



Research Paper

Identification the Factors and Strategies Affecting the Estimation of Green Space Water Requirement with the Aim of Optimizing Water Consumption Management (Case Study: Urban Peripheral Areas of Minudasht)

Mosa Parsakloo¹ , Mohammad Motamedi² , Ezatollah Mafi³

¹. Ph.D Student, Department of Geography and Urban Planning, Shir.C., Islamic Azad University, Shirvan, Iran.

². Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Shir.C., Islamic Azad University, Shirvan, Iran.

³. Associate Professor, Department of Geography and Urban Planning, Shir.C., Islamic Azad University, Shirvan, Iran.

ARTICLE INFO

Keywords:

Factors and Strategies, Water Requirement Estimation, Green Space, Consumption Management, Urban Peripheral Areas of Minudasht

Received:

xx March 2022

Received in revised form:

xx June 2022

Accepted:

xx August 2022

Published Date:

xx August 2022

pp.x-xx

ABSTRACT

Urban green space plays a vital role in the quality of life, yet its water supply faces serious challenges in most regions. Therefore, This study was conducted to explain the phenomenon the factors and strategies affecting the estimation of green space water requirements with the aim of optimizing water consumption management in the urban peripheral areas of Minudasht. This applied research was carried out using a descriptive-analytical approach. Employing a qualitative research design, the study utilized the grounded theory method with the Strauss and Corbin approach. Data were collected through semi-structured interviews with 35 experts selected via snowball sampling and were analyzed through three stages of open, axial, and selective coding until theoretical saturation was achieved. The findings indicate that accurate estimation of urban green space water requirements in the urban peripheral areas of Minudasht faces three main categories of factors: causal factors including water resource scarcity, uncontrolled development of green spaces, and weaknesses in basic data and statistics; contextual factors including social and cultural characteristics, urban management structure, and economic conditions; and intervening factors including technical and instrumental limitations, political and decision-making factors, and uncontrollable natural characteristics. The core category of the research was identified as "the gap between available data and actual needs under fragmented management conditions," indicating the lack of an integrated data-driven system in the region. The proposed strategies in four areas improving irrigation systems and technology, modifying cultivation patterns and green space design, data-driven management and planning, and education and social participation if implemented in a coordinated manner, can lead to positive outcomes such as water consumption optimization, improved green space quality, sustainable development and urban resilience, and enhanced social capital. Conversely, the continuation of the current situation will bring about irreversible consequences including water crisis, green space degradation, increased costs and conflicts, and decline in environmental quality and public health.

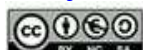
Corresponding author (Email: 6359129078@iau.ir)

Cite this article:

Parsakloo, M, Motamedi, M, Mafi, E. (2026). Investigating the Factors and Strategies Affecting the Estimation of Urban Green Space Water Requirement with the Aim of Optimizing Water Consumption Management (Case Study: Urban Peripheral Areas of Minudasht). *Journal of Urban Peripheral Development*, 5(1), 1-16.



<http://doi.org/10.22034/jpusd.2023.351180.1215>



2676-4172 © Iranian Association of Geography and Rural Planning.

This is an open access article under the CC BY-NC/4.0/License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Extended Abstract

Introduction

Urban green space plays a vital role in the quality of life, yet its water supply faces serious challenges in most regions. Therefore, This study was conducted to explain the phenomenon the factors and strategies affecting the estimation of green space water requirements with the aim of optimizing water consumption management in the urban peripheral areas of Minudasht.

The city of Minudasht in Golestan Province, despite receiving significant annual rainfall (689.5 mm), faces a climatic-ecological phenomenon during the warm season that poses a serious challenge to water management in its green spaces. With annual evaporation of 1246.7 mm, 139 days of temperatures exceeding 30°C, and long hours of sunshine, an effective moisture deficit arises one that annual precipitation alone cannot offset. This issue becomes even more complex in Minudasht's urban peripheral areas, due to their distance from the municipal water supply center, the dispersion of green spaces, more limited access to modern irrigation infrastructure, and the presence of diverse plant species with varying water requirements. In these areas, traditional irrigation practices and the lack of locally calibrated evapotranspiration data have led to inefficient water use and a decline in green space quality.

From an economic perspective, peripheral areas green spaces are not merely a recurring expense for the municipality; rather, they represent a public asset with multiple functions enhancing property values on the urban fringe, improving the city's entryway landscape, attracting tourists, and promoting residents' mental well-being. Unprincipled irrigation whether over- or under-watering accelerates the depreciation of this asset and sets off a cycle of additional costs, including plant replacement, equipment repairs, and citizen dissatisfaction. Moreover, the diversity in land use among peripheral areas green spaces (marginal parks, green belts, roadside entry corridors, and playfields) and the variety of plant species turn water requirement estimation into a context-dependent, location-specific matter.

Given the limitations of water resources in Minudasht and the absence of a localized scientific model tailored to urban peripheral areas, the central research question is: what are the factors influencing the estimation of water requirements for green spaces in these zones? Adopting a qualitative approach and drawing on methods such as documentary analysis, field observation, interviews with green space experts, water resources specialists, and local

knowledgeable practitioners, as well as content analysis of technical literature, this study seeks to identify and categorize these factors. Its emphasis on subjective understanding, lived experience, and the local knowledge of stakeholders (municipality, water and wastewater utility, urban peripheral areas farmers, and end-users) distinguishes this research from purely quantitative studies.

The findings of this research can provide a conceptual framework for identifying irrigation management priorities in urban peripheral areas and serve as a springboard for developing practical, locally adapted guidelines aligned with Minudasht's climatic, social, and economic conditions. Ultimately, with a holistic perspective, this study aims to identify the gap between actual water needs (based on species, location, and season) and current consumption patterns in peripheral areas zones, while laying the groundwork for participatory and sustainable decision-making.

Methodology

This applied research was carried out using a descriptive-analytical approach. Employing a qualitative research design, the study utilized the grounded theory method with the Strauss and Corbin approach. Data were collected through semi-structured interviews with 35 experts selected via snowball sampling and were analyzed through three stages of open, axial, and selective coding until theoretical saturation was achieved.

Results and discussion

The findings indicate that accurate estimation of urban green space water requirements in the urban peripheral areas of Minudasht faces three main categories of factors: causal factors including water resource scarcity, uncontrolled development of green spaces, and weaknesses in basic data and statistics; contextual factors including social and cultural characteristics, urban management structure, and economic conditions; and intervening factors including technical and instrumental limitations, political and decision-making factors, and uncontrollable natural characteristics. The core category of the research was identified as "the gap between available data and actual needs under fragmented management conditions," indicating the lack of an integrated data-driven system in the region. The proposed strategies in four areas improving irrigation systems and technology, modifying cultivation patterns and green space design, data-driven management and planning, and education

and social participation if implemented in a coordinated manner, can lead to positive outcomes such as water consumption optimization, improved green space quality, sustainable development and urban resilience, and enhanced social capital. Conversely, the continuation of the current situation will bring about irreversible consequences including water crisis, green space degradation, increased costs and conflicts, and decline in environmental quality and public health.

Conclusion

The research findings indicate that accurately estimating the water requirements of peri-urban green spaces in Minudasht is not hindered by a single obstacle, but rather by an intertwined network of causal, contextual, and intervening factors ranging from data deficiencies and institutional fragmentation to socio-economic pressures and political decision-making. At the heart of this issue lies a systemic gap between available data and actual needs, which reflects the absence of an integrated, evidence-based framework for water governance in the region. The four strategic axes proposed namely, upgrading irrigation technology and systems, revising planting patterns and green space design, data-driven management and planning, and education with social participation offer a practical pathway toward efficiency, resilience,

and social cohesion. However, the success of these strategies depends on their coordinated and integrated implementation; any partial or uncoordinated execution risks perpetuating the status quo, which would bring inevitable consequences such as water crisis, ecological degradation, rising costs, and intensified social conflicts. Ultimately, the choice ahead is not merely technical but institutional: bridging this gap requires moving beyond fragmented practices toward a holistic, participatory, and locally tailored model of water management.

Funding

According to the responsible author, this article has no financial support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۱۷۲

مجله توسعه فضاهای پیراشهری

Journal Homepage: <https://jpusd.ir>



مقاله پژوهشی

شناسایی عوامل و راهبردهای موثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز در راستای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب (مورد مطالعه: مناطق پیراشهری مینودشت)

موسی پسرکلو^۱؛ نمد معتمدی^۲✉؛ عزت اله مافی^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران.

۲- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران.

۳- دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:

عوامل و راهبردها، برآورد نیاز آبی، فضای سبز، مدیریت مصرف، مناطق پیراشهری مینودشت

تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۰۱/۰۵

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۱/۰۳/۱۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۱/۰۵/۰۵

تاریخ انتشار:

۱۴۰۱/۰۵/۰۵

صص. ۱-۱۶

فضای سبز شهری نقشی حیاتی در کیفیت زندگی دارد، اما تأمین آب آن در اکثر مناطق با چالش جدی مواجه است. لذا پژوهش حاضر با هدف شناسایی عوامل و راهبردهای موثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری در راستای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب در مناطق پیراشهری مینودشت، به انجام رسیده است. پژوهش کاربردی حاضر با رویکردی توصیفی-تحلیلی به انجام رسیده است. پژوهش کیفی حاضر با روش نظریه‌ی زمینه‌ای (گراندد تئوری) با رویکرد استراوس و کوربین انجام شده است. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۳۵ متخصص و به روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی جمع‌آوری و در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و گزینشی تا اشباع نظری تحلیل شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که برآورد دقیق نیاز آبی فضای سبز شهری در مناطق پیراشهری مینودشت، با سه دسته‌عامل اصلی مواجه است: عوامل علی شامل کمبود منابع آب، توسعه‌ی بی‌رویه‌ی فضای سبز و ضعف در آمار و اطلاعات پایه؛ عوامل زمینه‌ای شامل ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی، ساختار مدیریت شهری و شرایط اقتصادی منطقه؛ و عوامل مداخله‌گر شامل محدودیت‌های فنی و ابزاری، عوامل سیاسی و تصمیم‌گیری و ویژگی‌های طبیعی غیرقابل کنترل. مقوله‌ی هسته‌ای پژوهش، «شکاف بین داده‌های موجود و نیاز واقعی در شرایط مدیریت غیریکپارچه» شناسایی شد که نشان از نبود نظام یکپارچه‌ی داده‌محور در منطقه دارد. راهبردهای ارائه‌شده در چهار محور بهبود سیستم آبیاری و فناوری، اصلاح الگوی کشت و طراحی فضای سبز، مدیریت داده‌محور و برنامه‌ریزی و آموزش و مشارکت اجتماعی، در صورت اجرای هماهنگ، می‌تواند به پیامدهای مثبتی نظیر بهینه‌سازی مصرف آب، ارتقای کیفیت فضای سبز، توسعه‌ی پایدار و تاب‌آوری شهری، و ارتقای سرمایه‌ی اجتماعی منجر شوند؛ در مقابل، تداوم وضع موجود، پیامدهای جبران‌ناپذیری از جمله بحران آب، تخریب فضای سبز، افزایش هزینه‌ها و تعارضات، و افت کیفیت زیست‌محیطی و سلامت را به همراه خواهد داشت.

نویسنده مسئول (رایانامه): 6359129078@iaui.ir

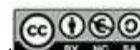
ارجاع به مقاله: پسرکلو، موسی؛ معتمدی، محمد، مافی، عزت اله. (۱۴۰۵). تبیین عوامل موثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری در راستای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب (مورد مطالعه: مناطق پیراشهری مینودشت). *مجله توسعه فضاهای پیراشهری*، ۱(۱۵)، ۱-۱۶.



<http://doi.org/10.22034/jpusd.2023.351180.1215>

ناشر: انجمن جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی ایران

نویسندگان



مقدمه

امروزه شهرها به دلیل شهرنشینی سریع، تغییرات اقلیمی و تخریب منابع طبیعی با چالش‌های زیست‌محیطی بی‌سابقه‌ای روبرو هستند (Zhang et al, 2026: 1) و برای مقابله با فشارهای فزاینده‌ی ناشی از رویدادهای شدید آب‌وهوایی، افزایش دما و کمبود آب، باید تاب‌آوری اقلیمی را از طریق شیوه‌های مدیریت پایدار آب توسعه دهند (IPCC, 2023). لذا یکی از امیدوارکننده‌ترین رویکردها، توسعه فضاهای سبز شهری است که نقش محوری در افزایش خدمات اکوسیستم از جمله تنظیم سیل، تصفیه آب و تغذیه آب‌های زیرزمینی ایفا می‌کند (Costanza et al., 1997: 255).

فضاهای سبز شهری از عناصر کلیدی ساختار اکولوژیکی و خدماتی شهرها هستند (سرور و همکاران، ۱۴۰۴: ۸۴)، که به بهبود شرایط زیست‌محیطی و توسعه پایدار کمک می‌کنند (کریمی، ۱۴۰۵: ۱). انواع پوشش‌های گیاهی مانند پارک‌ها، کمربندهای سبز و درختان حاشیه خیابان‌ها، زیرساخت‌های حیاتی شهر محسوب شده و از طریق تعدیل دما، کاهش جزیره حرارتی، جذب آلاینده‌ها، افزایش رطوبت، مهار گردوغبار، بهبود منظر شهری و ایجاد بستر تعاملات اجتماعی، به عنوان ابزاری کارآمد در مدیریت محیط شهری عمل می‌کنند (Nowak & Dwyer, 2007: 18; Miller, 1997: 31). همچنین پژوهش‌های اکولوژی شهری نشان داده‌اند که این فضاها بر سلامت روان، کاهش تنش‌های اجتماعی و افزایش رضایت ساکنان تأثیر مثبت دارند (Ulrich, 1984: 421; Kaplan & Kaplan, 1989: 27). با این حال کمبود منابع آبی قابل استحصال نگرانی‌ها را در این بخش افزایش می‌دهد. مدیریت مصرف منابع آبی، تنها راه کار مناسب و اصولی جهت جبران بخش زیادی از کمبود آب مورد نیاز فضای سبز می‌باشد (انصاری قوجقار و همکاران، ۱۴۰۰: ۴۳). در دهه‌های اخیر، عواملی نظیر کاهش منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، دگرگونی الگوهای بارش، افزایش دما، رشد شتابان شهرنشینی و بالا رفتن تقاضا در بخش‌های مختلف مصرف، مدیریت آبیاری فضای سبز را به یکی از چالش‌های اساسی پیش روی مدیران شهری بدل کرده‌اند (Pereira et al., 2015: 58). در در چنین شرایطی محاسبه و برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری می‌تواند کمک شایانی به برنامه‌ریزی در جهت مصرف بهینه منابع آبی کند (انصاری قوجقار و همکاران، ۱۴۰۰: ۴۳). پژوهش‌های متعددی توسط محققان در مناطق مختلف جهان، در زمینه تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی انجام گرفته است (Hassanali et al., 2009: 359; Araya et al., 2011: 779).

اهمیت این موضوع در شهرهای ایران دوچندان است، زیرا بخش عظیمی از کشور در اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع شده و حتی در مناطق با رطوبت نسبی بیشتر نیز، افزایش دما و شدت تبخیر در فصل رشد، کمبود آب را به امری رایج تبدیل کرده است. متأسفانه، در بسیاری از شهرها، برنامه‌ریزی آبیاری فضای سبز همچنان بر پایه‌ی تجربه‌های عملی، زمان‌بندی‌های ثابت یا رویه‌های مدیریتی رایج صورت می‌پذیرد، حال آن‌که نیاز آبی حقیقی گیاهان تابعی پیچیده از عوامل اقلیمی، نوع گونه، مرحله‌ی نمو، تراکم پوشش، خصوصیات خاک، روش آبیاری و میزان بارندگی مؤثر است (Allen et al., 1998: 15). از این رو، هر گونه برنامه‌ریزی برای آبیاری فضای سبز باید بر مبنای محاسبات علمی و استاندارد انجام گیرد.

در دانش متداول، نیاز آبی گیاهان معمولاً بر اساس تبخیر-تعرق مرجع^۱ و ضرایب گیاهی برآورد می‌شود. تبخیر-تعرق مرجع، میزان آبی را نشان می‌دهد که از سطح یک گیاه مرجع و خاک پیرامون آن در شرایط ایده‌آل از دست می‌رود. در این میان، روش پنمن-مانتیت فائو^۲ به عنوان معتبرترین رویکرد برای محاسبه تبخیر-تعرق مرجع شناخته شده و در گستره وسیعی از پژوهش‌های بین‌المللی برای برآورد نیاز آبی گیاهان زراعی، درختان و حتی فضای سبز شهری به کار گرفته شده است (FAO, 2021: 66). این روش با بهره‌گیری از پارامترهایی چون دمای هوا، رطوبت نسبی، سرعت باد و تابش خورشیدی، امکان برآوردی دقیق‌تر و علمی‌تر از نیاز آبی را فراهم می‌آورد (همان منبع). یکی از خطاهای رایج در مدیریت فضای سبز شهری، چشم‌پوشی از تفاوت میان «آب مصرف‌شده» و «آب مورد نیاز واقعی» است که در بسیاری موارد، حجم آب تزریقی نه بر اساس نیاز فیزیولوژیک گیاه، بلکه متأثر از عادت‌های اجرایی، نبود تجهیزات سنجش، کمبود نیروی متخصص و نبود داده‌های اقلیمی به‌روز تعیین می‌شود؛ این رویکرد به آبیاری بیش از حد (اتلاف آب، آب‌شویی خاک و کاهش کارایی) یا کم‌آبیاری (زردی، خشکیدگی و کاهش عمر گیاهان) می‌انجامد (Pereira et al., 2015: 62؛ Dukes, 2012: 5). از منظر برنامه‌ریزی شهری، فضای سبز تنها در صورتی کارکردهای زیست‌محیطی و اجتماعی خود را حفظ می‌کند که نظام نگهداری آن با شرایط اکولوژیک منطقه هماهنگ باشد، و رویکردهای نوین بر گونه‌های کم‌آب‌بر، سامانه‌های هوشمند، بازچرخانی پساب و محاسبه دقیق نیاز آبی تأکید دارند (UN-Habitat, 2020: 74؛ EPA, 2024: 12). در واقع، مدیریت فضای سبز باید از یک وظیفه صرفاً خدماتی فراتر رفته و به عنوان بخشی از راهبرد کلان مدیریت پایدار منابع آب در شهرها در نظر گرفته شود.

مینودشت در استان گلستان، علیرغم دریافت بارندگی سالانه‌ای قابل توجه (۶۸۹٫۵ میلی‌متر)، در فصل گرم سال با پدیده‌ای اقلیمی-اکولوژیک مواجه است که مدیریت آب در فضای سبز را با چالشی جدی روبه‌رو می‌سازد. تبخیر سالانه‌ی ۱۲۴۶٫۷ میلی‌متر، ۱۳۹ روز با دمای بالای ۳۰ درجه، و ساعات طولانی آفتاب، کسری رطوبتی مؤثری پدید می‌آورد که بارندگی سالانه به تنهایی قادر به جبران آن نیست. این مسئله در مناطق پیراشهری مینودشت به دلیل فاصله از مرکز تأمین آب شهری، پراکندگی فضاهای سبز، دسترسی محدودتر به زیرساخت‌های آبیاری مدرن، و حضور گونه‌های گیاهی متنوع با نیازهای آبی متفاوت، ابعاد پیچیده‌تری پیدا می‌کند. در این مناطق، الگوی سنتی آبیاری و نبود داده‌های بومی نیاز آبی، منجر به مصرف نامناسب آب و کاهش کیفیت فضای سبز شده است.

از منظر اقتصادی، فضای سبز پیراشهری نه تنها هزینه‌ی جاری برای شهرداری محسوب نمی‌شود، بلکه سرمایه‌ای عمومی با کارکردهای چندگانه (افزایش ارزش املاک حاشیه‌شهر، بهبود منظر ورودی شهر، جذب گردشگر و ارتقای سلامت روان ساکنان) است. آبیاری غیراصولی - اعم از بیش‌آبیاری و کم‌آبیاری - این سرمایه را با استهلاک سریع مواجه کرده و چرخه‌ای از هزینه‌های مضاعف (جایگزینی گیاهان، تعمیر تجهیزات و نارضایتی شهروندان) را رقم می‌زند. همچنین، تفاوت کاربری فضاهای سبز پیراشهری (بوستان‌های حاشیه‌ای، کمربند سبز، حاشیه‌ی معابر

1- Reference Evapotranspiration

2- FAO Penman-Monteith

ورودی و زمین‌های بازی) و تنوع گونه‌های گیاهی، برآورد نیاز آبی را به موضوعی مکانی محور و زمینه‌مند تبدیل کرده است.

با توجه به محدودیت‌های منابع آبی در شهر مینودشت و نبود الگوی علمی بومی شده برای مناطق پیراشهری، مسئله‌ی اصلی پژوهش آن است که عوامل مؤثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز در این مناطق چیست؟ این پژوهش با رویکرد کیفی و با تکیه بر روش‌هایی چون مطالعات اسنادی، مشاهده‌ی میدانی، مصاحبه با کارشناسان فضای سبز، متخصصان منابع آب و خبرگان بومی و تحلیل محتوای متون تخصصی، در پی شناسایی و دسته‌بندی این عوامل است. تأکید بر درک ذهنی، تجربه‌ی زیسته و دانش بومی کنشگران محلی (شهرداری، آب‌فا، کشاورزان حاشیه‌شهر و بهره‌برداران) این پژوهش را از سایر مطالعات کمی متمایز می‌سازد.

یافته‌های این پژوهش می‌تواند چارچوبی مفهومی برای شناسایی اولویت‌های مدیریت آبیاری در مناطق پیراشهری ارائه دهد و به عنوان سکوی پرشی برای تدوین راهنماهای عملی و بومی شده، متناسب با شرایط اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی مینودشت عمل کند. در نهایت، این پژوهش با نگاهی کل‌نگر، درصدد است شکاف میان نیاز واقعی (بر اساس گونه، موقعیت و فصل) و الگوی فعلی مصرف آب را در مناطق پیراشهری شناسایی کرده و بستری برای تصمیم‌گیری مشارکتی و پایدار فراهم آورد.

مبانی نظری

با گسترش شهرنشینی، اهمیت نقش فضای سبز شهری و فواید آن در ایجاد فضای مناسب برای زندگی و حفظ رفاه ساکنان مناطق شهری بیش‌ازپیش آشکار می‌شود (Hansmann et al., 2007: 216). با این حال، کمبود آب در آینده نزدیک، از بزرگ‌ترین مشکلات جوامع بشری در جهان به شمار می‌آید (Sadeghi & Attarod, 2014: 17). عدم انطباق بین تأمین و تقاضای آب، می‌تواند در ابعاد محلی، منطقه‌ای، ملی و حتی جهانی بحران‌آفرین باشد. این عدم تعادل در بخش منابع آب، هم می‌تواند ناشی از چرخه هیدرولوژی و محدودیت طبیعی منابع آب باشد و هم به فعالیت‌های انسانی نظیر استفاده بی‌رویه و آلوده‌سازی منابع آب بازگردد (حمیدی احمدآباد و همکاران، ۱۳۹۸: ۷۹). خشکسالی‌های اخیر، در کنار توزیع نامناسب مکانی و زمانی بارش، زیاد بودن تبخیر و تعرق و کارایی کم استفاده از منابع آبی در کشور، سبب شده است که خشکی به عنوان مشکلی جدی مطرح باشد. مطالعات متعددی نیز خطرات ناشی از کمبود آب و آسیب‌پذیری منابع آب را در مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی بررسی کرده‌اند (Cosgrove and Rijsberman, 2014: 108; Vaghefi et al., 2019: 4). از منظر اقتصادی، کمبود آب نه تنها یک چالش زیست‌محیطی، بلکه عاملی برای افزایش هزینه‌های تأمین آب، کاهش بهره‌وری اقتصادی فضاهای سبز و افت ارزش افزوده ناشی از منظر شهری (مانند کاهش جذابیت گردشگری و کاهش ارزش املاک مجاور) محسوب می‌شود (همان منبع). با توجه به وضعیت بحران آب در ایران و مصرف عمده آن در دو بخش کشاورزی و فضای سبز، دو راهکار اجتناب از کاشت گونه‌های حساس و مدیریت منابع آب در زمینه مصرف بهینه آن پیشنهاد شده است (Kafi et al., 2009: 128). نیاز آبی، مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه پوشش گیاهی است که باید به‌طور ویژه به آن پرداخته شود (Rad et al., 2010: 65). یکی

از عوامل کلیدی در مدیریت پایدار منابع آب، تعیین صحیح و دقیق تبخیر و تعرق گیاهان کشت شده است؛ زیرا نیاز آبی گیاهان در مراحل مختلف رشد متفاوت بوده و این نیاز به طور مستقیم تحت تأثیر تبخیر و تعرق گیاه، تغییرات پوشش گیاهی و شرایط آب و هوایی قرار دارد (انصاری قوجقار و همکاران، ۱۴۰۰: ۴۴). برآورد نیاز آبی گیاهان تحت کشت و کار در فضای سبز، ضمن صرفه جویی در مقدار آب مصرفی و کاهش هزینه مالی نگهداری فضای سبز شهری، می تواند از وارد شدن خسارات ناشی از مصرف کم یا زیاد آب به گیاهان جلوگیری کند که این موضوع سبب افزایش کیفیت فضای سبز می شود. این اقدام، در واقع یک سرمایه گذاری اقتصادی با بازگشت سریع محسوب می شود؛ زیرا هزینه مطالعات علمی آبیاری در مقایسه با صرفه جویی حاصل از کاهش مصرف آب، کاهش هزینه های جایگزینی گیاهان خشک شده و افزایش عمر مفید فضای سبز، بسیار ناچیز است. گیاهان در محیط های طبیعی با تنش های مختلف غیرزیستی از جمله دمای زیاد و کم، نور، شوری و تنش آبی روبه رو هستند. تنش خشکی مهم ترین عامل محدود کننده و تأثیر گذار بر رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک جهان به حساب می آید (Saneoka et al., 2004: 138). بروز تنش خشکی موجب کاهش خصوصیات رشدی و فرایندهای مختلف درون گیاه از جمله کاهش سطح برگ (Bacelar et al., 2006: 81) و افزایش ریزش برگ ها می شود؛ به طوری که عامل اصلی خزان زودرس و خشک شدن درختان چنار در شهر تهران را تنش کمبود آب به خصوص در فصل گرما ذکر کرده اند (Alipour et al., 2016: 340). بنابراین، مدیریت علمی نیاز آبی فضای سبز شهری، علاوه بر جنبه های فنی و زیست محیطی، دارای توجیه اقتصادی قوی است و می تواند به عنوان یک راهکار مؤثر در کاهش هزینه های شهرداری و افزایش بهره وری منابع مالی عمومی عمل کند. پیشینه پژوهش نشان می دهد که موضوع نیاز آبی فضای سبز شهری و مدیریت مصرف آب در محیط های شهری، در سطح داخلی و خارجی به طور فزاینده ای مورد توجه قرار گرفته است و این توجه ناشی از افزایش فشار بر منابع آب در نتیجه رشد شهرنشینی، توسعه فضاهای سبز شهری به عنوان یکی از الزامات کیفیت زندگی شهری و تشدید ناپایداری های اقلیمی است. محمدی و همکاران (۱۴۰۴)، پژوهشی را با هدف برآورد نیاز آبی بخشی از فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در منطقه باجگاه (استان فارس) به انجام رساندند. نتایج نشان داد که نیاز آبی در ماه های گرم سال به مراتب بیشتر از ماه های سرد است و از میان کاربری ها، پارک ها بیشترین سهم را در مصرف آب دارند. در سطح بین المللی، پژوهش های مرتبط با نیاز آبی گیاهان و مدیریت آب در مناظر شهری از سابقه طولانی برخوردار است و مبانی آن بر مفهوم تبخیر و تعرق مرجع و استفاده از ضرایب گیاهی استوار است؛ به گونه ای که گزارش فائو (Allen et al., 1998: 17) و مطالعات پرویت و دورنبوس^۱ (۱۹۷۷) به عنوان مراجع اصلی، روش پنمن-مانتیت فائو را استاندارد پذیرفته شده برای برآورد تبخیر و تعرق مرجع معرفی کرده اند و بر لزوم در نظر گرفتن هم زمان تبخیر و تعرق مرجع، ضریب گیاهی، بارش مؤثر و کارایی سامانه آبیاری تأکید دارند. کاستلو و همکاران^۲ (۲۰۰۰) نشان دادند که گروه های مختلف گیاهی به دلیل تفاوت در ساختار فیزیولوژیک و عمق ریشه، پاسخ های متفاوتی به شرایط رطوبتی نشان می دهند و باید نیاز آبی آن ها به صورت تفکیکی برآورد شود. استی

1- Pruitt & Doorenbos

2- Costello et al

هایر و همکاران^۱ (۲۰۰۸) بر این نکته تأکید دارند که آبیاری مؤثر باید بر اساس نیاز واقعی گیاه و داده‌های واقعی آب‌وهوایی انجام شود، نه صرفاً بر اساس تقویم زمانی. داکس^۲ (۲۰۱۲) نشان داده است که استفاده از کنترل‌کننده‌های هوشمند مبتنی بر شرایط آب‌وهوایی یا رطوبت خاک، می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی مصرف آب را کاهش دهد. نواک و دویر^۳ (۲۰۰۷)، معتقدند که آب یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های هزینه‌ای و مدیریتی در نگهداری فضای سبز شهری است و اگر الگوی مصرف آن بهینه نشود، بخشی از مزایای محیطی فضای سبز با فشار بر منابع آب خنثی خواهد شد. پیرا و همکاران^۴ (۲۰۱۵) تصریح می‌کنند که تصمیم‌گیری کارآمد در زمینه مدیریت کم‌آبی بدون استفاده از داده‌های اقلیمی و مدل‌های معتبر بر آورد تبخیر و تعرق امکان‌پذیر نیست. برنامه اسکان بشر سازمان ملل متحد^۵ (۲۰۲۰) نیز بر پیوند میان تغییرات اقلیمی و نیاز آبی فضاهای سبز و لزوم بازنگری در انتخاب گونه‌ها و الگوهای آبیاری تأکید کرده‌اند. کیو و همکاران^۶ (۲۰۲۳) بر مدیریت آبیاری و پوشش گیاهی مناسب تأکید دارند. اولیوادیس و دایندو^۷ (۲۰۲۴) در پژوهشی با هدف مقابله با چالش‌های فزاینده‌ی تغییر اقلیم، شهرنشینی سریع و کمبود آب در شهرهای مدرن، به بررسی تطبیق‌پذیری شیوه‌های باستانی مدیریت آب از جمله قنات‌های رومی، سیستم‌های جمع‌آوری آب باران مایاها و تکنیک‌های کنترل سیلاب چین باستان پرداختند. یافته‌های مطالعه‌ی موردی پنج شهر (سنگاپور، کپنهاگ، مکزیکوسیتی، لس‌آنجلس و فیلادلفیا) نشان داد که زیرساخت‌های سبز مدرن الهام گرفته از تکنیک‌های باستانی، با موفقیت در مدیریت آب‌های سطحی، کاهش سیلاب‌های شهری و بهبود حفاظت از آب عمل می‌کنند. رامایا و آوتارا^۸ (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای با هدف برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری در شهر پاناجی هند، به این نتیجه رسیدند که با وجود دریافت بارندگی سالانه‌ی بیش از ۲۷۵۰ میلی‌متر، این شهر در هشت ماه غیربارانی سال با تنش آبی قابل‌توجهی مواجه است. تولاتزی و همکاران^۹ (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای با هدف پر کردن شکاف موجود در مطالعات شهری که اغلب به مطالعات موردی محدود و فاقد چارچوبی جامع برای مقایسه‌ی بین شهری هستند، به تحلیل پایداری مصرف آب در فضای سبز شهری ۲۰ شهر با جمعیت بیش از یک میلیون نفر در کشورهای در حال توسعه پرداختند. نتایج نشان داد که تلفیق داده‌های تقاضای آب فضای سبز با تقاضای آب خانگی، تأثیر قابل‌توجهی بر کمبود آب شهری دارد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر با هدف تبیین عوامل مؤثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری در راستای بهینه‌سازی مدیریت مصرف آب (مورد مطالعه: مناطق پیراشهری مینودشت) انجام شده است. این پژوهش از حیث هدف، کاربردی، از

1- St. Hilaire et al

2- Dukes

3- Nowak & Dwyer

4- Pereira et al

5- UN-Habitat

6- Qiu et al

7- Olivadese & Dindo

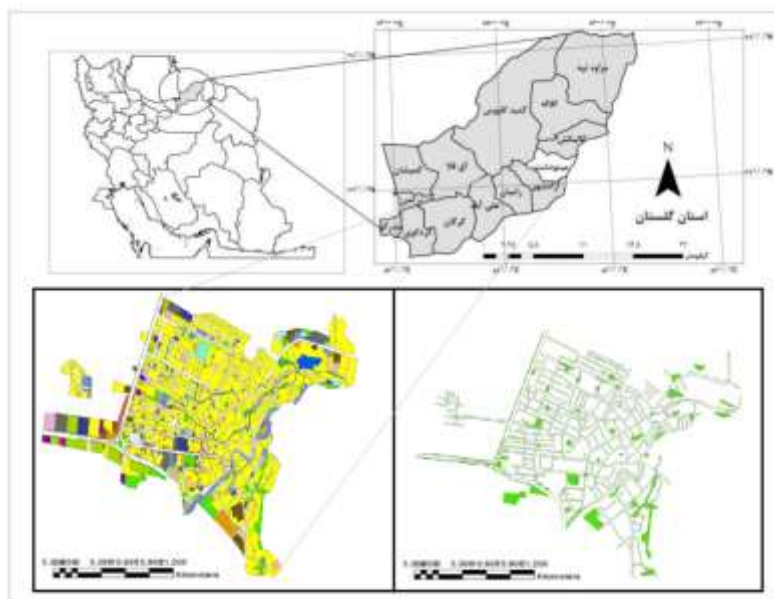
8- Ramaiah & Avtar

9- Tolazzi et al

حیث ماهیت، کیفی و بر اساس روش جمع‌آوری اطلاعات، از نوع پیمایشی (مصاحبه) و بر اساس نحوه‌ی اجراء، توصیفی-تحلیلی است. جامعه‌ی آماری این پژوهش را ۳۵ نفر از متخصصان و نخبگان حوزه‌های مرتبط با مدیریت آب، فضای سبز شهری، برنامه‌ریزی شهری، محیط زیست، کشاورزی و منابع طبیعی تشکیل می‌دهند که به صورت هدفمند و با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله‌برفی انتخاب شده‌اند. مشارکت‌کنندگان شامل مدیران و کارشناسان شهرداری مینودشت (۷ نفر)، کارشناسان شرکت آب و فاضلاب (۵ نفر)، کارشناسان منابع طبیعی و آبخیزداری (۴ نفر)، کارشناسان جهاد کشاورزی (۴ نفر)، اعضای شورای اسلامی شهر و روستا (۵ نفر)، دهیاران مناطق پیراشهری (۴ نفر)، کارشناسان محیط زیست و علوم خاک (۳ نفر) و متخصصان دانشگاهی و پژوهشگران (۳ نفر) هستند. گردآوری اطلاعات در دو مرحله انجام شد. نخست، اطلاعات پایه و پیشینه پژوهش از طریق مطالعات اسنادی شامل منابع کتابخانه‌ای، قوانین و مقررات، داده‌های اقلیمی و گزارش‌های سازمانی جمع‌آوری گردید. سپس، به منظور شناسایی نظام‌مند عوامل مؤثر بر برآورد نیاز آبی و موانع بهینه‌سازی مصرف آب، از روش نظریه‌ی زمینه‌ای با رویکرد استراوس و کوربین (۱۹۹۸) استفاده شد. مصاحبه‌های عمیق و نیمه‌ساختاریافته با طرح یک سؤال کلیدی باز درباره‌ی شناسایی عوامل مؤثر بر برآورد نیاز آبی و موانع بهینه‌سازی مصرف آب در فضای سبز مناطق پیراشهری آغاز گردید و از مشارکت‌کنندگان خواسته شد تا تجربه، دانش و دیدگاه خود را در قالب یک روایت داستان‌گونه و با ذکر مثال‌های عینی و میدانی بیان کنند. طول هر مصاحبه بین ۴۵ تا ۹۰ دقیقه بود و تمامی مصاحبه‌ها با کسب رضایت آگاهانه‌ی مشارکت‌کنندگان، ضبط و سپس به صورت متن دقیق پیاده‌سازی شدند. فرآیند کدگذاری و تحلیل داده‌ها به طور همزمان با جمع‌آوری مصاحبه‌ها انجام شد و تا مرحله‌ی اشباع نظری در مصاحبه ۳۵ حاصل گردید. تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها در سه مرحله‌ی کدگذاری باز، محوری و گزینشی انجام شد: در مرحله‌ی کدگذاری باز، متن مصاحبه‌ها به صورت خط به خط و کلمه به کلمه خوانده شد و مفاهیم اولیه از دل داده‌ها استخراج گردیدند که حاصل آن ۱۳۶ مفهوم (کد باز) بود؛ در مرحله‌ی کدگذاری محوری، مفاهیم مشابه در قالب ۳۴ مقوله‌ی محوری و ۱۴ کدگزینه‌ی دسته‌بندی شدند و روابط میان آنها در پنج دسته‌ی اصلی (عوامل علی، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها) تنظیم گردید؛ در مرحله‌ی کدگذاری گزینشی، مقوله‌های محوری با یکدیگر تلفیق و یکپارچه شدند و ۱۵ کدگزینه‌ی در قالب یک مدل پارادایمی ارائه گردیدند. به منظور تضمین اعتبار و پایایی یافته‌های کیفی، معیارهای چهارگانه‌ی (شامل باورپذیری، انتقال‌پذیری، اطمینان‌پذیری و تأییدپذیری) به کار گرفته شدند.

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، شهر مینودشت است. این شهر در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳,۳ متر از سطح دریا قرار گرفته است. این شهر به دلیل موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های اقلیمی خاص، توسعه تدریجی فضای سبز شهری و نیاز روزافزون به مدیریت بهینه منابع آب، بستر مناسبی برای مطالعه نیاز آبی فضای سبز محسوب می‌شود. شرایط محیطی مینودشت به گونه‌ای است که از یک سو تحت تأثیر بارش نسبتاً مناسب قرار دارد و از سوی دیگر، در فصل گرم سال با افزایش دما، شدت تابش و تبخیر قابل توجه روبه‌رو است. همین ویژگی باعث می‌شود که صرف اتکا به بارندگی طبیعی برای پایداری فضای سبز کافی نباشد و برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای داده‌های اقلیمی واقعی ضرورت پیدا کند. در این

پژوهش چهار منطقه پیراشهری مینودشت (نرموکنند، بایرکند، پلیسراه و قره‌سفلو) مورد بررسی قرار گرفته شده است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، منبع: نگارنده گان، ۱۴۰۵

یافته‌های پژوهش

عوامل علی (جدول ۱) در این پژوهش، به مجموعه‌ای از شرایط و عواملی اشاره دارند که به عنوان محرک‌های اولیه، ضرورت برآورد دقیق نیاز آبی فضای سبز شهری را ایجاد کرده‌اند. این عوامل در سه عامل اصلی قابل دسته‌بندی هستند: شرایط اقلیمی و کمبود منابع آب، توسعه بی‌رویه فضای سبز و ضعف در آمار و اطلاعات پایه.

در حوزه‌ی شرایط اقلیمی و کمبود منابع آب، داده‌های به‌دست آمده نشان می‌دهد که منطقه‌ی مینودشت در دو دهه‌ی اخیر با کاهش چشمگیر نزولات جوی و افزایش دما مواجه بوده است. این پدیده، به‌ویژه در مناطق پیراشهری که دسترسی به منابع آب سطحی محدودتر است، منجر به وابستگی شدید به آب‌های زیرزمینی شده است. برداشت بی‌رویه از چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، علاوه بر افت سطح ایستابی، کیفیت آب را نیز تحت تأثیر قرار داده و شوری آب را افزایش داده است. از سوی دیگر، تغییر الگوی فصلی بارش - شامل جابه‌جایی زمان بارش‌های مؤثر، کاهش بارندگی در فصل رشد گیاهان و افزایش رگبارهای شدید به جای باران‌های نرم و نافذ - چالش مضاعفی را برای تأمین آب مورد نیاز گیاهان ایجاد کرده است. این تغییرات اقلیمی، ماهیت تصادفی و پیش‌بینی‌ناپذیر منابع آبی را تشدید نموده و برنامه‌ریزی دقیق را دشوار ساخته است.

در بخش توسعه بی‌رویه فضای سبز، یافته‌ها حاکی از آن است که رشد افقی شهر و گسترش حاشیه‌نشینی در مینودشت، بدون توجه به محدودیت‌های آبی منطقه، موجب افزایش چشمگیر سطح فضای سبز شده است. این توسعه، اغلب با کاشت گونه‌های پرآب‌بر و غیربومی همراه بوده که نیاز آبی بالایی دارند و با اقلیم نیمه‌خشک

منطقه سازگار نیستند. غلبه‌ی سلیقه‌ی مدیران شهری بر نیازهای اکولوژیک و همچنین گسترش باغچه‌های خانگی با الگوهای آبیاری غیراستاندارد توسط مهاجران جدید، بار مضاعفی را بر منابع آب منطقه وارد کرده است. آنچه این وضعیت را بحرانی‌تر می‌سازد، فقدان اطلاعات پایه و دقیق از سطح، نوع پوشش و نیاز آبی گونه‌های مختلف است. نبود نقشه‌ی روزآمد از فضای سبز، تفکیک نشدن فضای عمومی از خصوصی و کمبود ایستگاه‌های هواشناسی محلی، هرگونه برآورد علمی را با چالش مواجه ساخته است.

ضعف در آمار و اطلاعات پایه، شاید مهم‌ترین مانع برآورد دقیق نیاز آبی باشد. بدون داده‌های دقیق، هرگونه مدل‌سازی و برنامه‌ریزی، با خطای بالایی همراه خواهد بود و تصمیم‌گیری‌ها به جای تکیه بر شواهد، بر اساس حدس و گمان انجام خواهد شد. این وضعیت، یک دور باطل ایجاد کرده است: نداشتن داده، منجر به برآورد نادرست می‌شود و برآورد نادرست، اعتماد به برنامه‌ریزی را کاهش می‌دهد. بنابراین، ایجاد زیرساخت‌های داده‌پردازی، نه یک انتخاب، بلکه یک الزام است.

جدول (۱): عوامل علی

کد گذاری باز (مفاهیم)	کد گذاری محوری (مقوله)	کد گزینشی (عامل اصلی)
- کاهش نزولات جوی در دو دهه‌ی اخیر - افزایش دما و تبخیر در مناطق پیراشهری - خشک شدن منابع تغذیه‌کننده‌ی آب فضای سبز - وابستگی شدید به آب زیرزمینی (چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق) - افت سطح ایستابی سفره‌های آب زیرزمینی دشت مینودشت - افزایش شوری آب چاه‌ها در اثر برداشت بی‌رویه	تنش‌های آبی منطقه‌ای	شرایط اقلیمی و کمبود منابع آب
- جابه‌جایی زمان بارش‌های موثر از بهار به اواخر زمستان - کاهش بارندگی در فصل رشد گیاهان (فروردین تا خرداد) - افزایش رخداد خشکسالی‌های متوالی سه تا پنج ساله - کاهش برف‌گیری در ارتفاعات بالادست و تغذیه‌ی آبخوان‌ها - افزایش رگبارهای شدید و سیل‌آسا به جای باران‌های نرم و نافذ	تغییر الگوی فصلی بارش	
- افزایش سطح چمن‌کاری در پارک‌های حاشیه‌ای بدون مطالعه‌ی نیاز آبی - ایجاد فضاها‌ی سبز جدید در زمین‌های با کیفیت خاک ضعیف - تقاضای ساکنان جدید برای فضای سبز بیشتر در مناطق مسکونی - گسترش باغچه‌های خانگی و آبیاری غیراستاندارد توسط مهاجران - توسعه‌ی ویلاهای دوم و باغ‌های تفریحی در نواحی پیراشهر	گسترش افقی شهر و حاشیه‌نشینی	توسعه‌ی بی‌رویه‌ی فضای سبز
- کاشت گونه‌های پراآب‌بر - عدم توجه به اقلیم منطقه در انتخاب گیاه - غلبه‌ی سلیقه‌ی مدیران شهری بر نیاز اکولوژیک منطقه	تنوع گونه‌های گیاهی نامناسب	

		- کاشت گل‌های فصلی با نیاز آبی بالا در میادین و بلوارها - نداشتن نقشه‌ی روزآمد و دقیق از سطح فضای سبز مناطق پیراشهری - تفکیک نشدن فضای سبز عمومی از خصوصی در آمارهای رسمی - عدم شناسایی گونه‌های مهاجم و پرآب‌بر در سطح مناطق
ضعف در آمار و اطلاعات پایه	نبود داده‌های دقیق از سطح و نوع پوشش کمبود ایستگاه‌های هواشناسی محلی	- نبود داده‌های دقیق تبخیر-تعرق (ET0) در مقیاس محلی - عدم پایش رطوبت خاک در نقاط مختلف

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۵

عوامل زمینه‌ای (جدول ۲)، بستر اجتماعی، نهادی و اقتصادی را توصیف می‌کنند که عوامل علی در درون آن رخ داده و راهبردها در همان بستر شکل می‌گیرند. این عوامل در سه عامل اصلی دسته‌بندی شده‌اند: ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی، ساختار مدیریت شهری و نهادی و شرایط اقتصادی منطقه.

در سطح ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی، یافته‌ها نشان از شکاف عمیقی بین دانش موجود و نیازهای واقعی دارد. آگاهی عمومی از نیاز آبی گیاهان در سطح بسیار پایینی قرار دارد و فرهنگ غالب، آب را به عنوان کالایی رایگان و پایان‌ناپذیر تلقی می‌کند. این نگرش سنتی، همراه با مقاومت در برابر تغییر الگوی کشت (مثلاً جایگزینی چمن با گیاهان کم‌آب‌بر)، مانعی جدی در مسیر بهینه‌سازی مصرف ایجاد کرده است. حضور مهاجران جدید با پیشینه‌ی کشاورزی و اقلیم متفاوت، الگوهای مصرف را متنوع‌تر و بعضاً ناسازگارتر با شرایط محلی ساخته است. پایین بودن سواد اکولوژیک در مناطق حاشیه‌ای و کم‌برخوردار و عدم احساس مالکیت نسبت به فضای سبز عمومی، مشارکت مردمی را به حداقل رسانده و بار نگهداری را به‌طور کامل بر دوش مدیریت شهری انداخته است. تفاوت‌های قومی و فرهنگی نیز با ایجاد الگوهای متنوع آبیاری و انتخاب گونه‌های گیاهی بر اساس رسوم محلی، پیچیدگی مدیریت را افزایش داده است.

در حوزه‌ی ساختار مدیریت شهری و نهادی، پیچیدگی‌های تشکیلاتی و فقدان هماهنگی بین سازمانی به عنوان یکی از موانع کلیدی شناسایی شده است. موازی‌کاری بین شهرداری، منابع طبیعی، آب‌فا و جهاد کشاورزی، نبود متولی واحد برای برآورد نیاز آبی، تداخل قوانین شهری و استانی و ناهماهنگی بین بخش‌های مختلف شهرداری، همگی دست‌به‌دست هم داده‌اند تا هیچ نهادی به‌طور کامل پاسخگوی این مسئله نباشد. این آشفتگی سازمانی، با الگوی نامناسب بودجه‌ریزی - که بر اساس سطح زیرکشت انجام می‌شود نه نیاز واقعی - و نبود بودجه‌ی مستقل برای مطالعات علمی، تکمیل می‌شود. قوانین و مقررات موجود نیز یا ناقص هستند (نبود دستورالعمل مشخص برای نیاز آبی گونه‌ها) یا به‌درستی اجرا نمی‌شوند (ضعف در اعمال ممنوعیت آبیاری در ساعات گرم روز).

در بخش شرایط اقتصادی منطقه، یارانه‌ای بودن قیمت آب برای فضای سبز شهری، مهم‌ترین عامل بازدارنده‌ی اقتصادی در مسیر بهینه‌سازی محسوب می‌شود. این سیاست، هیچ انگیزه‌ی مالی برای کاهش مصرف نه برای شهرداری و نه برای شهروندان ایجاد نکرده است. از سوی دیگر، هزینه‌های بالای اصلاح سیستم‌های آبیاری فرسوده

و جایگزینی درختان خشک شده، بار مالی سنگینی را بر بودجه‌ی محدود شهرداری تحمیل کرده و در عمل، توان سرمایه‌گذاری در راهبردهای پیشگیرانه را کاهش داده است.

جدول (۲): عوامل زمینه‌ای

کد گذاری باز (مفاهیم)	کد گذاری محوری (مقوله)	کد گزینشی (عامل اصلی)
- پایین بودن آگاهی عمومی از نیاز آبی واقعی گیاهان مختلف - فرهنگ آبیاری بیش از حد و غیراصولی در باغچه‌های خانگی - مقاومت در برابر تغییر نوع پوشش سبز (مثلاً از چمن به گیاهان کم‌آب‌بر) - نگرش سنتی به آب به عنوان یک کالای رایگان و پایان‌ناپذیر - عدم پذیرش محدودیت‌های آبی در فصول گرم سال	الگوی مصرف آب توسط شهروندان	ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی
- حضور مهاجران جدید با الگوی مصرف متفاوت و ناآشنا با اقلیم - سطح سواد اکولوژیک پایین در مناطق حاشیه‌ای و کم‌برخوردار - کمبود نیروهای داوطلب برای آموزش و نظارت بر آبیاری پارک‌ها - عدم احساس مالکیت نسبت به فضای سبز عمومی در بین ساکنان	مشارکت مردمی در نگهداری	
- وجود اقوام مختلف با سابقه‌ی کشاورزی متفاوت (مهاجر و بومی) - الگوهای متفاوت آبیاری در باغچه‌های خانگی بر اساس فرهنگ - تأثیر رسوم محلی بر نوع گیاهان کاشته شده در حیاط منازل	تفاوت‌های قومی و فرهنگی	
- موازی‌کاری بین سازمان‌های متولی - نبود متولی واحد برای برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری - تداخل قوانین - ناهماهنگی بین بخش عمران و فضای سبز در شهرداری مینودشت	تقسیمات سازمانی متعدد	ساختار مدیریت شهری و نهادی
- تخصیص بودجه بر اساس سطح زیرکشت نه نیاز واقعی و علمی - نبود بودجه‌ی مستقل برای مطالعات نیاز آبی در سال‌های اخیر	الگوی بودجه‌ریزی و اعتبارات	
- نبود دستورالعمل مشخص برای تعیین نیاز آبی گونه‌های مختلف - عدم الزام قانونی برای برآورد علمی نیاز آبی قبل از احداث پارک - ضعف در اجرای قوانین مربوط به ممنوعیت آبیاری چمن در ساعات گرم روز	قوانین و مقررات	
- یارانه‌ای بودن قیمت آب برای فضای سبز شهری (عدم بازدارندگی اقتصادی) - نبود انگیزه‌ی مالی برای کاهش مصرف آب در شهرداری و شهروندان	هزینه‌های آب و انرژی	شرایط اقتصادی منطقه
- هزینه‌های بالای اصلاح و نوسازی سیستم‌های آبیاری فرسوده - هزینه‌های سنگین جایگزینی درختان خشک شده در اثر کم‌آبی	هزینه‌های نگهداری	

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۵

عوامل مداخله‌گر (جدول ۳)، شرایطی هستند که به صورت مثبت یا منفی، بر کنش‌ها و راهبردهای اتخاذ شده تأثیر می‌گذارند و می‌توانند مسیر اقدامات را تسهیل یا با مانع مواجه سازند. این عوامل در سه اصلی دسته‌بندی شده‌اند: محدودیت‌های فنی و ابزاری، عوامل سیاسی و تصمیم‌گیری و ویژگی‌های طبیعی غیرقابل کنترل.

در زمینه محدودیت‌های فنی و ابزاری، کمبود جدی تجهیزات اندازه‌گیری و پایش، به عنوان یک مانع فنی بنیادین شناسایی شده است. نبود رطوبت‌سنج در پارک‌های اصلی، عدم دسترسی به تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مناسب، نبود سامانه‌های تله‌متری برای انتقال داده‌های هواشناسی و کمبود فلومتر و کنتور هوشمند بر روی منابع تأمین آب، همگی باعث شده‌اند که برآورد نیاز آبی بر پایه‌ی حدس و گمان انجام شود، نه داده‌های واقعی و لحظه‌ای. این کمبودها با استفاده از مدل‌های کلی برآورد نیاز آبی که برای منطقه بومی‌سازی نشده‌اند، تشدید می‌شود. نبود پایگاه داده‌ی هواشناسی بومی، خطای بالا در برآورد نیاز آبی گونه‌های مختلف و عدم استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی، همگی دقت برآوردها را به شدت کاهش داده‌اند. مشکلات زیرساختی مانند فرسودگی شبکه‌های توزیع، فشار ناکافی آب و کیفیت پایین آب (شوری و املاح) نیز بر پیچیدگی مسئله افزوده‌اند.

در بخش عوامل سیاسی و تصمیم‌گیری، نگاه بخشی به مسئله‌ی آب و اولویت‌دهی به نیاز شرب بر فضای سبز در دوره‌های بحران، نشان از فقدان نگاه جامع و راهبردی دارد. تصمیم‌گیری‌های مقطعی و غیرعلمی در مواجهه با کمبود آب و نبود پیوستگی مدیریتی با تغییر مدیران، برنامه‌ریزی بلندمدت را غیرممکن ساخته است. فشارهای رسانه‌ای و افکار عمومی نیز از سوی دیگر، شهرداری را در تنگنایی قرار داده است: از یک سو انتظار شهروندان برای فضای سبز انبوه و سرسبز در تمام فصول و از سوی دیگر محدودیت‌های آبی که اجازه‌ی تأمین این انتظار را نمی‌دهد. بزرگنمایی رسانه‌ها در مورد خشکی فضای سبز، فشار مضاعفی را بر مدیریت شهری تحمیل کرده و تصمیم‌گیری را به سمت پاسخ‌های کوتاه‌مدت و بعضاً غیراصولی سوق می‌دهد. مسائل حقوقی و مالکیتی نیز به عنوان مانعی جدی مطرح است. نبود مدیریت یکپارچه بر اراضی حاشیه‌ای با کاربری فضای سبز، اختلافات مالکیتی بر سر زمین‌ها و تغییر کاربری غیرمجاز زمین‌های سبز به مسکونی، همگی سطح فضای سبز را تحت تأثیر قرار داده و برنامه‌ریزی را با عدم قطعیت مواجه ساخته‌اند.

در نهایت ویژگی‌های طبیعی غیرقابل کنترل مانند تنوع خاک (نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب متفاوت)، وجود لایه‌های سخت خاک که ریشه‌دوانی را محدود می‌کنند و تغییرات لحظه‌ای اقلیم از جمله وزش بادهای گرم محلی و اثر جزیره‌ی گرمایی، عواملی هستند که مدیریت آب را از کنترل مدیران شهری خارج ساخته و نیازمند راهکارهای انطباقی هستند.

جدول (۳): عوامل مداخله‌گر

کدگذاری باز (مفاهیم)	کدگذاری محوری (مقوله)	کدگزینشی (عامل اصلی)
- نبود رطوبت‌سنج (در سطح پارک‌های اصلی) - عدم دسترسی به سامانه‌های سنجش از دور ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مناسب - نبود سامانه‌های تله‌متری برای انتقال لحظه‌ای داده‌های هواشناسی	کمبود تجهیزات اندازه‌گیری	محدودیت‌های فنی و ابزاری

		- کمبود فلو متر و کنتور هوشمند بر روی منابع تأمین آب فضای سبز
	نرم افزارها و مدل های نامناسب	- استفاده از مدل های کلی برآورد نیاز آبی بدون بومی سازی - نبود پایگاه داده ای هواشناسی بومی برای مدل سازی نیاز آبی - خطای بالا در برآورد نیاز آبی گونه های مختلف با ضرایب گیاهی استاندارد - عدم استفاده از نرم افزارهای تخصصی برآورد نیاز آبی
	مشکلات زیرساختی	- فرسودگی شبکه های توزیع آب و هدررفت بالا (نشت ها) - فشار ناکافی آب در شبکه در برخی نقاط حاشیه ای - عدم وجود سیستم های آبیاری تحت فشار - کیفیت پایین آب (شوری و املاح) که نیاز آبی را افزایش می دهد
عوامل سیاسی و تصمیم گیری	نگاه بخشی به مسئله ی آب	- اولویت دادن به نیاز شرب بر فضای سبز در دوره های خشکی و بحران - تصمیم گیری مقطعی و غیر علمی در زمان مواجهه با کمبود آب - نبود پیوستگی مدیریتی و تغییر رویکرد با تغییر مدیران شهرداری
	فشارهای رسانه ای و افکار عمومی	- انتظار شهروندان برای فضای سبز انبوه و سرسبز در تمام فصول سال - نارضایتی عمومی از تغییر الگوی چمن کاری - تأثیر نظرات غیر کارشناسی در جلسات شورای شهر - بزرگنمایی رسانه های محلی در مورد خشکی فضای سبز و فشار بر شهرداری
	مسائل حقوقی و مالکیتی	- نبود مدیریت یکپارچه بر اراضی حاشیه ای با کاربری فضای سبز - اختلافات مالکیتی بر سر زمین های فضای سبز و عدم سرمایه گذاری - تغییر کاربری غیرمجاز زمین های سبز به مسکونی و کاهش سطح زیر کشت
ویژگی های طبیعی غیر قابل کنترل	تنوع خاک	- خاک های با نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب متفاوت در نقاط مختلف حاشیه ی شهر - وجود لایه های سخت خاک (سخت لایه) که ریشه دوانی و نفوذ آب را محدود می کند
	تغییرات لحظه ای اقلیم	- وزش بادهای گرم محلی که تبخیر را افزایش می دهد - تغییرات ناگهانی دما در فصل بهار و پاییز (تنش دمایی به گیاهان) - اثر جزیره ی گرمایی در مناطق پیراشهری

منبع: یافته های تحقیق، ۱۴۰۵

راهبردها (جدول ۴)، مجموعه ای از اقدامات عملیاتی هستند که در پاسخ به عوامل علی و با در نظر گرفتن عوامل زمینه ای و مداخله گر، برای بهبود وضعیت موجود تدوین شده اند. این راهبردها در چهار محور اصلی دسته بندی شده اند: بهبود سیستم آبیاری و فناوری، اصلاح الگوی کشت و طراحی فضای سبز، مدیریت داده محور و برنامه ریزی و آموزش و مشارکت اجتماعی.

در محور بهبود سیستم آبیاری و فناوری، راهبردها بر دو مقوله ای اصلی متمرکز هستند: تجهیز شبکه های آبیاری به فناوری های نوین و بازیافت و استفاده ی مجدد از آب. در این حوزه، نصب سیستم های آبیاری قطره ای هوشمند،

استفاده از سنسورهای رطوبت خاک برای تنظیم لحظه‌ای آبیاری و به کارگیری آبیاری زیرسطحی در چمن کاری‌ها، می‌تواند به طور قابل توجهی مصرف آب را کاهش دهد. جایگزینی آب‌پاش‌های فرسوده با نمونه‌های کم‌مصرف، نصب تایمرهای برنامه‌پذیر برای آبیاری در ساعات خنک روز و استفاده از لوله‌های با کیفیت برای کاهش نشت، از دیگر اقدامات فنی مهم هستند. در کنار این، استفاده از منابع آب جایگزین از جمله احداث تصفیه‌خانه‌های محلی برای استفاده از آب خاکستری، جمع‌آوری رواناب‌های سطحی و ایجاد گودال‌های جذبی و حوضچه‌های ذخیره‌سازی، می‌تواند وابستگی به آب‌های زیرزمینی را کاهش داده و پایداری تأمین آب را افزایش دهد. با این حال، اجرای این راهبردها با موانع اقتصادی (هزینه‌ی بالای تجهیزات) و فنی (نیاز به تخصص) مواجه است که باید در برنامه‌ریزی مالی و آموزشی لحاظ شوند.

در محور اصلاح الگوی کشت و طراحی فضای سبز، تغییر در گونه‌شناسی گیاهان و طراحی اکولوژیک مبتنی بر نیاز منطقه در کانون توجه قرار دارد. جایگزینی تدریجی چمن با پوشش‌های کم‌آب‌بر، کاشت درختان و درختچه‌های مقاوم به شوری و کم‌آبی و حذف گونه‌های مهاجم و پرآب‌بر، از مهم‌ترین اقدامات این حوزه هستند. طراحی فضای سبز به صورت باغ‌های ایرانی با سایه‌اندازی و کاهش تبخیر، اجرای کشت طبقاتی در مناطق شیب‌دار، ایجاد کمربند سبز با گونه‌های مقاوم و انتخاب مکان‌های مناسب برای احداث فضای سبز بر اساس دسترسی به آب و کیفیت خاک، همگی رویکردی اکولوژیک و مبتنی بر شرایط محلی را دنبال می‌کنند. این راهبردها با چالش‌های فرهنگی (مقاومت شهروندان در برابر تغییر منظر آشنا) و مدیریتی (نیاز به تصویب در شورای شهر) مواجه هستند که نیازمند کار فرهنگی و اقناع‌سازی پیشینی است.

محور مدیریت داده‌محور و برنامه‌ریزی، شاید بنیادی‌ترین راهبرد باشد، چراکه بدون داده‌های دقیق، هیچ‌یک از اقدامات دیگر نمی‌توانند به درستی اجرا شوند. طراحی سامانه‌ی جامع اطلاعات فضای سبز مبتنی بر GIS، توسعه‌ی مدل بومی برآورد تبخیر-تعرق، تهیه‌ی تقویم آبیاری بر اساس نیاز روزانه‌ی گیاهان و ایجاد بانک اطلاعاتی از گونه‌ها، سن و سطح تاج پوشش، زیرساخت‌های اطلاعاتی مورد نیاز را فراهم می‌آورد. در سطح بالاتر، تدوین برنامه‌ی مدیریت یکپارچه‌ی آب شهری از طریق تشکیل کارگروه بین‌سازمانی، تهیه‌ی سند راهبردی پنج‌ساله، تعیین سقف مصرف مجاز برای هر پارک و ایجاد نظام پاداش و تنبیه، چارچوب نهادی و قانونی مورد نیاز را ایجاد می‌کند. این راهبردها به سرمایه‌گذاری اولیه و اراده‌ی سیاسی قوی نیاز دارند، اما در بلندمدت، هزینه‌ها را به شدت کاهش داده و کارایی مدیریت را افزایش می‌دهند.

در محور آموزش و مشارکت اجتماعی، راهبردها بر تغییر نگرش و توانمندسازی بازیگران کلیدی متمرکز هستند. برگزاری کارگاه‌های آموزشی برای ساکنان و نگهبانان پارک‌ها، راه‌اندازی گروه‌های داوطلب «همیاران آب و فضای سبز»، برگزاری مسابقات و جشنواره‌های محلی و تهیه‌ی محتوای آموزشی ساده و جذاب، می‌تواند آگاهی عمومی را افزایش داده و فرهنگ صرفه‌جویی را نهادینه کند. در سطح مشارکت، برگزاری جلسات شورای محلی با حضور ساکنان، تشکیل صندوق محلی برای تأمین اعتبار، راه‌اندازی سامانه‌ی نظارت مردمی و ارائه‌ی گزارش‌های شفاف دوره‌ای، حس مالکیت و مسئولیت‌پذیری را در شهروندان تقویت می‌کند. این راهبردها اگرچه کم‌هزینه‌تر از راهبردهای فنی هستند، اما زمان‌بر بوده و نیازمند تعامل مستمر و صبوری مدیریت شهری هستند.

راهبردهای تدوین شده، رویکردی جامع و چندوجهی را دنبال می کنند که همزمان به ابعاد فنی، زیست محیطی، مدیریتی و اجتماعی مسئله می پردازد. موفقیت این راهبردها در گرو هماهنگی بین بخشی، تأمین منابع مالی پایدار و عزم جدی برای تغییر رویه های موجود است.

جدول (۴): راهبردها / اقدامات

کد گزینشی	کد گذاری محوری (مقوله)	کد گذاری باز (مفاهیم)
بهبود سیستم آبیاری و فناوری	تجهیز شبکه های آبیاری به فناوری های نوین	- نصب سیستم های آبیاری قطره ای هوشمند - استفاده از سنسورهای رطوبت خاک برای تنظیم زمان و مقدار آبیاری بر اساس نیاز لحظه ای گیاه - به کارگیری آبیاری زیر سطحی در چمن کاری های حاشیه ای برای کاهش تبخیر سطحی - راه اندازی سیستم های آبیاری با انرژی خورشیدی برای ایستگاه های پمپاژ در مناطق دورافتاده - تعویض آب پاش های قدیمی و فرسوده با نمونه های کم مصرف و بادگیر - نصب تایمرهای برنامه پذیر برای آبیاری در ساعات خنک روز (قبل از طلوع و بعد از غروب) - استفاده از لوله های پلی اتیلن با کیفیت بالا برای کاهش نشت و هدررفت
	بازیافت و استفاده مجدد از آب	- احداث تصفیه خانه ی محلی با پساب شهری برای استفاده از آب خاکستری (فاضلاب تصفیه شده) در فضای سبز - استفاده از رواناب سطحی و هرز آب های فصلی پس از بالایش ساده و رسوب گذاری - ایجاد گودال های جذبی و چاله های نفوذ در پارک ها برای تغذیه ی آب زیرزمینی - احداث حوضچه های ذخیره ی آب در نقاط پایین دست برای استفاده در فصل خشک
اصلاح الگوی کشت و طراحی فضای سبز	تغییر در گونه شناسی گیاهان	- جایگزینی تدریجی چمن با پوشش های کم آب بر - کاشت درختان و درختچه های مقاوم به شوری و کم آبی - طراحی فضای سبز به صورت باغ های ایرانی با سایه اندازی، کاهش تبخیر و استفاده از سطوح آبی - حذف گونه های مهاجم و پر آب بر و جایگزینی با گونه های بومی سازگار با اقلیم - استفاده از درختان مثمر و سازگار با منطقه در فضاهای سبز عمومی
	طراحی اکولوژیک مبتنی بر نیاز منطقه	- اجرای کشت طبقاتی در مناطق شیب دار برای کاهش رواناب و افزایش نفوذ آب - ایجاد کمربند سبز با گونه های بومی و مقاوم به خشکی در مناطق پیراشهری - تعیین نیاز آبی هر گونه و آبیاری متناسب با آن در فصول مختلف - طراحی فضای سبز به صورت توده های متراکم درختی برای ایجاد میکرو کلمای مرطوب تر

		- انتخاب مکان‌های مناسب برای احداث فضای سبز بر اساس دسترسی به منابع آب و کیفیت خاک - طراحی فضای سبز با شیب‌های منفی برای جمع‌آوری و ذخیره‌ی رواناب
مدیریت داده‌محور و برنامه‌ریزی	ایجاد سامانه‌ی پایش و برآورد نیاز آبی	- طراحی سامانه‌ی جامع اطلاعات فضای سبز (GIS-based) برای مناطق پیراشهری مینودشت با قابلیت به‌روزرسانی - توسعه‌ی مدل بومی برآورد تبخیر-تعرق با کالیبراسیون بر اساس داده‌های محلی - تهیه‌ی تقویم آبیاری بر اساس نیاز روزانه‌ی گیاهان (بر حسب میلی‌متر در روز) و ابلاغ به نگهداران فضای سبز - ایجاد بانک اطلاعاتی از گونه‌های گیاهی موجود، سن، سطح تاج پوشش و نیاز آبی هر گونه - استفاده از تصاویر ماهواره برای پایش سطح فضای سبز و سلامت گیاهان - توسعه‌ی نرم‌افزار کاربردی (اپلیکیشن) برای مدیریت آبیاری بر اساس داده‌های لحظه‌ای هواشناسی
	تدوین برنامه‌ی مدیریت یکپارچه‌ی آب شهری	- تشکیل کارگروه بین سازمان‌های متولی - تهیه‌ی سند راهبردی مصرف آب در فضای سبز برای افق پنج ساله با اهداف کمی و کیفی مشخص - تعیین سقف مصرف مجاز (الگوی بهینه) برای هر پارک بر اساس مساحت، گونه‌ها و شرایط اقلیمی - تهیه‌ی دستورالعمل فنی برای آبیاری فضای سبز در شرایط عادی و بحرانی (خشکسالی) - ایجاد نظام پاداش و تنبیه برای مناطق با عملکرد بهتر و بدتر در مدیریت مصرف آب - برنامه‌ریزی برای تأمین آب پایدار از منابع مختلف
آموزش و مشارکت اجتماعی	توانمندسازی شهروندان و کارکنان	- برگزاری کارگاه‌های آموزشی «کم‌آبیاری و فضای سبز مقاوم» برای ساکنان محلات پیراشهری - آموزش نگهداران پارک‌ها و فضای سبز در زمینه‌ی اصول آبیاری صحیح، تنظیم تایمرها و شناسایی نیاز گیاهان - راه‌اندازی گروه‌های داوطلب «همیاران آب و فضای سبز» در هر محله با مشارکت دانش‌آموزان و دانشجویان - برگزاری مسابقات و جشنواره‌های محلی با موضوع باغچه‌های کم‌مصرف و ایده‌های نوین آبیاری - تشکیل دوره‌های تخصصی برای کارشناسان شهرداری در زمینه‌ی مدل‌سازی نیاز آبی و سنجش از دور - تهیه‌ی بروشور و کتابچه‌های آموزشی با زبان ساده برای گروه‌های مختلف سنی
	ترغیب به مشارکت در تصمیم‌گیری	- برگزاری جلسات شورای محلی با حضور ساکنان برای انتخاب گونه‌های مناسب و طراحی فضای سبز محله - تشکیل صندوق محلی برای تأمین اعتبار اصلاح سیستم‌های آبیاری و خرید تجهیزات نوین

	- راه اندازی سامانه‌ی نظارت مردمی برای گزارش هدررفت آب و عملکرد نامناسب آبیاری - انعقاد تفاهم‌نامه با مدارس و دانشگاه‌ها برای انجام پروژه‌های تحقیقاتی و میدانی - تشکیل کمیته‌های فرعی با حضور معتمدان محلی برای پیگیری مستمر مسائل آب و فضای سبز - ارائه‌ی گزارش‌های شفاف و دوره‌ای به شهروندان درباره‌ی وضعیت مصرف آب و برنامه‌های بهبود
--	---

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۵

پیامدها (جدول ۵)، نتایج حاصل از اجرا (یا عدم اجرا) راهبردها هستند که به صورت پیامدهای مثبت در چهار سطح قابل تحلیل هستند: بهینه‌سازی مصرف آب، ارتقای کیفیت فضای سبز، توسعه‌ی پایدار و تاب‌آوری شهری و ارتقای سرمایه‌ی اجتماعی.

در سطح بهینه‌سازی مصرف آب، انتظار می‌رود اجرای راهبردها منجر به کاهش ۲۰ تا ۴۰ درصدی مصرف آب در فضای سبز پیراشهری شود که صرفه‌جویی اقتصادی قابل توجهی برای شهرداری به همراه خواهد داشت. کاهش هزینه‌های تأمین، پمپاژ و انتقال آب، افزایش بهره‌وری (بیشترین سبزی‌نگی با کمترین آب)، تعادل بخشی به سفره‌های زیرزمینی و جلوگیری از افت بیشتر سطح ایستابی، از دیگر پیامدهای این سطح هستند. این دستاوردها نه تنها بار مالی شهرداری را کاهش می‌دهند، بلکه پایداری منابع آب منطقه را برای نسل‌های آینده تضمین می‌کنند.

در سطح ارتقای کیفیت فضای سبز، آبیاری منطبق بر نیاز واقعی، ماندگاری، شادابی و کیفیت گیاهان را افزایش داده و خشکیدگی و زردشدگی را کاهش می‌دهد. افزایش تنوع زیستی با کاشت گونه‌های بومی، بهبود منظر شهری و کاهش ناراضیاتی شهروندان، افزایش طول عمر گیاهان و کاهش هزینه‌های جایگزینی و بهبود کیفیت خاک، همگی نشان از تحول مثبت در فضای سبز منطقه دارند که به نوبه‌ی خود بر کیفیت زندگی شهروندان تأثیر مستقیم می‌گذارد.

در سطح توسعه‌ی پایدار و تاب‌آوری شهری، افزایش تاب‌آوری در برابر خشکسالی، ایجاد الگوی قابل تعمیم برای سایر شهرها، ارتقای جایگاه مینودشت به عنوان شهر پیشرو در مدیریت آب، بهبود سرانه‌ی فضای سبز بدون افزایش بار آبی، کاهش اثر جزیره‌ی گرمایی و افزایش ارزش املاک در مجاورت فضاهای سبز با کیفیت، از جمله پیامدهای مثبت کلان هستند که فراتر از مسئله‌ی آب، به توسعه‌ی همه‌جانبه‌ی منطقه کمک می‌کنند.

در سطح ارتقای سرمایه‌ی اجتماعی، افزایش آگاهی و سواد اکولوژیک، افزایش حس مشارکت و تعلق خاطر، کاهش تعارضات بین شهرداری و شهروندان، افزایش اعتماد عمومی، ایجاد فرهنگ صرفه‌جویی و تقویت همبستگی اجتماعی، همگی دستاوردهای ارزشمندی هستند که از دل فرایند مشارکتی مدیریت آب بیرون می‌آیند و به تحکیم بنیان‌های اجتماعی منطقه کمک می‌کنند.

جدول (۵): پیامدها / نتایج

کد گذاری باز (مفاهیم)	کد گذاری محوری (مقوله)	کد گزینشی
-----------------------	------------------------	-----------

پیامدهای مثبت	بهینه‌سازی مصرف آب	- کاهش قابل توجه مصرف آب در فضای سبز پیراشهری (تا ۲۰-۴۰ درصد) و صرفه‌جویی اقتصادی برای شهرداری - کاهش هزینه‌های تأمین، پمپاژ و انتقال آب برای مدیریت شهری - افزایش بهره‌وری آب (بیشترین سبزینگی و شادابی با کمترین میزان آب مصرفی) - تعادل بخشی به سفره‌های آب زیرزمینی منطقه و جلوگیری از افت بیشتر سطح ایستابی - کاهش استرس آبی در فصل گرم و جلوگیری از قطعی یا جیره‌بندی آب - بهبود شاخص‌های پایداری در حوزه‌ی منابع آب
	ارتقای کیفیت فضای سبز	- افزایش ماندگاری، شادابی و کیفیت گیاهان با آبیاری منطبق بر نیاز واقعی - کاهش خشکیدگی، زردشدگی و تنش‌های فیزیولوژیک درختان و درختچه‌ها در فصل گرم - افزایش تنوع زیستی با کاشت گونه‌های بومی، مقاوم و سازگار با اقلیم منطقه - بهبود منظر شهری، افزایش زیبایی بصری و کاهش نارضایتی شهروندان - افزایش طول عمر گیاهان و کاهش هزینه‌های جایگزینی و نگهداری - بهبود کیفیت خاک و افزایش مواد آلی با استفاده از مالچ و روش‌های صحیح آبیاری
	توسعه‌ی پایدار و تاب‌آوری شهری	- افزایش تاب‌آوری مناطق پیراشهری در برابر خشکسالی‌های آتی و تغییر اقلیم - ایجاد الگوی قابل تعمیم برای سایر شهرهای استان گلستان و مناطق مشابه - ارتقای جایگاه مینودشت به عنوان شهر پایدار و پیشرو در مدیریت منابع آب - بهبود سرانه‌ی فضای سبز بدون افزایش بار آبی و فشار بر منابع - کاهش اثر جزیره‌ی گرمایی و بهبود کیفیت هوا با حفظ و گسترش پوشش گیاهی - افزایش ارزش املاک و زمین‌های مسکونی در مجاورت فضاهای سبز با کیفیت - جذب گردشگران و طبیعت‌دوستان به فضاهای سبز طراحی‌شده با الگوی ایرانی-اسلامی
	ارتقای سرمایه‌ی اجتماعی	- افزایش آگاهی و سواد اکولوژیک شهروندان در مورد ارزش آب و روش‌های صحیح نگهداری - افزایش حس مشارکت، مسئولیت‌پذیری و تعلق‌خاطر ساکنان به فضای سبز محله - کاهش تعارضات و اختلافات بین شهرداری و شهروندان بر سر نحوه‌ی آبیاری و نوع پوشش - افزایش اعتماد عمومی به مدیریت شهری در اثر شفافیت و عملکرد موفق - ایجاد فرهنگ صرفه‌جویی و مصرف بهینه به عنوان یک ارزش اجتماعی پایدار - تقویت همبستگی اجتماعی از طریق فعالیت‌های گروهی در نگهداری از فضای سبز

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تبیین عوامل مؤثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری در مناطق پیراشهری مینودشت، با استفاده از رویکرد کیفی نظریه‌ی زمینه‌ای، به کشف و تبیین نظام‌مند عوامل چندلایه‌ای پرداخته است که مدیریت علمی مصرف آب را با چالش مواجه ساخته‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مسئله‌ی برآورد نیاز آبی در

منطقه‌ی مینودشت، صرفاً یک مسئله‌ی فنی یا اقلیمی نیست، بلکه پدیده‌ای پیچیده و چندوجهی است که در تقابل سه دسته‌عامل اصلی شکل گرفته است: عوامل علی (کمبود منابع آب، توسعه‌ی بی‌رویه و ضعف اطلاعات)، عوامل زمینه‌ای (بستر اجتماعی، نهادی و اقتصادی) و عوامل مداخله‌گر (موانع فنی، سیاسی و طبیعی). آنچه این پژوهش را از بسیاری از مطالعات پیشین متمایز می‌سازد، تأکید بر تعامل هم‌افزاینده این عوامل است؛ به گونه‌ای که هر یک از این عوامل به تنهایی نمی‌توانند تبیین‌کننده‌ی وضعیت موجود باشند، بلکه ترکیب و تعامل آن‌هاست که یک سیستم بیمار را ایجاد کرده است. برای نمونه، کمبود منابع آب (عامل علی) در بستر ناآگاهی عمومی و ناهماهنگی نهادی (عوامل زمینه‌ای) و با حضور موانع فنی و سیاسی (عوامل مداخله‌گر) تشدید می‌شود و در نهایت، یک دور باطل را شکل می‌دهد که در آن، نداشتن داده منجر به برآورد نادرست، برآورد نادرست منجر به تصمیم‌گیری غیرعلمی و تصمیم‌گیری غیرعلمی منجر به تشدید کمبود آب می‌گردد.

تحلیل عمیق یافته‌ها نشان می‌دهد که مقوله‌ی هسته‌ای این پژوهش، یعنی «شکاف بین داده‌های موجود و نیاز واقعی در شرایط مدیریت غیریکپارچه»، در واقع ریشه‌ی اصلی تمامی چالش‌های شناسایی شده است. این شکاف در سه سطح قابل ترسیم است: شکاف اطلاعاتی (نبود داده‌های دقیق اقلیمی، خاکی و گونه‌شناختی)، شکاف نهادی (موازی‌کاری سازمانی، نبود متولی واحد و تداخل قوانین) و شکاف نگرشی (فرهنگ مصرف‌مبنی بر رایگان‌نگاری آب و مقاومت در برابر تغییر). آنچه این شکاف‌ها را به یکدیگر پیوند می‌دهد، نبود یک نظام مدیریت یکپارچه و داده‌محور است که بتواند حلقه‌های گم‌شده‌ی بین تولید داده، تحلیل داده و تصمیم‌گیری را پر کند. به عبارتی، مشکل اصلی نه در نبود راهکارهای فنی، که در عدم وجود یک چارچوب نهادی و ساختاری برای اجرای این راهکارهاست. راهبردهای چهارگانه‌ی تدوین شده در این پژوهش (بهبود سیستم آبیاری و فناوری، اصلاح الگوی کشت و طراحی فضای سبز، مدیریت داده‌محور و برنامه‌ریزی و آموزش و مشارکت اجتماعی) در صورتی می‌توانند موفق باشند که به صورت هماهنگ و در بستر یک نظام مدیریت یکپارچه اجرا شوند؛ چراکه اجرای هر یک به تنهایی، به دلیل وابستگی متقابل این راهبردها، نمی‌تواند نتیجه‌ی مطلوب را به همراه داشته باشد. به عنوان نمونه، اصلاح الگوی کشت بدون مشارکت اجتماعی و آموزش شهروندان، با مقاومت مواجه خواهد شد و مدیریت داده‌محور بدون رفع موانع فنی و تأمین تجهیزات، امکان‌پذیر نخواهد بود. بنابراین، موفقیت در مدیریت مصرف آب فضای سبز، نیازمند یک رویکرد سیستمی و مشارکتی است که همه‌ی ذی‌نفعان را در برگیرد و به‌طور همزمان به ابعاد فنی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی مسئله بپردازد.

از منظر نظری، پژوهش حاضر با تأکید بر تعامل عوامل علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر و ارائه‌ی مدلی پارادایمی که در آن، «شکاف داده‌ها و مدیریت غیریکپارچه» به عنوان مقوله‌ی هسته‌ای، سایر مقوله‌ها را به یکدیگر پیوند می‌دهد، به غنای ادبیات نظری حوزه‌ی مدیریت آب شهری کمک کرده است. این مدل نشان می‌دهد که مسائل مدیریت آب در مناطق پیراشهری، نه تنها تحت تأثیر عوامل فنی و اقلیمی، بلکه به شدت تحت تأثیر عوامل نهادی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی قرار دارند و هرگونه مداخله‌ی مؤثر، نیازمند رویکردی میان‌رشته‌ای و فرابخشی است. از منظر عملی نیز، یافته‌های این پژوهش می‌تواند به عنوان چارچوبی راهنما برای سیاست‌گذاران و مدیران شهری در تدوین برنامه‌های مدیریت مصرف آب فضای سبز مورد استفاده قرار گیرد و با شناسایی دقیق نقاط مداخله، به اولویت‌بندی اقدامات

بر اساس فوریت و اثربخشی کمک نماید. به ویژه، تأکید بر نقش آموزش و مشارکت اجتماعی به عنوان یکی از راهبردهای کلیدی، نشان می‌دهد که تغییر الگوی مصرف، بدون تغییر نگرش و توانمندسازی شهروندان، امکان‌پذیر نخواهد بود و سرمایه‌گذاری در این حوزه، به مراتب کم‌هزینه‌تر و پایدارتر از سرمایه‌گذاری صرف در زیرساخت‌های فنی است.

یافته‌های این پژوهش با پژوهش محمدی و همکاران (۱۴۰۴) که به کم‌آبباری و وقوع تنش خشکی در فضای سبز دانشگاه شیراز اشاره دارد، هم‌سو است؛ چراکه در مینودشت نیز شکاف میان نیاز واقعی و تأمین آب، یکی از چالش‌های اساسی شناسایی شده است. همچنین با پژوهش بهروزی و همکاران (۱۴۰۴) در جزیره کیس که بر ضرورت برآورد تفکیکی نیاز آبی بر اساس کاربری‌ها و ماه‌های سال تأکید دارد، هم‌خوانی دارد؛ هرچند پژوهش حاضر، ابعاد نهادی، اجتماعی و مدیریتی را نیز به عنوان عوامل کلیدی مؤثر بر برآورد نیاز آبی معرفی می‌کند که در پژوهش مذکور کمتر به آن پرداخته شده است. نتایج پژوهش حاضر با مبانی کلاسیک برآورد نیاز آبی که توسط پرویت و دورنبوس (۱۹۷۷) و آلن و همکاران (۱۹۹۸) در گزارش فائو پایه‌گذاری شده، هم‌سوست و بر ضرورت استفاده از داده‌های دقیق هواشناسی و ضرایب گیاهی تأکید دارد. همچنین با دیدگاه پیرا و همکاران (۲۰۱۵) که بر لزوم استفاده از داده‌های اقلیمی و مدل‌های معتبر برای تصمیم‌گیری تأکید دارند، هم‌خوانی کامل دارد. یافته‌های این پژوهش با مطالعه‌ی رامایا و آوتار (۲۰۲۵) در شهر پاناجی هند که به شکاف عمیق میان تأمین و تقاضای آب در فضای سبز شهری اشاره دارد، بسیار هم‌سو است؛ به گونه‌ای که در هر دو پژوهش، وابستگی شدید به آب‌های زیرزمینی، نبود داده‌های دقیق و نیاز روزانه‌ی بالای آب برای گونه‌های مختلف، به عنوان چالش‌های اصلی شناسایی شده‌اند. همچنین با پژوهش تولاتزی و همکاران (۲۰۲۵) که بر تلفیق تقاضای آب فضای سبز با تقاضای آب خانگی و تأثیر آن بر کمبود آب شهری تأکید دارند، هم‌سوست؛ هرچند پژوهش حاضر، با رویکرد نظریه‌ی زمینه‌ای، به شناسایی عوامل زمینه‌ای و مداخله‌گر نیز پرداخته است که در مدل‌های کمی پیشین کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

نوآوری پژوهش حاضر در چند جنبه قابل تبیین است: نخست، این پژوهش برای نخستین بار در منطقه‌ی مینودشت و با رویکرد نظریه‌ی زمینه‌ای به شناسایی نظام‌مند عوامل مؤثر بر برآورد نیاز آبی فضای سبز شهری پرداخته است، در حالی که بیشتر پژوهش‌های پیشین با رویکرد کمی و مبتنی بر مدل‌های ریاضی انجام شده و ابعاد نهادی، اجتماعی و مدیریتی مسئله در آن‌ها مغفول مانده است. دوم، ارائه‌ی مدل پارادایمی جامع با شناسایی «شکاف بین داده‌های موجود و نیاز واقعی در شرایط مدیریت غیریکپارچه» به عنوان مقوله‌ی هسته‌ای، مفهوم جدیدی را به ادبیات نظری حوزه‌ی مدیریت آب شهری اضافه می‌کند. سوم، تلفیق سه سطح تحلیل (عوامل علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر) و شناسایی تعاملات میان آن‌ها، رویکردی میان‌رشته‌ای ارائه داده است که ابعاد اقلیمی، فنی، نهادی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی را در بر می‌گیرد. چهارم، تأکید بر نقش آموزش و مشارکت اجتماعی به عنوان راهبرد کلیدی، جنبه‌های انسانی مدیریت آب را که در پژوهش‌های فنی-مهندسی پیشین مغفول مانده، مورد توجه قرار داده است.

حامی مالی

بنا به اظهار نظر نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

سهم و نقش نویسنده اول، به عنوان نویسنده اصلی، نویسنده دوم به عنوان راهنما و مشاور بود.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همه افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت آنها در این مقاله تشکر و قدرانی می نمایند.

منابع

- انصاری قوجقار، محمد، پارسی، احسان، لیاقت، عبدالمجید، و سلاجقه، علی. (۱۴۰۰). ارزیابی روش های برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز شهری. پژوهش های اقلیم شناسی، ۱۴۰۰(۴۶)، ۴۳-۵۶.
https://clima.irimo.ir/article_126473.html
- بهروزی، محمد، نوحه گر، احمد، و حسن زاده، پانیسا. (۱۴۰۴). برآورد نیاز آبی فضای سبز در منظر شهری جزیره کیش. مهندسی اکوسیستم بیابان، ۱۴(۴۶)، ۳۵-۴۸.
<https://doi.org/10.22052/deej.2025.254229.1041>
- حافظنیا، محمدرضا. (۱۴۰۴). مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی. تهران: سمت.
<https://samt.ac.ir/fa/book/1018>
- حمدی احمد آباد، یاسر، لیاقت، عبدالمجید، رسول زاده، علی، و قادرپور، رسول. (۱۳۹۸). بررسی روند سرانه مصرف آب در ایران براساس رژیم غذایی دو دهه گذشته. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۰(۱)، ۷۷-۸۷.
[doi:%2010.22059/ijswr.2018.246084.667795](https://doi.org/10.22059/ijswr.2018.246084.667795)
- سرمد، زهره، بازرگان، عباس، و حجازی، الهه. (۱۳۹۳). روش های تحقیق در علوم رفتاری. تهران: انتشارات آگاه.
<https://www.gisoom.com/book/11111553>
- سرور، هوشنگ، لاله پور، منیژه، و شاهی، سمیرا. (۱۴۰۴). تحلیلی بر کارآمدی طرح های جامع در تأمین فضاهای سبز شهری (مطالعه موردی: طرح جامع مراغه). پژوهش های جغرافیای اقتصادی، ۲۱(۶)، ۸۴-۹۹.
[doi:%2010.30470/jegr.2025.2029257.1175](https://doi.org/10.30470/jegr.2025.2029257.1175)
- فلاحیان، افشین. (۱۳۹۶). طراحی فضای سبز (خودآموز مقدماتی). مشهد: جهاد دانشگاهی.
<https://ketab.ir/Book/D9E15CAD-A6D1-48A3-BB1A-81181408D194>
- کریمی، آرزو. (۱۴۰۵). نقش فضاهای سبز شهری در ارتقای کیفیت محیط زیست و تحقق توسعه پایدار شهری؛ مطالعه موردی شهر تهران، هفدهمین همایش بین المللی ایده های نوین در معماری، شهرسازی، جغرافیا و محیط زیست پایدار، مشهد.
<https://civilica.com/doc/2664154>
- محمدی، زهرا، طالب نژاد، رضوان، و دیداری، شهره. (۱۴۰۴). برآورد نیاز آبی گیاهان فضای سبز با استفاده از روش WUCOLS در منطقه باجگاه استان فارس، سیزدهمین همایش ملی محیط زیست، انرژی و منابع طبیعی، تهران.
<https://civilica.com/doc/2399292>
- مهدوی، محمد. (۱۳۹۴). هیدرولوژی کاربردی. تهران: دانشگاه تهران.
<https://fidibo.com/book/171691>
- Alipour, H., Nikbakht, A., Etemadi, N., Nourbakhsh, F., & Rejali, F. (2016). The efficiency of mycorrhizal fungi on growth characteristics and some nutrients uptake of plane tree seedling (*Platanus orientalis* L.). *Journal of Horticultural Science*, 29(4), 237-246.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/675983ddc7a957febdafa180b>

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Rome: FAO. https://appgeodb.nancy.inrae.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf
- Araya, A., Stroosnijder, L., Girmay, G., & Keesstra, S. D. (2011). Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.). *Agricultural water management*, 98(5), 775-783. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.12.001>
- Cosgrove, W. J. and Rijsberman, F. R. (2014). World water vision: making water everybody's business. Earthscan Publications Ltd, London. [doi:10.4324/9781315071763](https://doi.org/10.4324/9781315071763)
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Costello, L., Matheny, N., & Clark, J. (2000). A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California the landscape coefficient method and WUCOLS III** WUCOLS is the acronym for water use classifications of landscape species”, University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources August WUCOLS 2000. <https://ci.healdsburg.ca.us/DocumentCenter/View/1000>
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements, (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24). Rome: FAO. <https://www.fao.org/4/f2430e/f2430e.pdf>
- Dukes, M. D. (2012). Water conservation potential of landscape irrigation smart controllers. *Transactions of the ASABE*, 55(2), 563-569. <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=41391>
- EPA. (2024). Water-efficient landscaping guidance. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/watersense/watersense-current-spring-2024>
- FAO. (2009). ETo calculator user manual. Rome: Food and Agriculture Organization. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faowater/docs/ReferenceManualETo.pdf
- Hansmann, R., Hug, S. M., and Seeland, k. (2007). Restoration and stress relief through physical activities in forests and parks. *Urban Forestry and Urban Greening*, 6(4), 213– 225. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.08.004>
- Hassanli, A. M., Ahmadi, S., & Beecham, S. (2010). Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 97(2), 357-362. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.10.010>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate change 2021—The physical science basis: Working Group I contribution to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Kafi, M., Borzooee, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., & Nabati, J. (2009). Physiology of Environmental Stress in Plants. Mashhad, Jihad Danshgahi Press. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2019911>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge: Cambridge University Press. <https://psycnet.apa.org/record/1989-98477-000>
- Miller, R. W. (1997). Urban forestry: Planning and managing urban greenspaces. New Jersey: Prentice Hall. <https://www.sciepub.com/reference/355955>
- Nowak, D.J. and Dwyer, J.F. (2007). Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems. In: Kuser, J.E., Ed., *Urban and Community Forestry in the Northeast*, Springer, Dordrecht, 25-46. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4289-8_2
- Olivadese, M., & Dindo, M. L. (2024). Water, ecosystem services, and urban green spaces in the Anthropocene. *Land*, 13(11), 1948. <https://doi.org/10.3390/land13111948>
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2015). Coping with water scarcity: Addressing the challenges. Dordrecht: Springer. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185580>
- Qiu, G. Y., Yan, C., & Liu, Y. (2023). Urban evapotranspiration and its effects on water budget and energy balance: Review and perspectives. *Earth-Science Reviews*, Volume 246, 104577. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104577>
- Rad, M.H., Assare, M.H., Meshkat, M.A., Dashtegian, K., & Soltani, M. (2010). Water requirement and production function of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) in arid environment. *Iranian Journal of Forest*, 2(1), 61-71. https://www.ijf-isaforestry.ir/article_4679_en.html?lang=fa
- Ramaiah, M., & Avtar, R. (2025). Daily water requirements of vegetation in the urban green spaces in the city of Panaji, India. *Water*, 17(10), 1487. <https://doi.org/10.3390/w17101487>
- Sadeghi, S.M.M., & Attarod, P. (2014). Estimation of canopy ecohydrological parameters of *Pinus eldarica* trees in a semiarid climate. *Iranian Journal of Forest*, 6(2), 167-182. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.048>

- Saneoka, H., Moghaieb, R.E., Premachandra, G.S., & Fujita, K. (2004). Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany*, 52(2), 131-138. [10.1016/j.envexpbot.2004.01.011](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.01.011)
- St. Hilaire, R., Arnold, M. A., Wilkerson, D. C., Devitt, D. A., Hurd, B. H., Lesikar, B. J., Lohr, V. I., Martin, C. A., McDonald, G. V., Morris, R. L., Pittenger, D. R., Shaw, D. A., & Zoldoske, D. F. (2008). Efficient water use in residential urban landscapes. *HortScience*, 43(7), 2081-2092. <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/43/7/article-p2081.xml>
- Tolazzi, A., Galli, N., Rulli, M. C., & Corbari, C. (2025). Sustainability of water use in urban green spaces: A multi-city analysis in developing countries. European Geosciences Union General Assembly 2025 (EGU25). Vienna, Austria. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-18443>
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6143402/>
- UN-Habitat. (2020). World Cities Report 2020: The value of sustainable urbanization. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2020-the-value-of-sustainable-urbanization>
- Vaghefi, S. A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour, K. C. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific reports*, 9(1), 1-11. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-38071-8>
- Zhang, X., Wang, C., Liu, H., & Xu, B. (2026). Exploring a green space water demand estimation method integrating urban heat island typologies: A case study of the arid and semi-arid region of Northwest China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2026.129454>

References

- Alipour, H., Nikbakht, A., Etemadi, N., Nourbakhsh, F., & Rejali, F. (2016). The efficiency of mycorrhizal fungi on growth characteristics and some nutrients uptake of plane tree seedling (*Platanus orientalis* L.). *Journal of Horticultural Science*, 29(4), 237-246. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/675983ddc7a957febdfa180b>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56). Rome: FAO. https://appgeodb.nancy.inrae.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf
- Ansari Ghojghar, M., Parsi, E., Liaghat, A., & Salajeghe, A. (2021). Evaluation of methods for estimating water needs of urban green space plants. *Climatological Research*, 1400(46), 43-56. https://clima.irimo.ir/article_126473.html (In Persian)
- Araya, A., Stroosnijder, L., Girmay, G., & Keesstra, S. D. (2011). Crop coefficient, yield response to water stress and water productivity of teff (*Eragrostis tef* (Zucc.). *Agricultural water management*, 98(5), 775-783. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.12.001>
- Behrouzi, M., Nohegar, A., & Hassanzadeh, P. (2025). Estimation of water requirement for green space in the urban landscape of Kish Island. *Desert Ecosystem Engineering*, 14(46), 35-48. <https://doi.org/10.22052/deej.2025.254229.104> (In Persian)
- Cosgrove, W. J. and Rijsberman, F. R. (2014). World water vision: making water everybody's business. Earthscan Publications Ltd, London. doi:10.4324/9781315071763
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Costello, L., Matheny, N., & Clark, J. (2000). A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California the landscape coefficient method and WUCOLS III** WUCOLS is the acronym for water use classifications of landscape species", University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources August WUCOLS 2000. <https://ci.healdsburg.ca.us/DocumentCenter/View/1000>
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements, (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24). Rome: FAO. <https://www.fao.org/4/f2430e/f2430e.pdf>
- Dukes, M. D. (2012). Water conservation potential of landscape irrigation smart controllers. *Transactions of the ASABE*, 55(2), 563-569. <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=41391>
- EPA. (2024). Water-efficient landscaping guidance. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/watersense/watersense-current-spring-2024>
- Fallahian, A. (2017). Green space design (Introductory self-study). Mashhad: Academic Jihad. <https://ketab.ir/Book/D9E15CAD-A6D1-48A3-BB1A-81181408D194> (In Persian)

- FAO. (2009). ET0 calculator user manual. Rome: Food and Agriculture Organization. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faowater/docs/ReferenceManualET0.pdf
- Hafeznia, M. R. (2025). An introduction to research methods in humanities. Tehran: Samt Publications. <https://samt.ac.ir/fa/book/1018/> (In Persian)
- Hamdi-Ahmadabad, Y., Liaghat, A., Rasoulzadeh, A., & Ghaderpour, R. (2019). Investigation of per capita water consumption variation in Iran based on the past two-decade diet. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 50(1), 77-87. [doi:10.22059/ijswr.2018.246084.667795](https://doi.org/10.22059/ijswr.2018.246084.667795) (In Persian)
- Hansmann, R., Hug, S. M., and Seeland, K. (2007). Restoration and stress relief through physical activities in forests and parks. *Urban Forestry and Urban Greening*, 6(4), 213– 225. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.08.004>
- Hassanli, A. M., Ahmadirad, S., & Beecham, S. (2010). Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 97(2), 357-362. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.10.010>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate change 2021—The physical science basis: Working Group I contribution to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Kafi, M., Borzoei, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A., & Nabati, J. (2009). *Physiology of Environmental Stress in Plants*. Mashhad, Jihad Danshgahi Press. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2019911>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://psycnet.apa.org/record/1989-98477-000>
- Karimi, A. (2026). The role of urban green spaces in improving environmental quality and realizing sustainable urban development; Case study of Tehran. In *Proceedings of the 17th International Conference on New Ideas in Architecture, Urban Planning, Geography and Sustainable Environment*. Mashhad, Iran. <https://civilica.com/doc/2664154> (In Persian)
- Miller, R. W. (1997). *Urban forestry: Planning and managing urban greenspaces*. New Jersey: Prentice Hall. <https://www.sciepub.com/reference/355955>
- Mohammadi, Z., Talebnejad, R., & Didari, S. (2025). Estimation of water requirement for green space plants using the WUCOLS method in the Bajgah region of Fars province. In *Proceedings of the 13th National Conference on Environment, Energy and Natural Resources*. Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/2399292> (In Persian)
- Nowak, D.J. and Dwyer, J.F. (2007). Understanding the Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems. In: Kuser, J.E., Ed., *Urban and Community Forestry in the Northeast*, Springer, Dordrecht, 25-46. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4289-8_2
- Olivadese, M., & Dindo, M. L. (2024). Water, ecosystem services, and urban green spaces in the Anthropocene. *Land*, 13(11), 1948. <https://doi.org/10.3390/land13111948>
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2015). *Coping with water scarcity: Addressing the challenges*. Dordrecht: Springer. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185580>
- Qiu, G. Y., Yan, C., & Liu, Y. (2023). Urban evapotranspiration and its effects on water budget and energy balance: Review and perspectives. *Earth-Science Reviews*, Volume 246, 104577. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104577>
- Rad, M.H., Assare, M.H., Meshkat, M.A., Dashtegian, K., & Soltani, M. (2010). Water requirement and production function of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) in arid environment. *Iranian Journal of Forest*, 2(1), 61-71. https://www.ijf-isaforestry.ir/article_4679_en.html?lang=fa
- Ramaiah, M., & Avtar, R. (2025). Daily water requirements of vegetation in the urban green spaces in the city of Panaji, India. *Water*, 17(10), 1487. <https://doi.org/10.3390/w17101487>
- Sadeghi, S.M.M., & Attarod, P. (2014). Estimation of canopy ecohydrological parameters of *Pinus eldarica* trees in a semiarid climate. *Iranian Journal of Forest*, 6(2), 167-182. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.048>
- Saneoka, H., Moghaieb, R.E., Premachandra, G.S., & Fujita, K. (2004). Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in *Agrostis palustris* Huds. *Environmental and Experimental Botany*, 52(2), 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.01.011>
- Sarmad, Z., Bazargan, A., & Hejazi, E. (2014). *Research methods in behavioral sciences*. Tehran: Agah Publications. <https://www.gisoom.com/book/11111553/> (In Persian)
- Sarvar, H., Lalehpour, M., & Shahi, S. (2025). An analysis on the efficiency of comprehensive plans in providing urban green spaces (Case study: Maragheh comprehensive plan). *Economic Geography Research*, 6(21), 84-99. [doi:10.30470/jegr.2025.2029257.1175](https://doi.org/10.30470/jegr.2025.2029257.1175) (In Persian)

- St. Hilaire, R., Arnold, M. A., Wilkerson, D. C., Devitt, D. A., Hurd, B. H., Lesikar, B. J., Lohr, V. I., Martin, C. A., McDonald, G. V., Morris, R. L., Pittenger, D. R., Shaw, D. A., & Zoldoske, D. F. (2008). Efficient water use in residential urban landscapes. *HortScience*, 43(7), 2081-2092. <https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/43/7/article-p2081.xml>
- Tolazzi, A., Galli, N., Rulli, M. C., & Corbari, C. (2025). Sustainability of water use in urban green spaces: A multi-city analysis in developing countries. European Geosciences Union General Assembly 2025 (EGU25). Vienna, Austria. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-18443>
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6143402/>
- UN-Habitat. (2020). World Cities Report 2020: The value of sustainable urbanization. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2020-the-value-of-sustainable-urbanization>
- Vaghefi, S. A., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour, K. C. (2019). The future of extreme climate in Iran. *Scientific reports*, 9(1), 1-11. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-38071-8>
- Zhang, X., Wang, C., Liu, H., & Xu, B. (2026). Exploring a green space water demand estimation method integrating urban heat island typologies: A case study of the arid and semi-arid region of Northwest China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2026.129454>

رایجی قبل از انتشار الکترونیکی