهای معاصر با هدف توسعه شهر و کنترل سیلاب، جداره‌های رودخانه متأثر از ایده‌های مهندسی اوایل قرن بیستم کانالیزه شده و کرانه‌های رودها برای توسعه معابر اشغال شده‌اند و رودخانه را از شکل متاندر خارج کرده و به کانال عبور سیلاب و رواناب‌های آلوده شهری تبدیل کرده‌اند. از این‌رو بازیابی فرم طبیعی رودخانه بر بهسازی شرایط اکولوژیک رودخانه اثرگذار است و عرصه‌های تغییر و طغیان فصلی را پوشش می‌دهد.

زیبایی‌شناسی (ادراک ذهنی) نمادی از درک انسان از فضا است. در مباحث مطرح‌شده در بهسازی اکولوژیک، بر حضور کمتر انسان و مداخله نکردن در ساختار اکولوژیکی طبیعی رودخانه تأکید می‌شود، اما حضور انسان به‌عنوان شهروند اجتناب‌ناپذیر است. تعریف نمادهای زیبایی‌شناسی بر تعریف منظر ذهنی از رودخانه تأثیرگذار بوده و عامل شکل‌گیری فرهنگ مواجهه صحیح با رودخانه درون شهری در ممانعت از تخریب و حفاظت است. مبحث زیبایی‌شناسی برمبنای شیوه‌های ادراک، روان‌شناسی محیط و پدیدارشناسی منظر ذهنی مخاطب را شکل می‌دهد.

ب) چارچوب توسعه پایدار شهری: بهسازی رودخانه‌های شهری در چارچوب توسعه پایدار شهری، شامل چهار مرحله کلی به شرح زیر است:

شناسایی سوژه، شناخت رودخانه، شرایط و ویژگی‌های آن و آسیب‌شناسی است.

تدوین راهبردها براساس ویژگی‌ها و اهداف سوژه، راهبردهای کلان و خرد، راهکارها و تکنیک‌های مرتبط تدوین می‌شوند.

اجرای راهبردها در قالب راهکارهایی در مقیاس کلان و خرد، با برنامه‌ریزی‌های مالی و زمانی، با استفاده از تخصص‌های میان‌رشته‌ای، قوانین و ضوابط، هماهنگی سازمان‌های اجرایی انجام می‌گیرد.

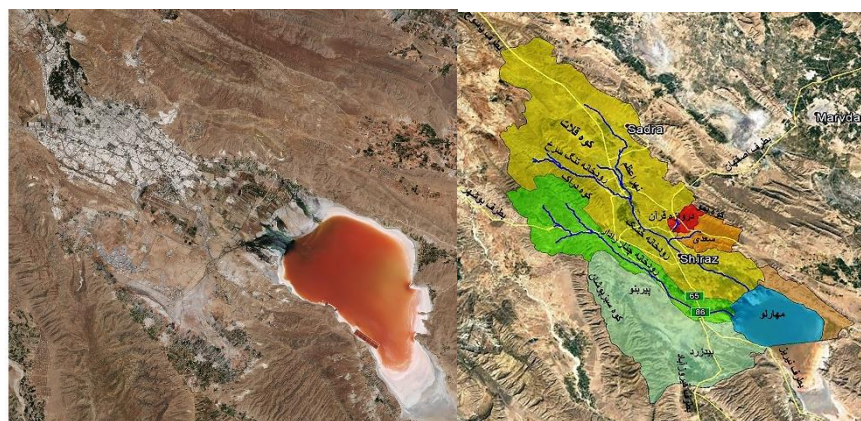
نظارت پس از اجرای پروژه بهسازی و **ارزیابی** بازخوردها ضرورت دارد، چراکه براساس ماهیت متغیر رودخانه، رخدادهای طبیعی و مخاطرات محیطی، مداخلات توسعه شهری و آسیب‌های انسانی، برخی از کنش‌ها و واکنش‌ها پیش‌بینی‌پذیر نیستند و تغییر می‌کنند.

بحث

براساس یافته‌های پژوهش در همه مراحل چارچوب توسعه پایدار شهری (شناخت، تدوین، اجرا و نظارت) تأثیر مؤلفه‌های اکولوژیک (هیدرولوژی، بیولوژی، اکولوژی) برای بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک (خرمدره) شیراز، بررسی و ارزیابی می‌شود تا بتوان به چگونگی بهسازی اکولوژیک رودخانه دست یافت.

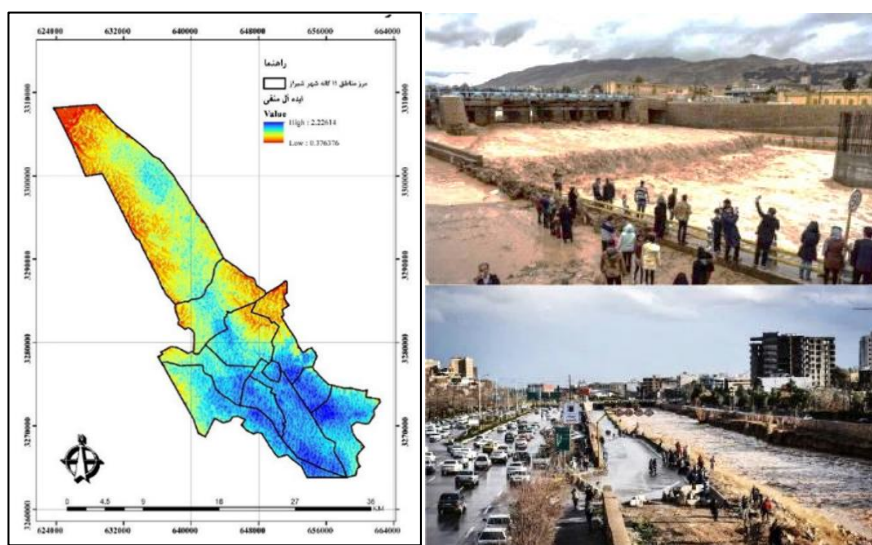
الف) شناخت رودخانه خشک شیراز

ویژگی هیدرولوژیکی رودخانه خشک شیراز: حوضه آبخیز رودخانه خشک شیراز با وسعت $900/3$ کیلومتر مربع بزرگ‌ترین حوضه آبخیز شهرستان شیراز است. تنها رودخانه این حوضه، رودخانه فصلی «رودخانه خشک» است که در ماه‌های خشک سال فاقد جریان آب است (شکل‌های ۷ و ۸). به دلیل وسعت زیاد حوضه آبخیز رودخانه خشک شیراز تغییرات مقدار بارندگی در این حوزه زیاد است [۸].



شکل ۷. (راست) تصویر هوایی دشت شیراز تا دریاچه مهارلو [۵۶].

شکل ۸. (چپ) محدوده زیرحوضه‌های آبریز دشت شیراز [۲۴].



شکل ۹. (چپ) نقشه GIS میزان سیل‌خیزی مناطق شهری شیراز [۲۲].

شکل‌های ۱۱ و ۱۰. (راست) سیلاب رودخانه خشک شیراز، پل علی بن حمزه (بالا). بلوار چمران (پایین) زمستان ۱۳۹۸ [۵۷].

داده‌های هیدرولوژیکی رودخانه خشک (جدول ۲)، شناخت مقدار دبی جریان در ایستگاه‌های شبکه آب‌سنجی، سنجش کیفیت آب در زمان‌های متعدد در ایستگاه‌های متفاوت در طول کریدور آبی رودخانه، آزمون سنجش مقدار آلودگی‌ها و دلایل آن، امکان‌سنجی پتانسیل ذخیره آب برای کنترل سیلاب و بهبود شرایط آبخیزداری در عرصه‌های پیرامونی، چگونگی رژیم جریان آب و عوامل مؤثر بر شدت جریان، ایجاد حقابه زیست‌محیطی و سنجش حد سیل‌خیزی حوضه آبریز رودخانه خشک (شکل ۹) را شامل می‌شود.

جدول ۲. مشخصات هیدرولوژیکی رودخانه خشک شیراز ۱۳۸۳-۱۴۰۱ (منبع: یافته‌های تحقیق)

داده‌های هیدرولوژیکی	مشخصات هیدرولوژیکی	شناخت	منابع
حوضه آبریز رودخانه خشک بزرگ‌ترین حوضه شهر شیراز	ساخت‌وساز در حریم رودخانه مستعد سیلاب است.		
حوضه آبریز رودخانه خشک شیراز	مناثر از حوضه‌های آبریز دروازه قرآن و محله سعدی	سیلاب حوضه‌های مرتفع (دروازه قرآن و سعدی) بر میزان سیلاب حوضه رودخانه خشک می‌افزاید.	[۱، ۸، ۱۳، ۱۹، ۳۴]
شبکه آب‌سنجی	وجود ایستگاه‌های متعدد از ابتدای حوضه آبریز رودخانه خشک (سرشاخه‌های چنار سوخته و نهر اعظم) تا دریاچه مهارلو	دریاچه مهارلو پذیرای حوضه‌های آبریز رودخانه خشک، چنار راهدار و پیرتئو است.	[۱، ۵۸]
کیفیت آب	وجود فلزات سنگین (روی، مس، نیکل، کادمیوم، آهن) در آب سطحی کریدور رودخانه خشک شیراز و دریاچه مهارلو	دلایل: وجود فاضلاب صنعتی، وجود زباله شهری، تخلیه تانکرهای دفع فاضلاب، وجود فاضلاب بیمارستانی، جذب ضایعات فلزی در خاک، ضعف مدیریت شهری، ضعف فرهنگی	[۷۹، ۱۶، ۲۶]
پتانسیل ذخیره آب	امکان تصفیه آب در مسیر رودخانه	استفاده از مواد آلودگی‌ها در حوضچه‌های ذخیره آب، ایجاد ایستگاه‌های تصفیه آب	
رژیم جریان آب (سیلاب)	دریاچه مصنوعی سد (بند انحرافی) نهر اعظم (شروع رودخانه خشک)	ایجاد دریاچه مصنوعی در فصل بارش کنترل سیلاب و کاهش سرعت جریان ایجاد زیستگاه جانوری (پرندگان مهاجر)	[۱، ۳، ۱۷، ۲۰]
سبیل‌خیزی حوضه آبریز رودخانه خشک	شیب‌سکن‌های بتنی و سنگی (شیب‌سکن اردیبهشت و چمران و...)	مؤثر در کاهش سرعت جریان امکان ذخیره آب در سطوح قبل و بعد ایجاد پهروی سبز اکولوژیکی	مشاهدات میدانی (۱۳۹۹-۱۴۰۱) تصاویر سنجش از دور (۲۰۰۳-۲۰۲۲) پایگاه اطلاعاتی شهرداری شیراز
رژیم جریان آب (سیلاب)	سد تنگ سرخ (طرح پیشنهادی که هنوز در حال بررسی است)	به‌علت تأثیر کم (۳/۵ درصد) در کنترل سیلاب پیشنهاد شد در حوضه آبریز تنگ سرخ درختکاری و مرتع جایگزین سد شود.	
رژیم جریان آب (سیلاب)	دبی جریان سیلاب (متر مکعب بر ثانیه) در نهر اعظم، چنار سوخته، رودخانه خشک	وجود پایه پل‌ها (موانع) موجب افزایش منحنی دبی-اشل در بالادست پل/کاهش سرعت جریان/افزایش سطح تراز آب	[۱۱، ۱۳، ۱۸، ۲۱]
سبیل‌خیزی حوضه آبریز رودخانه خشک	ایجاد حقابه زیست‌محیطی	امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی ایجاد حقابه زیست‌محیطی از طریق حوضچه‌های ذخیره آب	[۲۲، ۲۴]
سبیل‌خیزی حوضه آبریز رودخانه خشک	حوضه رودخانه خشک بزرگ‌ترین ظرف پذیرش سیلاب دشت شیراز	این حوضه پذیرای سیلاب حوضه‌های مرتفع دروازه قرآن و سعدی است و اهمیت زیادی دارد.	

ویژگی بیولوژیکی رودخانه خشک شیراز: تنوع بیولوژیکی به‌معنای تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری، موجودات ماکرو و میکرو بیولوژیکی است که در شکل‌گیری عملکرد اکوسیستم رودخانه در پهروهای اکولوژیکی، کریدور رودخانه و خدمات اکوسیستم رودخانه مؤثر است و موجب پالایش کربن، خودپالایی رودخانه و شکل‌گیری زیستگاه‌های اکولوژیکی در کریدور رودخانه خشک، پهروهای سبز مجاور و دریاچه مهارلو می‌شود. براساس مشخصات تنوع بیولوژیکی رودخانه خشک (جدول ۳) اختلال و کاهش در تنوع بیولوژیکی موجب تخریل، گسست و پهروش‌دگی در کرانه رودخانه، تغییر شکل و ماهیت منظر کرانه و

کریدور آبی رودخانه و دریاچه مهارلو می‌شود و ماهیت اکولوژیکی رودخانه را مختل می‌کند. با تقویت ساختار بیولوژیکی، ویژگی‌های اکولوژیکی اکوسیستم رودخانه خشک تقویت می‌شود.

جدول ۳. ویژگی‌های بیولوژیکی رودخانه خشک شیراز ۱۳۸۱-۱۴۰۱ (منبع: یافته‌های تحقیق)

تأثیر تنوع بیولوژیکی	مشخصات تنوع بیولوژیکی اکوسیستم رودخانه خشک شیراز	جزئیات تنوع بیولوژیکی اکوسیستم رودخانه خشک شیراز	منبع
عملکرد اکوسیستم	تنوع گونه‌های گیاهی در رودخانه خشک	پوشش گیاهی خودرو (گز، نی، اکالیپتوس،...) پوشش گیاهی مصنوع (آیلان، زیتون تلخ، صنوبر،...) پوشش گیاهی خودرو و بومی منطقه (بوت‌ها گونه‌های شوررست و درخت اکالیپتوس و...)	[۲، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۲۵] پایگاه خبرگزاری مهر (۱۳۹۶) مشاهدات میدانی نگارندگان (۱۴۰۱-۱۴۰۰)
خدمات اکوسیستم	تنوع گونه‌های جانوری در رودخانه خشک	پوشش گیاهی مصنوع (درخت بادام در باغ‌ها، صیفی‌جات کشاورزی) پرندگان مهاجر پاییز و زمستان (پرند گال)	
دلایل تخریب اکوسیستم	تنوع گونه‌های جانوری در دریاچه مهارلو	پرندگان مهاجر، خرنندگان، پستانداران (فلامینگو، آنقوت، حواصیل،...)	
خدمات اکوسیستم	پالایش اتمسفر از کربن خودپالایی رودخانه	جذب کربن هوا در پهروهای اکولوژیکی توسط پوشش‌های گیاهی توسط موجودات ماکرو و میکروبیولوژیکی آبی	[۴، ۲۱، ۲۳، ۲۸، ۲۹]
دلایل تخریب اکوسیستم	ایجاد زیستگاه‌های اکولوژیکی	زیستگاه‌های گونه‌های متعدد جانوری پهروهای متنوع پوشش گیاهی	
دلایل تخریب اکوسیستم	تغییرات اقلیمی و خشکسالی	تقلیل فصلی زیستگاه‌های گیاهی و جانوری آسیب‌ها در پهروهای اکولوژیکی: تخلخل در منطقه باغ‌ها، تغییر کاربری در اراضی کشاورزی و باغ‌ها، پهروشدهی در پوشش گیاهی کرانه رودخانه	عکس تصویر هوایی ۱۳۵۰ از آرشیو عکس‌های شهرداری شیراز. مشاهدات میدانی (۱۴۰۰-۱۴۰۱) تصاویر سنجش از دور (۲۰۰۳-۲۰۲۲)

ویژگی‌های مورفولوژیکی اکوسیستم رودخانه خشک شیراز

در پی گسترش شهر شیراز و افزایش ساخت‌وسازها و روند توسعه شهری در ۳۰ سال اخیر (۱۳۷۲ تا ۱۴۰۱) بسیاری از اراضی کشاورزی و باغ‌ها تغییر کاربری داده و به معبر و مناطق مسکونی تبدیل شده‌اند. شهر در امتداد شمال غربی به جنوب شرقی در مسیر رودخانه گسترش یافته، کرانه‌های رودخانه اشغال شده، عرض رودخانه محدود شده، جداره‌ها دیوارگذاری شده و رودخانه طبیعی به کانال عبور سیلاب تبدیل و ساختار اکولوژیکی دچار اختلال شده است. بهسازی مورفولوژیکی رودخانه موجب بازآفرینی پهروهای اکولوژیکی و شکل‌گیری مجدد عملکرد اکوسیستم می‌شود. در جدول ۴ تغییرات مورفولوژیکی رودخانه خشک تا زمستان ۱۴۰۱ تحلیل و اثرگذاری اکولوژیکی آن ارزیابی شده است.

جدول ۴. تغییرات مورفولوژیکی رودخانه خشک شیراز تا زمستان ۱۴۰۱ (منبع: یافته‌های تحقیق)

تغییرات مورفولوژیکی	تغییرات اکولوژیکی (آسیب‌شناسی)
احداث کنارگذرها در بستر رودخانه	کاهش عرض عبور جریان آب
احداث معبر در کرانه رودخانه	افزایش پوشش نفوذناپذیر
تغییر کاربری اراضی کرانه رودخانه	گسست پهروهای سبز اکولوژیک مجاور رودخانه
تغییر مسیر رودخانه در دوران زندگی	افزایش پوشش نفوذناپذیر
احداث سد نهر اعظم	تثبیت تغییرات برای احداث معابر
احداث شیب‌سکن‌ها	افزایش رواناب شهری
	تغییر فرم طبیعی رودخانه در مجاورت بافت تاریخی
	حفظ اکوسیستم رودخانه با خروج مسیر سیلاب از شهر
	احداث سد به‌منظور ذخیره آب با تغییر فرم مانند در جداره‌ها
	ایجاد پهروی اکولوژیکی آبی برای پرندگان مهاجر و تقویت اکوسیستم
	ممانعت از فرسایش بستر رودخانه
	ایجاد حوضه ذخیره آب

پتانسیل شکل‌گیری پهروهای اکولوژیکی			
دبوارگذاری جداره رودخانه در محدوده یافت متراکم	-کاهش فرم مماندر	ممانعت از فرسایش جداره بر اثر سیلاب و تثبیت	افزایش تاب‌آوری شهر در سیلاب
احداث جزیره نهر اعظم	-افزایش رژیم جریان پشت جزیره	کریدور رودخانه	کاهش شرایط اکولوژیکی
پایه پل علی بن حمزه	-کاهش عرض عبور سیلاب	فرهنگ‌سازی و ارزشگذاری ماهیت اکولوژیکی	کاهش شرایط اکولوژیکی
		رودخانه خشک به‌صورت فصلی	تقویت حضور اجتماعی

ب) تدوین راهبردهای بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز

در مرحله شناسایی پروژه؛ هیدرولوژی و سنجش سیل‌خیزی حوزه‌های آبریز دشت شیراز، تنوع بیولوژیکی و تأثیر تغییرات تنوع بیولوژیکی بر شرایط اکولوژیک رودخانه خشک شیراز، مورفولوژی رودخانه خشک و تأثیر تغییرات مورفولوژیکی بر تاب‌آوری اکولوژیکی و سیل‌خیزی اکوسیستم رودخانه خشک براساس مؤلفه‌های اکولوژیک شناخته شده و دلایل تخریب اکوسیستم تحلیل و بررسی شد تا در چارچوب توسعه پایدار شهری، راهبردهایی برای تحقق «بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز» با تأکید بر مدیریت سیلاب به‌شرح زیر تدوین شود.

سلامت هیدرولوژی رودخانه خشک

حوض آبریز رودخانه خشک از تمامی حوضه‌های آبریز دیگر در دشت شیراز گسترده‌تر است و به لحاظ جغرافیایی پایین‌تر از حوضه‌های آبریز دروازه قرآن و سعدی است، از این رو «مدیریت یکپارچه حوضه‌های آبریز دشت شیراز و برنامه‌ریزی کلان حوضه‌های آبریز» ضرورت دارد. به‌منظور حفظ شرایط آبی اکوسیستم رودخانه خشک و ممانعت از تشکیل رسوبات در خاک و آلودگی بستر، شکل‌گیری حداقل خدمات اکوسیستم و پایداری سلامت رودخانه، باید حداقل رژیم جریانی، «حفاظت زیست‌محیطی»، جریان داشته باشد تا ماهیت اکوسیستم رودخانه خشک تداوم یابد. با توجه به افزایش شکل‌گیری معابر با پوشش مصالح نفوذناپذیر و افزایش رواناب‌های آلوده شهری و افزایش زیرساخت‌های خاکستری، ممانعت از انتقال فاضلاب و رواناب‌های شهری به بستر رودخانه و ایجاد سیستم فاضلاب ضرورت دارد. براساس نتایج سنجش سیل‌خیزی حوضه‌های آبریز دشت شیراز، مناطق همجوار به رودخانه و نواحی جنوب و جنوب شرقی (منطقه ۷ شهرداری) به‌علت کاهش ارتفاع دشت شیراز و مناطق جنوبی حوضه رودخانه خشک و حوضه مهارلو، بسیار مستعد سیلاب‌اند؛ از این رو اجرای طرح‌های آبخیزداری در مسیر رودخانه در مدیریت سیلاب، ذخیره‌سازی آب و شکل‌گیری پهروهای اکولوژیکی به‌ویژه در نواحی مذکور مؤثر است.

تنوع بیولوژیکی رودخانه خشک

حفظ و نگهداری پهروهای سبز باغ‌های قصردشت در مجاورت کریدور رودخانه خشک و ممانعت از گسست آنها، موجب حفظ شرایط اکولوژیک رودخانه در ناحیه موجود می‌شود تا دچار آسیب‌های تخریل و پهروشدگی نشود. حفظ و نگهداری گونه گیاهی موجود در بستر رودخانه نیز موجب حفظ پهروهای خودروی گیاهی و تداوم شرایط اکولوژیک زیستگاه‌های جانوری می‌شود. علاوه بر تنوع بیولوژیکی موجود، می‌توان گونه‌های گیاهی بومی را به‌صورت مصنوع کاشت، پهروهای سبز در کنار کریدور رودخانه ایجاد کرد و گونه‌های جانوری غیرمهاجم و متناسب با شرایط موجود را به محوطه منتقل نمود تا تنوع گونه‌های جانوری پهروها نیز تأمین شود. این کارها موجب تداوم خدمات اکوسیستم در اکوسیستم رودخانه می‌شود.

نقش مورفولوژیکی رودخانه خشک: حریم رودخانه خشک به‌علت گسترش معابر شهری اشغال شده و برای کنترل سیلاب جداره‌ها کانالیزه شده است، از این رو ایجاد حوضچه‌های ذخیره آب در بستر کریدور رودخانه علاوه بر شیب‌شکن‌ها، شدت رژیم جریان سیلاب را کاهش می‌دهد و ذخیره آب شکل‌گیری پهروهای سبز اکولوژیکی را به‌عنوان عرصه‌های طغیان تقویت می‌کند. اشغال اراضی شهری قابل تصرف حریم رودخانه خشک و تخریب معابر آسفالت در بستر رودخانه، امکان شکل‌گیری فرم مماندر را فراهم می‌کند تا شدت جریان سیلاب کاهش یابد. شاید با تداوم این روند در برنامه‌ریزی طولانی‌مدت، ارزش مورفولوژیکی - اکولوژیکی رودخانه خشک بر ارزش‌های اقتصادی تغییر کاربری اراضی حریم رودخانه اولویت پیدا کند. همچنین

در مقیاس کلان برنامه‌ریزی، تدوین قوانین شهرسازی در خصوص محدودیت‌های کاربری زمین‌های مجاور رودخانه خشک و حفظ حریم آن موجب پایداری این ساختار می‌شود.

ج) بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز

پس از تدوین راهبردها، باید نظام مدیریت شهری در اجرای برنامه‌های مرتبط با توسعه پایدار شهری هماهنگی‌های لازم را اعمال کند تا راهبردها در مقیاس کلان و راهکارهای مربوط در مقیاس خرد، قابلیت اجرا داشته باشد و جایگاه تعریف‌شده‌ای بیابد. سازمان‌های و ارگان‌های مانند شهرداری شیراز، سازمان آب منطقه‌ای فارس، سازمان سیما، منظر و فضاهای سبز شهرداری شیراز، سازمان حفاظت از محیط زیست استان فارس، دانشکده محیط زیست دانشگاه شیراز، مهندسين مشاور حاسب و مهندسين مشاور شهر و خانه باید به اجماع نظر در تدوین راهبردها و راهکارها دست یابند.

همکاری میان‌رشته‌ای در بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک موجب دستیابی به شیوه‌های تخصصی برای اجرای پروژه می‌شود. متخصصان حوزه آب‌شناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی، بوم‌شناسی، شهرسازی، برنامه‌ریزی شهری، طراحان منظر، طراحان معمار، مدیریت شهری، مدیریت ترافیک شهری، در برنامه‌ریزی و اجرای پروژه باید با همکاری احتمال خطای اجرا را کاهش دهند.

ایجاد اهداف کلان و خرد و واضح در چارچوب مؤلفه‌های اکولوژیک و برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت و بلندمدت در اجرای پروژه به عملی شدن طرح می‌انجامد و مدیریت آن در تعیین بودجه، تجهیزات، نیروهای خدماتی و کارگری، نیروهای متخصص و تغییرات شرایط اقلیمی، در بازه‌های زمانی تعریف‌شده امکان‌پذیر می‌شود. چنانچه اختلالی در تأمین بودجه یا عوامل اجرایی پیش آید، می‌توان طرح را در یکی از فازهای اجرایی به اتمام رساند و برای ادامه در فاز بعدی مجدداً برنامه‌ریزی کرد.

اولویت‌بندی در اجرای اقدامات ضرورت دارد. رودخانه خشک در مسیر خود در شهر شرایط متعددی را در بستر و در کرانه‌ها دارد؛ در برخی بخش‌ها، بستر پذیرش فاضلاب شهری و در قسمت‌هایی دیگر مکان رویش درختان و بوته‌های خودرو است. از این‌رو اولویت در اجرای پروژه در بخشی ممکن است احداث زهکش و کانال دفع فاضلاب و در بخش دیگری ساخت مهارهای آب‌بند برای ذخیره سیلاب باشد؛ بنابراین برنامه‌ریزی مسیر رودخانه خشک با توجه به شرایط اکولوژیکی موجب فزبنندی اجرایی می‌شود.

تعیین میزان ریسک و عدم قطعیت در همه پروژه‌های اجرایی مرتبط با ساختارهای طبیعت و محیط زیست رخ می‌دهد، چراکه ساختار زمین و واکنش‌های آن به تغییرات محیطی پیش‌بینی‌پذیر نیست. ممکن است در اجرا، روند شکل‌گیری پروژه تغییر کند.

طرح بهسازی رودخانه باید براساس سیاست‌های ملی و منطقه‌ای در طرح‌های بالادست اجرا شود. هماهنگی ارگان‌های مربوط در جایگاه بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک در طرح تفصیلی دیده شده و براساس آن باید برنامه‌ریزی و تدوین صورت گیرد.

معیارهای قابل اندازه‌گیری برای بهسازی رودخانه خشک شیراز باید اجرا شود. این کار کمیت قابل ارزیابی به وجود می‌آورد که می‌تواند معیار ارزشیابی اثرگذاری تغییرات ایجادشده باشد. با استفاده از نرم‌افزارها می‌توان به اطلاعات کمی وضعیت جغرافیایی، میزان تغییرات اقلیمی و شدت جریان سیلاب دست یافت و تغییرات حاصل از احداث پهروهای اکولوژیکی و اقدامات کنترل سیلاب را ارزیابی کرد.

برنامه‌ریزی مالی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تضمین‌کننده بهسازی اکولوژیک اکوسیستم رودخانه خشک به صورت کامل است. اطلاع‌رسانی دستاوردهای بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک به شهروندان به منظور جذب سرمایه‌های اجتماعی و اقتصادی مؤثر است تا پروژه بهسازی رودخانه خشک شیراز به طور کامل اجرا و نتایج آن تکمیل شود.

د) نظارت و ارزیابی بهسازی اکولوژیک رودخانه خشک شیراز

پس از شناسایی، تدوین و برنامه‌ریزی و اجرای پروژه، نظارت و ارزیابی صورت می‌پذیرد، چراکه صرفاً اجرای راهبردها و راهکارها مهم نیست، بلکه عملکرد آن در راستای دستیابی به اهداف در بلندمدت نیز مدنظر است. از این‌رو نظارت بر اجرای طرح بهسازی و پس از آن، ارزیابی کمی و کیفی دستاوردها، متضمن بهسازی اکوسیستم رودخانه بر مبنای مؤلفه‌های اکولوژیک است.

تداوم سلامت هیدرولوژیکی رودخانه خشک

آزمون‌های آب‌شناسی برای بررسی کیفیت آب و نمونه‌برداری‌های مداوم در زمان‌های متوالی، نظارت بر کیفیت و کمیت کارکردی سیستم‌های فیلتراسیون و زهکش‌ها، مدیریت هم‌افزای بهسازی حوضه آبریز رودخانه خشک در دشت شیراز و همه نواحی اکوسیستم رودخانه خشک و نظارت و ارزیابی بر عملکرد آنها، مدیریت و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت پس از بهسازی هیدرولوژیکی رودخانه خشک، تجزیه و تحلیل هزینه‌های مالی، پاسخگویی متخصصان و شهروندان درباره اختصاص بودجه‌های مردمی از طرف سازمان‌ها و ارگان‌های شهری به‌ویژه شهرداری از راهبردهای مؤثر است.

حفظ و تکثیر تنوع بیولوژیکی در رودخانه خشک

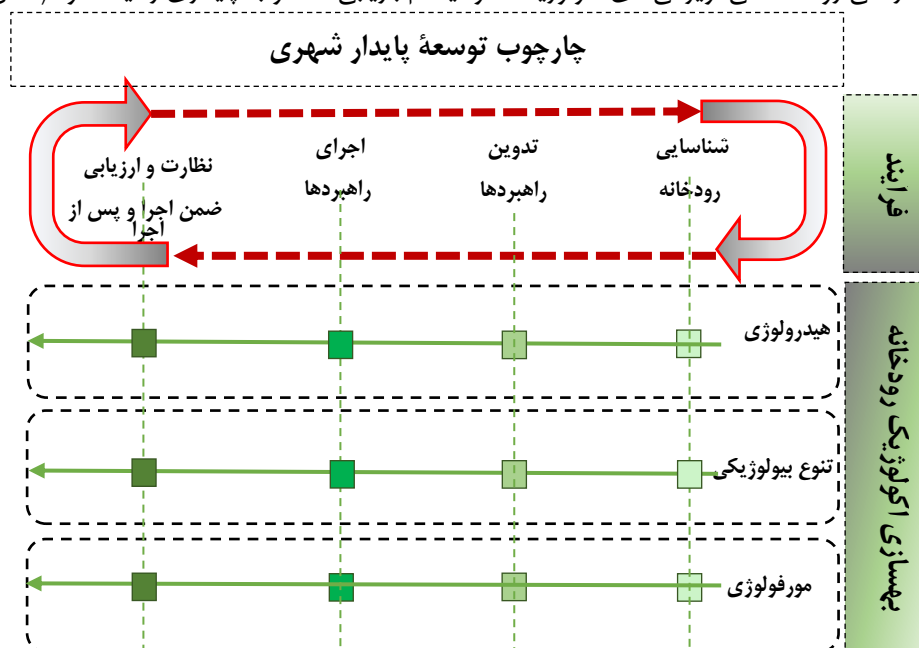
پس از اجرای پروژه‌های اکولوژیکی، ارزیابی کمی و کیفی اثرهای اکولوژیکی بر رودخانه خشک و محیط شهری مجاور آن براساس مشاهدات میدانی و نرم‌افزارهای سنجش از دور بسیار مهم است. نظارت بر فرایندهای ناشی از فعالیت‌های بیولوژیکی، نظارت بر حفاظت و مدیریت گونه‌های بیولوژیکی در فصول متعدد، نظارت بر حضور محدود شهروندان، تدوین قوانین مبنی بر حفظ گونه‌های گیاهی و جانوری در محدوده رودخانه خشک شیراز و عدم دخل و تصرف شهروندان در اراضی پهروهای اکولوژیکی، راهبردهایی‌اند که موجب تداوم بهسازی اکولوژیکی اکوسیستم رودخانه خشک می‌شوند.

تغییرات مورفولوژیکی رودخانه خشک: نظارت بر تطابق طرح تفصیلی شهر شیراز با طرح تغییرات مورفولوژیکی رودخانه خشک، توجه به تغییرات بر اثر مخاطرات محیطی به‌خصوص سیلاب‌های فصلی، نظارت و ارزیابی عملکرد پروژه بهسازی رودخانه خشک شیراز به‌ویژه در مواجهه با مخاطره سیل برای برنامه‌ریزی طولانی‌مدت ضرورت دارد تا بتوان شرایط اکولوژیک رودخانه را ساماندهی کرد و به توسعه پایدار شهری دست یافت. از آنجا که بهسازی مورفولوژیک رودخانه کاملاً برای شهروندان محسوس است، اطلاع‌رسانی و انعکاس بازخوردهای بهسازی مورفولوژیکی رودخانه خشک، موجب ارزشگذاری فرهنگی محیط زیست رودخانه می‌شود.

نتیجه‌گیری

رودخانه خشک شیراز رودخانه‌ای درون‌شهری است که به‌علت توسعه شهری، مداخلات انسانی و تغییرات اقلیمی با اختلال اکوسیستم مواجه شده و به رودخانه فصلی تبدیل شده است. بهسازی رودخانه خشک شیراز براساس مؤلفه‌های اکولوژیکی راهی به‌سوی باززنده‌سازی اکوسیستم رودخانه براساس ماهیت اکولوژیکی آن است. بخشی از یافته‌های این پژوهش براساس ادبیات مروری تحقیق، مؤلفه‌های مؤثر اکولوژیکی، هیدرولوژی، تنوع بیولوژیکی و مورفولوژی است که همه ابعاد اکولوژیکی اکوسیستم رودخانه خشک را در بر می‌گیرند و ماهیت طبیعی رودخانه، عملکردها و خدمات اکوسیستم را تعریف می‌کنند. از یافته‌های دیگر این پژوهش چارچوب توسعه پایدار شهری در چهار مرحله است: شناسایی طرح بهسازی براساس سلامت اکوسیستم رودخانه، تدوین راهبردها و راهکارهای مرتبط، اجرای بهسازی متناسب با برنامه‌های توسعه و مدیریت شهری، نظارت و ارزیابی در ضمن بهسازی و بعد از آن. براساس یافته‌های پژوهش به‌علت مواجهه اکوسیستم رودخانه با آسیب‌های توسعه شهری، چنانچه مؤلفه‌های اکولوژیک در چارچوب توسعه شهری تدوین شوند، ماهیت اکولوژیک رودخانه در ساختار شهری تعریف‌شده و در مقیاس برنامه‌ریزی‌های شهری حفاظت و بهسازی می‌شود. پس از اجرای راهبردهای مرتبط، اکوسیستم رودخانه در وضعیت جدیدی قرار می‌گیرد؛ در حقیقت اکوسیستم ثانویه به‌نوعی اکوسیستم مصنوع است که باید دوباره در مرحله شناخت، بررسی شود تا براساس شرایط جدید و نقاط ضعف احتمالی، راهبردها و راهکارهای جدیدی تدوین و اجرا شود و نظارت و ارزیابی ثانویه صورت گیرد. مؤلفه‌های اکولوژیک در این چهار مرحله در چرخه‌های متوالی تکرار می‌شوند تا اکوسیستم به‌تدریج از نظر اکولوژیکی بهسازی شود، زیرا رودخانه‌ها ماهیتی متغیر متأثر از تغییرات اقلیمی و مخاطرات محیطی، توسعه شهری و مداخلات انسانی دارند که گاهی پیش‌بینی‌پذیر نیستند و همچنان نیازمند نظارت و ارزیابی و نقد بازخوردها و تغییرات هستند تا براساس

شرایط جدید راهبردهایی تطبیقی اندیشیده شود و بهسازی اکولوژیکی اکوسیستم رودخانه تداوم یابد. در این روند رودخانه در وضعیتی قرار می‌گیرد که الزاماً بهترین شرایط اکولوژیکی رودخانه نیست، ولی با استمرار در چرخه تکاملی قرار می‌گیرد. بنابراین براساس نتایج تحقیق، بهسازی اکولوژیکی رودخانه در نگرشی سیستمی در ساختار «مبتنی بر فرایند» صورت می‌پذیرد. براساس دیدگاه این پژوهش، بهسازی اکولوژیکی رودخانه، برنامه‌ای کوتاه‌مدت نیست، بلکه در چرخه‌ای فرایندگرا تدوین می‌شود تا در طی روند تکاملی، ویژگی‌های اکولوژیکی اکوسیستم بازیابی شده و به پایداری رسیده شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. الگوی نظری بهسازی رودخانه‌های شهری براساس مؤلفه‌های اکولوژیکی در چارچوب توسعه پایدار شهری در ساختار فرایندگرا

در خصوص تعمیم‌پذیری یافته‌ها و نتایج پژوهش، این نکته حائز اهمیت است که رودخانه در هر شهری مانند اثر انگشت، ویژگی‌های منحصر به فردی دارد؛ ویژگی‌های اقلیمی، شیوه توسعه شهری و نحوه اثرگذاری تغییرات اقلیمی، خاص هر منطقه جغرافیایی است که بر ویژگی‌های رودخانه‌های درون شهری اثر می‌گذارند. مدل نظری ارائه شده به‌عنوان چارچوب کلیدی بهسازی رودخانه‌های شهری در چارچوب توسعه پایدار شهری مطرح است که در مقیاس کلان برنامه‌ریزی تعمیم‌پذیر است، ولی در مقیاس خرد و تبیین راهبردها و اتخاذ راهکارهای مرتبط، مستلزم انطباق بر شرایط جغرافیایی و اقلیمی اکوسیستم هر رودخانه‌ای است.

منابع

- آبفن شرکت مهندسی مشاور آمایش آب و خاک (۱۳۸۳). مطالعات مرحله اول و دوم سد تنگ سرخ جهت ذخیره سازی سیلاب های رودخانه خشک. انتقال آب به اراضی شمال غرب شیراز جهت توسعه فضای سبز. مطالعات مرحله اول. گزارش مطالعات آبهای سطحی. کارفرما: شهرداری شیراز.
- آخانی، حسین و رودف، الکسانده (۱۳۹۷). حفظ تنوع زیستی یا زیست فناوری: اولویت امروز ایران چیست؟، پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۲(۳): ۱۸۱-۱۹۴
- آهنی، حسین؛ طالب بیدختی، ناصر؛ قربانی، اردوان؛ خرد، مهرزاد؛ و رستگارمقدم، مرضیه (۱۳۸۷). ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و تاثیر آن در میزان تولید رواناب: مطالعه موردی حوضه آبخیز تنگ سرخ شیراز. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. دانشگاه تبریز. دانشکده مهندسی عمران.
- اسدالهی، زهرا؛ و سلمان ماهینی، عبدالرسول. (۱۳۹۶). بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر عرضه خدمات اکوسیستم (ذخیره و ترسیب کربن). پژوهش های محیط زیست، ۸(۱۵)، ۲۰۳-۲۱۳. SID. <https://sid.ir/paper/192384/fa>
- اسدپور، علی؛ مظفر، فرهنگ؛ فیضی، محسن؛ و بهزادفر. مصطفی (۱۳۹۵). کاربرد شاخص‌های ادراک اجتماعی در بازآفرینی منظر رودخانه های شهری، نمونه موردی رودخانه خشک شیراز، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۸، ۳۹۵-۴۱۷.
- بهرامی، فرشاد؛ آل هاشمی، آیدا؛ و متدین، حشمت‌الله (۱۳۹۸). رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل، برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه کن. منظر، ۱۱(۴۷)، ۶۰-۷۳.
- پروین‌نیا، محمد؛ رخشنده‌رو، غلامرضا، و منجمی، پرویز. (۱۳۸۸). کیفیت سیلاب شهری و رسوبات حاوی فلزات سنگین در حوضچه تزریق شهر شیراز و بررسی عملکرد مواد جاذب برای کاهش آلودگی. محیط‌شناسی، ۳۵(۴۹)، ۷۳-۸۲.
- پوینده بلداجی، اسماعیل؛ صوفی، مجید؛ و حسینی، علی‌مراد (۱۳۸۸). بررسی عوامل موثر بر سیل خیزی در حوزه آبخیز رودخانه خشک شیراز. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداران ایران (مدیریت پایدار بلایای طبیعی).
- ثابت، فرحناز؛ بندگانی، مجتبی؛ صادقی، مهربان؛ حاتمی‌منش، مسعود؛ میرزایی، محسن؛ و حق‌شناس، آرش (۱۳۹۳). ارزیابی حضور فلزات سنگین در نمک و آب دریاچه مهارلو در مقایسه با غلظت آنها در سنگ نمک معادن سیرجان، لار و فیروزآباد، آب و فاضلاب، ۱(۲۶)، ۸۹-۹۶.
- حشمتی، غلامعلی؛ و کمالی، پریا (۱۳۹۴). بررسی اثر ساختار گیاهان چوبی بر عملکرد اکوسیستم های مرتعی، اکوسیستم های طبیعی ایران، ۴(۴)، ۱۱-۲۲. SID. <https://sid.ir/paper/215169/fa>
- حنیف‌زاده، احمد (۱۳۹۰). بررسی تأثیر پل‌ها بر منحنی‌های دبی- اشل آبراهه‌ها با استفاده از ۱۱ mike (رودخانه خشک شیراز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- خواجگاهی، ابراهیم (۱۳۸۵). بررسی تأثیر پوشش گیاهی در تثبیت و حفاظت کناری رودخانه نازلوچای ارومیه، مجموعه مقالات هفتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- زارع، نازنین؛ و طالب بیدختی، ناصر (۱۳۹۵). مقدمه‌ای بر تاب‌آوری کلانشهر شیراز در برابر سیل: شبیه‌سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه‌های خشک و نهر اعظم، نخستین همایش تاب‌آوری زیست‌بوم شیراز، شیراز. <https://civilica.com/doc/615282>
- زراعتکار، امین؛ جمزاد، زیبا؛ و جلیلی، عادل (۱۴۰۰). جایگاه حفاظتی گونه‌های *Hypericopsis persica* Boiss. و *Salicornia* persopolitana Akhani. [doi: 10.22092/im.2021.354224.1351](https://doi.org/10.22092/im.2021.354224.1351)، ۱۵۳-۱۵۸، ۳(۳۶).
- سبک‌رو، دلارام؛ بهرامی، فرشاد؛ و متدین، حشمت‌اله (۱۴۰۰). طراحی و برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه‌های شهری در مواجهه با آشوب سیل (برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانه درکه). منظر، ۱۳(۵۵)، ۶۲-۷۵. SID. <https://sid.ir/paper/967915/fa>
- سرومند، ایمان؛ پروین‌نیا، محمد؛ و ادهمی، ابراهیم (۱۳۹۵). بررسی عملکرد ایستگاه تصفیه سیلاب شهری شهر شیراز، نخستین همایش تاب‌آوری زیست‌بوم شیراز، شیراز، <https://civilica.com/doc/615271>
- سید حمید، مصباح؛ پاک‌پور، مجتبی؛ نجابت، مسعود؛ و کوثر، سید آهنگ (۱۳۹۶). چرا نباید سد تنگ سرخ را در بالادست کلان‌شهر شیراز ساخت؟ گزارش سازمان نظام مهندسی ساختمان استان فارس، ۲۶(۹۳)، ۱۹-۲۵.
- شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس (۱۳۸۹). طرح اضطراری ساماندهی رودخانه خشک شیراز، گزارش فنی.

- شهر و خانه مهندسين مشاور برنامه‌ريز، شهرساز و معمار (۱۳۹۵). طراحی منظر پهنه بزرگ همجوار با رودخانه خرم‌دره شیراز، گام اول (فاز صفر) مطالعات و تهیه طرح راهبردی. ویرایش دوم، کارفرما: شهرداری شیراز.
- صافی، عیسی؛ و قضاوی، رضا (۱۳۹۷). تعیین پتانسیل مکان‌های مناسب ذخیره بارش با استفاده از GIS و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سودجان)، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۹(۲)، ۱-۱۲. doi:10.22108/gep.2018.98209.0
- طالب بیدختی، ناصر؛ و بنی‌هاشمی، بهمن (۱۳۸۷)، حقابه زیست‌محیطی، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، <https://civilica.com/doc/39045>
- عبدالعظیمی، هادی؛ روشن، سیدحسین؛ شمس‌نیا، سیدامیر؛ و شاهینی‌فر، حمیدرضا (۱۳۹۹). شناسایی مناطق سیل‌خیز شهر شیراز با استفاده از TOPSIS-GIS. هیدروژئومورفولوژی، ۷(۲۵)، <https://sid.ir/paper/522749/fa> SID.
- عبداللهی، ایلدرمی (۲۰۲۲). ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی؛ مفاهیم و روش‌ها. انسان و محیط زیست، ۲۰(۱)، ۱-۱۸.
- کارگروه مخاطرات. (۱۳۹۸). مجموعه گزارش‌های تخصصی سیلاب‌های فروردین ۱۳۹۸ (گزارش دوم) سیل دروازه قرآن شیراز-گزارش دوم، کارگروه مخاطرات. ناشر مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی.
- کاظمی، محسن؛ ناجی، صادق؛ فیض‌نیا، سادات؛ و خسروی، حسن. (۱۳۹۸). آشکارسازی تغییرات سطح دریاچه مهارلو و کاربری اراضی اطراف آن طی دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۱، مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۷۲(۳)، ۸۳۱-۸۴۲. SID. <https://sid.ir/paper/376315/fa>
- کفیل‌زاده، فرشید، کارگر، محمد؛ و کدیور، الهام (۱۳۸۵). بررسی غلظت کادمیم، روی، مس، آهن و نیکل در رودخانه خشک شیراز و برخی محصولات کشاورزی مجاور، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۸(۴ مسلسل ۳۱)، ۶۷-۷۵. <https://sid.ir/paper/87258/fa> SID.
- کوکبی، لیلا؛ و امین‌زاده، بهناز (۱۳۸۷). کاربرد اکولوژی سیمای سرزمین در حفاظت و بهسازی رودخانه‌های درون‌شهری: مطالعه رودخانه خشک شیراز، علوم محیطی، ۲۶(۲)، ۱۰۵-۱۱۹. <https://sid.ir/paper/117288/fa> SID.
- مثنوی، محمدرضا؛ و دبیری، مریم (۱۳۹۶). ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم شهری به‌عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی شهرهای پایدارتر، منظر، ۴۱(۹)، ۲۴-۳۵.
- محمدیاری، فاطمه؛ و زرنديان، اردوان (۱۴۰۰). ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستم: مروری بر مفاهیم و روش‌ها، مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، ۲(۱)، ۶۳-۸۱. doi: 10.22034/iwm.2022.250823.
- An, J.H., Lim, B.S., Seol, J., Kim, A.R., Lim, C.H., Moon, J.S., Lee, C.S. (2022). Evaluation on the Restoration Effects in the River Restoration Projects Practiced in South Korea. *Water*, 14, 2739. <https://doi.org/10.3390/w14172739>
- Andermatt Conley, V. (2013). *Urban Ecological Practices: Félix Guattari's three Ecologies*. Mostafavi, M. with Doherty, G.(ed.), Ecological Urbanism, Harvard University GSD, Lars Mueller publishers, 138-139.
- Angelopoulos, N. V., Cowx, I. G., & Buijse, A. D. (2017). Integrated planning framework for successful river restoration projects: Upscaling lessons learnt from European case studies. *Environmental Science and Policy*, 76(February), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.06.005>
- Cairns J. (1982). *Restoration of damaged ecosystems*. Res Wildl Habitat, US EPA, Washington, DC. 1982.
- Forman, R. T. (2013). Urban ecology and the arrangement of nature in urban regions. *Ecological urbanism*, Harvard University GSD, Lars Mueller publishers, 312-323.
- Gilvear, D. J., Spray, C. J., & Casas-Mulet, R. (2013). River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale. *Journal of Environmental Management*, 126, p. 30–43. [Online]. Available at: doi:10.1016/j.jenvman.2013.03.026.
- Hagan, S. (2013). Book Section, 'Performativism': environmental metrics and urban design in: Mostafavi, Mohsen and Doherty, Gareth, (eds.) Ecological Urbanism. Harvard University Graduate School of Design and Lars Muller Publishers, Baden, Switzerland, pp. 458-467. ISBN 978-3-03778-189-0
- Hodson, M., & Marvin, S. (2016). *Eco-urbanism: transcendent eco-cities or urban ecological security?*, Book Section, In: Mostafavi, Mohsen and Doherty, Gareth, (eds.) Ecological Urbanism. Harvard University Graduate School of Design and Lars Muller Publishers, Baden, Switzerland, pp. 458-467. ISBN 978-3-03778-189-0
- Karhade, V. R., Kamble, A. L., Vangujare, S. B., & Wadgaonkar, P. S. (2020). Environmental Impact Assessment of Anthropogenic Activities and Conceptual Restoration Strategy for Kham River in Aurangabad, India. *Current World Environment*.
- LARRMP (2007). *Los Angeles River Revitalization Master Plan*. City of Los Angeles, Department of Public Works, Bureau of Engineering.

- LARRMP Final Report (2007). Final Programmatic Environmental Impact Report/ Programmatic Environmental Impact Statement. The City of Los Angeles, Department of Public Works, Bureau of Engineering and US Army Corps of Engineers Los Angeles District Planning Division.
- Masnavi, M. R., Tasa, H., Ghobadi, M., Farzad Behtash, M. R., & Negin Taji, S. (2016). Restoration and Reclamation of the River Valleys' Landscape Structure for Urban Sustainability using FAHP Process, the Case of Northern Tehran-Iran. *International Journal of Environmental Research*, 10(1), 193-202.
- Moosavi, S. (2018). Time, trial and thresholds: Unfolding the iterative nature of design in a dryland river rehabilitation. *Journal of Landscape Architecture*, 13(1), 22-35. <https://doi.org/10.1080/18626033.2018.1476025>
- Moosavi, S., Grose, M. J., & Lake, P. S. (2019). Wadis as dryland river parks: challenges and opportunities in designing with hydro-ecological dynamics. *Landscape Research*.
- Moosavi, S., Makhzoumi, J., & Grose, M. (2016). Landscape practice in the Middle East between local and global aspirations. *Landscape Research*, 41(3), 265-278.
- Morandi B, Piégay H, Lamouroux N, & Vaudor L (2014). How is success or failure in river restoration projects evaluated? Feedback from French restoration projects. *J Environ Manage*. 137, 178-188. doi:10.1016/j.jenvman.2014.02.010.
- Perini, K., & Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration*. (John Wiley). Wiley BlackWell. <https://doi.org/10.1002/9781119245025>
- Petersen.R.C.; Lacoursitre J. (1992). A building-block model for stream restoration. *River Conserv Manag John Wiley, Chichester*, 293-309
- Plunz,R.A. book Foreword in Perini, K., & Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration, Urban Sustainability and River Restoration* (John Wiley). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119245025>
- Se ar DA. R i v e r r e s t o r a t i o n a n d g e o m o r p h o l o g y. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst*. 1994;4(2):169-177. doi:10.1002/ aq.3270040207
- Sabbion, p., Los Angeles River, USA-Strategies and Techniques, in Perini, K., & Sabbion, P. (2017). *Urban Sustainability and River Restoration*. Urban Sustainability and River Restoration (John Wiley). Wiley BlackWell. <https://doi.org/10.1002/9781119245025>
- Walsh C.J., Roy A.H., Feminella, J.W., Cottingham, P.D., Groffman P.M., Morgan R.P. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *J North Am Benthol Soc.*, 24(3), 706-723. doi:10.1899/04-028.1
- Ward, J. V., Tockner, K., Arscott, D. B., & Claret, C. (2002). Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology*, 47 (4), p. 517-539. [Online]. Available at: doi:10.1046/j.1365- 2427.2002.00893.x.
- Yu, K. (2013). *The Big Foot Revolution*. Ecological urbanism, Harvard University GSD, Lars Mueller publishers, 282-291.
- Zingraff-Hamed, A., Greulich, S., Egger, G., Pauleit, S., Wantzen, K., *Urban River restoration, evaluation and conflicts between ecological and social quality. Erweiterte Zs.fass der Jahrestagung Wien 2016*. 2017. <https://www.google.com/> نقشه+شهر+شیراز
- https://fa.wikipedia.org/wiki/دِریاچَه_مهارلو.
- https://www.isna.ir/news/98013113474/دو_دلیل_مهم_رخداد_سیل_انسان_ساخت_شیراز
- https://www5.isna.ir/news/آبگیری_بیش_از_۳۵_میلیون_متر_مکعبی_طرح_های_تغذیه_مصنوعی_فارس