




# Redesigning the Urban Landscape of Dense Urban Areas with the Approach of Urban Green Infrastructure (Case Study: Sheikh-Hadi Neighborhood, District 11 of Tehran Municipality)

Bitra Jamshidi, Nasim Sahraei Nejad\* 

\* Assistant Professor and Faculty Member, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

(Received: 15/06/2023, Revised: 22/06/2024, Accepted: 22/09/2024, Published: 15/12/2024)

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.4.8.1


## ABSTRACT

*Green infrastructure and other nature-based solutions are innovative approaches that, in addition to adapting to the changes in the world around us, provide a way to protect natural resources and ultimately increase the quality of urban environments. Increasing the flexibility of neighborhoods and promoting a sustainable lifestyle will improve the health and well-being of urban residents. This concept is actually a relatively new concept and a detailed evaluation has not yet been done in relation to dense cities such as Tehran. This research tries to increase the quality of life of citizens, while examining the characteristics of urban green infrastructure and explaining the criteria for the implementation of urban green infrastructure in dense cities and identifying the challenges, limitations and opportunities ahead in the path of implementing urban green infrastructure in one of the areas With high urban density (Sheikh Hadi neighborhood in the 11th district of Tehran), provide implementation strategies in the direction of redesigning the landscape of this area. Therefore, this research is with practical results and in the form of descriptive-analytical research, and by using the tool of structured interview, the opinions of experts in connection with the concept of urban green infrastructure, the necessary criteria for the implementation of urban green infrastructure in dense cities, and finally the implementation solutions of green infrastructure city has been weighted and then based on the method of content analysis and prioritization of the sub-criteria related to each of these criteria, a strategic plan will be presented for parts of this neighborhood and the implementation of the urban green infrastructure approach. In order to finally be able to take a step towards increasing environmental sustainability in this area and improving the health and quality of life of its citizens.*

**Keywords:** Dense City, Green Infrastructure, Sustainability, Landscape Design

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University

 Authors



\* Corresponding Author Email: n.sahraienejad@gmail.com



پدافند غیرعامل



سال پانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳ (پیاپی ۶۰): صص ۱۳۱-۱۱۳

شاپای چاپی: ۶۹۴۹-۲۰۰۸ | شاپای الکترونیکی: ۸۰۳۰-۲۹۸۰

علمی - ترویجی

## بازطراحی منظر شهری مناطق متراکم شهری با رویکرد زیرساخت سبز شهری (مطالعه موردی: محله شیخ هادی منطقه ۱۱ شهرداری تهران)

بیبا جمشیدی اصل<sup>۱</sup>، نسیم صحرانی نژاد<sup>۲\*</sup> 

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.4.8.1

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۰۲

### چکیده

زیرساخت‌های سبز و سایر راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت، به عنوان رویکردهای نوآورانه‌ای هستند که علاوه بر آن که منطبق بر تغییرات جهان اطراف ما بوده، راهی برای حفاظت از منابع طبیعی ارائه می‌دهند و در نهایت موجب افزایش کیفیت محیط‌های شهری، افزایش انعطاف‌پذیری محلات و ترویج سبک زندگی پایدار، بهبود سلامت و رفاه ساکنان شهری خواهند بود. این مفهوم در حقیقت مفهومی نسبتاً جدید است و هنوز ارزیابی دقیقی در رابطه با شهرهای متراکم نظیر شهر تهران در ارتباط با آن انجام نشده است. این پژوهش تلاش می‌کند در راستای افزایش کیفیت زندگی شهروندان، ضمن بررسی ویژگی‌های زیرساخت سبز شهری و تعیین معیارهای اجرای زیرساخت سبز شهری در شهرهای متراکم و شناخت چالش‌ها، محدودیت و فرصت‌های پیش رو در مسیر اجرای زیرساخت سبز شهری در یکی از پهنه‌های با تراکم بالای شهری (محله شیخ هادی در منطقه ۱۱ شهر تهران)، راهبردهای اجرائی در راستای بازطراحی منظر این منطقه ارائه نماید. بنابراین این پژوهش با نتایج کاربردی و در قالب پژوهشی توصیفی-تحلیلی بوده و با بهره‌گیری از ابزار مصاحبه ساختار یافته نظرات صاحب‌نظران در ارتباط با مفهوم زیرساخت سبز شهری، معیارهای لازم برای اجرای زیرساخت سبز شهری در شهرهای متراکم و در نهایت راهکارهای اجرائی زیرساخت سبز شهری وزن‌دهی گردیده و سپس بر اساس روش تحلیل محتوا و اولویت‌بندی زیرمعیارهای مربوط به هر کدام از این معیارها، پلان راهبردی برای بخش‌هایی از این محله و اجرای رویکرد زیرساخت سبز شهری ارائه خواهد نمود. تا در نهایت بتواند گامی در راستای افزایش پایداری محیطی در این محدوده و بهبود سلامت و کیفیت زندگی شهروندان آن بردارد.

**کلیدواژه‌ها:** شهر متراکم، زیرساخت سبز، پایداری، طراحی منظر

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران (n.sahraienejad@gmail.com) - نویسنده مسئول



\* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.

نویسندگان ©

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

## ۱- مقدمه

امروزه رشد سریع جمعیت در کلانشهرها و در نتیجه افزایش تراکم شهری، به یکی از اساسی‌ترین غدغه‌های برنامه‌ریزان شهری تبدیل شده [۱] و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ بیش از ۶۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند [۲]. این روند رشد شهرنشینی باعث تکه‌تکه شدن و تخریب اکوسیستم‌های طبیعی و در نتیجه کاهش مناظر مطلوب شهری می‌شود. از بین رفتن زیرساخت‌های سبز که به منزله سامانه پشتیبان حیات و ارائه‌دهنده خدمات اکولوژیک تلقی می‌شود، معضلی اساسی برای شهرها بوده و توجه بسیاری از برنامه‌ریزان را به خود جلب کرده است [۳]. در حقیقت زیرساخت‌های سبز روشی نو در برنامه‌ریزی شهری است که در به حداقل رساندن تاثیر توسعه بشر بر عملکرد سامانه‌های طبیعی در مناطق شهری کمک می‌کند [۴]. مجموعه‌ای از مؤلفه‌های منظر نظیر درختان، منابع آبی و لکه‌های سبز شهری در برنامه‌ریزی زیرساخت سبز شهری مورد توجه قرار می‌گیرند. این منابع منافع در مقیاس‌های مختلف فراهم آورده که در طول زمان با تکامل منظر دچار تحول می‌شوند و همچنین منافع اجتماعی-فرهنگی برای سلامت، تفریح و رشد اقتصادی مورد نیاز در جامعه فراهم آورده و به همین ترتیب از آن‌ها برای حل بسیاری از مشکلات در شهرها استفاده می‌شود [۵]. شهر تهران از شهرهایی است که کمتر از مؤلفه‌های زیرساخت سبز در برنامه‌های توسعه شهری کمک گرفته و این در حالی است که باتوجه به افزایش مصرف انرژی و نگرانی‌های زیست محیطی در کل دنیا، می‌بایست به مبحث پایداری در امر توسعه توجه بیشتری نموده و میان توسعه فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تعادل ایجاد کند [۶]. اگر چه اغلب پروژه‌های زیرساخت سبز در ابتدا هزینه‌های زیادی را بر دوش شهرها تحمیل می‌کنند، اما جریانی از منافع را در درازمدت در حوزه‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست محیطی بوجود می‌آورند که نمی‌توان از آن چشم پوشی کرد. در این پژوهش محله شیخ هادی در منطقه ۱۱ شهر تهران، بعنوان یک پهنه با تراکم شهری بالا که از مشکلات متعدد عملکردی و زیست محیطی رنج می‌برد، بعنوان نمونه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته تا با بهره‌گیری از رویکرد زیرساخت سبز متناسب با بافت شهری این محله، بازطراحی مناسبی صورت پذیرد. بنابراین هدف اصلی از انجام این پژوهش در ابتدا تبیین ویژگی‌ها و معیارهای اجرائی زیرساخت سبز شهری در شهرهای متراکم و سپس شناخت محدودیت و پتانسیل‌های محله شیخ هادی در راستای اجرای زیرساخت‌های سبز شهری و در نهایت ارائه یک طرح راهبردی برای اجرای رویکرد زیرساخت سبز شهری در این محدوده بعنوان یک پهنه متراکم شهری خواهد بود.

## ۲- روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس هدف آن، پژوهشی است کاربردی که از نظریه‌ها، قوانین، اصول، فنون و استانداردهای بدست آمده از پژوهش‌های پیشین جهت بازطراحی فضایی متناسب با ضرورت و نیازهای عنوان شده و پاسخگویی به آن‌ها استفاده می‌کند. بر اساس ماهیت و روش تحقیق، اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعه کتابخانه‌ای و مطالعه اسناد و مدارک و مصاحبه عمیق و تحلیل نمونه‌های موردی موجود، جمع‌آوری شده است. ماهیت داده‌های بدست آمده در این پژوهش به صورت ترکیبی ارزیابی می‌شوند و شامل مجموعه اقداماتی جهت جمع‌آوری، تحلیل و ترکیب اطلاعات کمی و کیفی به منظور شناخت دقیق مسئله است. پس از مطالعه منابع موجود و نیز انجام مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با شش نفر از صاحب‌نظران این حوزه، از یک سلسله مراتب سه سطحی استفاده گردیده است. در سطح اول بازطراحی منظر شهری با رویکرد زیرساخت سبز شهری در شهرهای متراکم مورد توجه قرار می‌گیرد. در سطح دوم معیارهای کلی موثر در این پژوهش شامل "ویژگی‌های زیرساخت سبز شهری"، "معیارهای اجرای زیرساخت سبز در مناطق متراکم" و "راهکارهای اجرایی زیرساخت سبز شهری در مناطق متراکم" تقسیم می‌شوند. در سطح سوم نیز با وزن دهی زیرمعیارهای مربوط به هر یک از این معیارهای کلی، با استفاده از روش AHP به راهبردهای اصلی برای محله شیخ هادی تهران دست خواهد یافت.

## ۳- مروری بر مبانی نظری

زیرساخت سبز شبکه‌ای از فضاهای باز، آبراهه‌ها، باغ‌ها، جنگل‌ها، راهروهای سبز، درختان خیابان و حومه‌های باز است که هر روزه با آن در مناظر شهری، روستایی و حاشیه شهر در تعامل هستیم. به واسطه این تنوع، زیرساخت سبز را می‌توان واژه‌ای جهان شمول در برنامه‌ریزی منظر شهری در نظر گرفت، چرا که فضاهایی را در بر می‌گیرد که در پایه‌ای ترین سطح ممکن از اجر و بتن ساخته نشده اند [۵] و مزایای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی متعددی برای مردم و جوامع محلی به ارمغان می‌آورد [۷]. که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- شناسایی نیازهای مردم و طبیعت و رسیدگی به آنها
- راهکاری برای متعادل کردن عوامل محیطی و اقتصادی
- یکپارچه‌سازی منابع طبیعی متنوع و فعالیت‌های مدیریت رشد در یک رویکرد کل نگر و مبتنی بر اکوسیستم
- توازن منطقی میان توسعه شهری و فضای سبز
- شناسایی مناطق اکولوژیکی حیاتی قبل از توسعه
- شناسایی فرصت‌هایی برای بازسازی و تقویت سامانه‌های

طبیعی در مناطق شهری

• ارائه یک چشم انداز وحدت بخش برای آینده [۸].

### ۳-۱- اصول برنامه ریزی زیرساخت سبز شهری

**اصل ادغام سبز-خاکستری:** در شهرهای معاصر، بسیاری از مسائل شهری، از جمله دسترسی ها، مدیریت طوفان و فاضلاب از طریق زیرساخت های مهندسی شده یا خاکستری، مانند کانال ها، لوله ها یا خیابان های آسفالت شده، برنامه ریزی می شود. بر اساس این اصل در برنامه ریزی زیرساخت سبز شهری، فضاهای سبز به عنوان عامل مکمل برای این عوامل خاکستری در نظر گرفته می شود. یکپارچه سازی زیرساخت ها می تواند به فواید چندگانه ای منجر شود که به طور همزمان بروز می کنند. به عنوان مثال، لبه های شهری با پوشش گیاهی می توانند در عین حال که کمک به افزایش زیبایی شهری می کنند، موجب کاهش آلودگی صوتی و هوا شده، احتمال بروز سیلاب های شهری را کاهش داده و اثرات تغییر آب و هوایی را نیز محدود نمایند.

**اصل اتصال:** شبکه های زیرساخت سبز شهری نه تنها برای تسهیل حرکت شهروندان و حیات وحش اهمیت دارند، بلکه می توانند از جریان های غیرزنده مانند انرژی، آب و هوا نیز پشتیبانی کنند. بعنوان مثال اثر خنک کنندگی پارک های شهری زمانی افزایش می یابد که این پارک ها بخشی از یک شبکه وسیع تر باشند. به این ترتیب، فضاهای سبز به هم پیوسته می توانند خطرات زیست محیطی و اثرات تغییرات آب و هوایی را به حداقل برسانند. برنامه ریزی زیرساخت سبز شهری با هدف ایجاد یک شبکه فضای سبز، برای تمامی موجودات زنده فواید متعددی خواهد داشت. این شامل ایجاد و بازایی ارتباطات برای پشتیبانی و حفاظت از فرآیندها، عملکردها و مزایایی است که فضاهای سبز فردی به تنهایی نمی توانند ارائه کنند.

**اصل چندمنظورگی:** کارکردهای چندگانه به توانایی زیرساخت سبز شهری برای ارائه همزمان کارکردهای اکولوژیکی، اجتماعی فرهنگی و اقتصادی مربوط می شود. در عین حال فرآیند برنامه ریزی زیرساخت سبز شهری فقط مربوط به کیفیت بالای یک عملکرد نیست. ارتباط و تضادهای احتمالی بین عملکردها و همچنین ظرفیت عناصر مختلف در زیرساخت سبز شهری باید ارزیابی شود. به عنوان مثال، استفاده از زمین برای تفریحات فشرده ممکن است با حفاظت از گونه های حساس در تضاد باشد. گاهی اوقات می توان با جداسازی فیزیکی کاربری های ناسازگار یا با برنامه ریزی آن ها به گونه ای که در عملکرد یکدیگر اختلالی ایجاد نکنند، از این نوع مسائل جلوگیری نمود. این بدان معناست که نه تنها خود کارکردها و ارتباط بین آن ها مهم است،

بلکه ابعاد مکانی و زمانی آن ها نیز اهمیت دارد. علاوه بر این، مزایای چند منظوره باید از این حیث که چه کسی به آن ها نیاز دارد و چه کسی به آن ها دسترسی دارد مورد توجه قرار گیرد. در غیر این صورت، برنامه ریزی زیرساخت سبز شهری می تواند فقط برای گروه های خاصی در جامعه قابل دسترسی باشد.

**اصل شمول اجتماعی:** شمول اجتماعی به طور کلی به مشارکت طیف وسیعی از گروه های اجتماعی (از جمله گروه های آسیب پذیر) در همه حوزه های زندگی اشاره دارد. برنامه ریزی فراگیر زیرساخت سبز، نیازمند توجه به نیازهای گروه های مختلف است. بنابراین ضروری است که نهادهای حاکمیتی ضمن توجه به طیف وسیعی از منافع از گروه های مختلف شهروندان، بتوانند آن ها را متعادل سازند. اگرچه شمول اجتماعی با انسجام اجتماعی مرتبط است، اما یکسان نیستند [۹].

### ۳-۲- راهبردها و روش های زیرساخت سبز

#### • راهبردهای زیرساخت سبز - سامانه های گیاهی:

در رویکرد زیرساخت سبز وجود پوشش گیاهی، تاثیر بسزایی در عملکردهای هیدرولوژیکی منطقه شامل مهار سرعت حرکت آب توسط تاج پوشش گیاهان، نفوذ آب در خاک، تبخیر و تعریق، تغذیه آب های زیرزمینی و انتقال جریان های شدید خواهد داشت [۸].

**نظام های اکولوژیکی چند عملکردی:** درختان و پوشش گیاهی می توانند نقش موثری در کاهش رواناب و جلوگیری از فرسایش خاک در سبزه ها، افزایش میزان یا نرخ نفوذ آب در خاک داشته باشند. بخشی از بارش باران نگه داشته شده در تاج گیاهی، به آرامی روی زمین جاری می شود [۱۰]. سبزه ها می توانند با فضاهای باز در تعامل باشند و موجب پیشگیری از پیامدهای محیط زیستی مختلف شوند [۱۱].

**بام سبز:** بام های سبز که عامل توسعه فضای سبز در شهرها هستند، راه حل موثری برای ارائه بیشتر مزایای زیرساخت سبز و آبی بویژه در زمینه طراحی منظر شهری باشند [۱۲].

#### • راهبردهای زیرساخت سبز - سامانه های بدون پوشش

##### گیاهی

یکپارچه سازی پهنه های آبی، ترانشه ها و افزایش سطوح نفوذپذیر و متخلخل در مناطق شهری میتواند کمک بسزایی در حفاظت از منابع آبی نماید. این سامانه ها می توانند روی سطوح نفوذناپذیر، از جمله پارکینگ ها و جاده های محلی با دسترسی خصوصی، با ترافیک محدود یا سبک تر و همچنین جاده های سنگین و خطوط اضطرابی طراحی شوند [۱۳]. همچنین برای تسکین و کاهش مشکل فعلی کمبود آب، لازم است که یک برنامه جامع

سطوح نفوذپذیر در مناطق شهری مترکم می‌توانند نقش مهمی در مدیریت منابع آبی، کاهش احتمال روان شدن آب باران از سطوح شهری، افزایش تغذیه منابع زیرزمینی و بهبود کیفیت آب و همچنین حفاظت از سایر عملکردهای زیست محیطی در مناطق شهری ایفا نمایند [۱۲].

**ترانشه‌های نفوذ:** ترانشه‌های نفوذ می‌توانند موجب افزایش کیفیت آب از طریق بهره‌گیری بهینه از آب‌های سطحی گردیده و با کاهش دبی اوج جریان در سامانه‌های فاضلاب، موجب افزایش ذخیره آب‌های زیرزمینی شوند. ترانشه نفوذ حفره‌ای کم‌عمق پرشده با سنگ ریزه، شن و قلوه سنگ است که با یک ژئوتکستایل زیرسازی پوشانده می‌شود [۱۲].

بطور کلی با اجرای اصول و شیوه‌های توسعه کم‌اثر، می‌توان آب را به گونه‌ای مدیریت کرد که تاثیرات منفی در مناطق شهری را کاهش داده و عملکرد طبیعی آب را در یک اکوسیستم یا حوضه آبخیز ارتقا بخشد و در مقیاس وسیع، عملکردهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی شهر را حفظ یا احیا کند [۱۶، ۱۷].

مدیریت پایدار منابع آب در کل کشور تدوین شود. استفاده مجدد از آب برای مصارف خانگی، در حل مشکل کمبود آب در ایران نقشی حیاتی ایفا می‌کند [۱۴].

**میدان‌های آبی:** این روش در حقیقت ترکیبی از راهکارهای ذخیره منابع آبی در فضاهای شهری است و در حقیقت یک یا چند آبگیر سنگفرش شده شبیه استخر که در مواقع خشکی، برای کارکردهای متنوعی نظیر انواع ورزش‌ها یا فعالیت‌های تفریحی در دسترس عموم قرار می‌گیرد.

**زنجیره تصفیه:** از ترکیبی از روش‌ها برای افزایش کیفیت منابع آبی استفاده می‌کند. این روش‌ها می‌توانند شامل نظام‌های گیاهی و یا بدون گیاه باشند. در واقع این زنجیره شامل چهار مرحله پیشگیری، کنترل منابع، کنترل سایت و کنترل منطقه خواهد بود.

**سنگفرش متخلخل:** سطوح نفوذناپذیر در مناطق شهری عامل اصلی بروز سیلاب‌های شهری است. بیشتر پارک‌ها، جاده‌ها و سطوح شهری با سنگفرش‌های نفوذناپذیر پوشیده می‌شوند [۱۵].

#### جدول (۱): جمع بندی اصول زیرساخت سبز شهری

موضوع مبحث	اهداف و یا اصول مبحث	اقدامات و راهکارهای عملی
زیرساخت سبز شهری	اصل برنامه‌ریزی ترکیب زیرساخت سبز و خاکستری به عنوان یکپارچه سازی زیرساخت‌ها	ایجاد حفاظ‌های جاده‌ای با پوشش گیاهی افزایش ظرفیت مدیریت رواناب با نوارهای کاشت پراکنده یا باغ‌های بارانی احداث مسیرهای دوچرخه سواری استفاده از درختان کاهنده اثر جزیره گرمایی
	ارائه و بهبود عملکردها و خدمات	جداسازی فیزیکی کاربری‌های ناسازگار توجه به کارکردها و ارتباط بین آن‌ها و ابعاد مکانی و زمانی آن‌ها در نظر گرفتن دسترسی‌ها و نیازهای یک جامعه به کارکردها و ارتباط آن‌ها
	برنامه‌ریزی مشارکتی	توجه به کسانی که بیشترین مشکل را در دسترسی به اطلاعات و بیان علایق خود دارند، مانند مهاجران یا اقلیت‌های قومی یا افراد بی‌خانمان، بیکار یا فقیر برنامه‌ریزی توسط نهادهای حاکمیتی
	چند کارکردی به عنوان اصل مهم برنامه‌ریزی	تهیه فهرستی از فضاهایی که می‌توانند مساحت زیرساخت سبز شهری را افزایش دهند تهیه فهرستی از منابع و راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت برای اجرا در فضاهای کوچک حفاظت و تشویق توسعه پوشش گیاهی مشارکت شهروندان به منظور شناسایی امکانات بهبود فضاهای سبز و طراحی آن‌ها افزایش دسترسی به کاربری‌های عمومی با پارک‌های جیبی یا فضاهای سبز شهری کوچک کاشت درختان شهری در فشرده ترین فضاها ترویج نوسازی و بازسازی ساختمان‌ها از طریق نما و بام سبز
	سامانه‌هایی با پوشش‌های گیاهی به عنوان یک راهبرد	استفاده از درختان و پوشش گیاهی برای کاهش رواناب و جلوگیری از فرسایش خاک استفاده از سبزه‌ها و رواناب به صورت توأم احداث بام‌های سبز در بالای پارکینگ‌ها به منظور ارائه منطقه‌های شهری با پارک‌های مترکم
	سامانه‌هایی بدون پوشش‌های گیاهی به عنوان یک راهبرد	یکپارچه سازی پهنه‌های آبی، ترانشه‌ها و سنگفرش متخلخل در مناطق شهری ایجاد میدان‌های آبی (ترکیبی از ذخایر آبی و ایجاد فضای عمومی) بهبود کیفیت آب از طریق ترانشه‌های نفوذ آب‌های سطحی استفاده از زنجیره ی تصفیه و چند نوع ترکیبی برای بهبود آب خروجی

### ۳-۳- زیرساخت سبز در شهرهای متراکم

با توجه به افزایش جمعیت شهرنشین و کمبود منابع برای آنها، بنظر می‌رسد ایده شهر متراکم بهترین گزینه برای دستگاه‌های اجرایی و شهروندان است؛ چرا که با رشد و توسعه زیرساخت‌های شهری می‌توان به ایده شهر پایدار نزدیک‌تر شد [۱۸]. یکی از ابعاد زیرساخت، زیرساخت سبز شهری است که گستره وسیعی از فضاهای سبز، آبی و باز را دربرمی‌گیرد و بطور مستمر به عنوان راه‌حلی برای مقابله با مشکلات زیست محیطی پیشنهاد می‌گردد که در آن باید تنوع کاربری‌ها، میزان رشد و تراکم جمعیت، سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی، شبکه راه‌ها و پیاده‌مداری را همواره در نظر گرفت. در حقیقت توسعه شهر فشرده که ریشه در تعهد به اصول طراحی و برنامه‌ریزی پایدار شهری دارد، پرداختن به شکل‌های پایدار شهری، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش هدررفت انرژی در مراحل ساخت و بهره‌برداری، کاهش حجم سفرهای شهری و ترویج حمل‌ونقل عمومی، جلوگیری از تخریب فضاهای باز و طبیعی شهری، حفظ منابع آبی در شهرها و غیره نشان از آن دارد که توسعه شهرها، به جنبه‌های زیست محیطی، کالبدی و ایجاد شرایط مناسب جهت دستیابی به پایداری اختصاص پیدا کرده است [۱۹].

در حقیقت در شهرهای متراکم، محافظت از محیط زیست در برابر تخریب بیشتر ناشی از گسترش شهری، یکی از اولویت‌های اصلی محسوب می‌شود [۲۰]. این شهرها درحقیقت، نیازمند در نظرگیری رویکردی یکپارچه برای توسعه پایدار اکولوژیکی و زیست محیطی بوده تا بتواند میان تراکم شهری و عرضه کمی- کیفی فضاهای سبز در مناطق مختلف شهر توازن برقرار کند [۲۱]. رویکردهای اکولوژیکی نظیر اتصال و پیوستگی لکه‌های سبز، در نظرگیری کارکردهای چندگانه فضاهای سبز شهری و همچنین برقراری تعادل میان عرضه فضای سبز شهری با تقاضای شهروندان برای برنامه‌ریزی یکپارچه فضای سبز در شهرهای فشرده مورد نیاز است. وضعیت کنونی شهرها و فضاهای سبز شهری ضرورت شناسایی چنین سیاست‌هایی را که با هدف جلوگیری از کاهش کیفیت فضای سبز در شرایط متراکم‌سازی شهرها و امکان توسعه فضاهای سبز شهری چندمنظوره بوده، برجسته کرده است [۲۱]. طراحی و اجرای زیرساخت سبز در شهرهای فشرده، ویژگی‌های خاصی دارد که مستلزم تدوین پروژه‌های برنامه‌ریزی موقت، با اقدامات جدید، مبتکرانه و مشارکت مردم و ذینفعان مختلف است [۲۲]. در جدول (۲) به برخی از اهداف و اقدامات لازم در برنامه‌ریزی زیرساخت سبز در مناطق شهری متراکم اشاره شده است:

جدول (۲): اصول برنامه‌ریزی زیرساخت سبز شهری در مناطق متراکم شهری

اهداف	اقدامات لازم
تعادل میان توزیع، دسترسی و کیفیت فضای سبز شهری	شناسایی مناطق دارای کمبود عناصر و فضای سبز
ادغام زیرساخت سبز در فرآیندهای برنامه‌ریزی شهری	تشخیص و ارزیابی کمبودها از نظر خدمات اکوسیستمی و بررسی عرضه و تقاضای این گونه خدمات در منطقه گنجاندن زیرساخت سبز شهری در برنامه‌ریزی شهری به منظور هماهنگی مدل شهر با اهداف زیرساخت سبز شهری و حمایت قانونی لازم از آن
بهبود و افزایش عناصر شبکه زیرساخت سبز شهری و افزایش کارایی فضاهای سبز از طریق تلفیق عملکردهای مختلف: (چند کارکردی به عنوان اصل مهم برنامه‌ریزی)	ترویج توسعه طرح‌های حفاظتی و حفاظتی ویژه ارائه شده توسط قانون به عنوان ابزاری برای انجام تشخیص و پیشنهادات سیاستی در مناطق بحرانی. ترویج همکاری بین ارگان‌ها به منظور شناسایی اهداف مشترک. تجزیه و تحلیل‌های فضایی یکپارچه تهیه فهرستی از فضاهایی که موجب افزایش مساحت اختصاص داده شده به زیرساخت سبز شهری می‌شوند تهیه فهرستی از منابع و راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت برای اجرا در فضاهای کوچک حفاظت و تشویق توسعه پوشش گیاهی خصوصی مشارکت شهروندان به منظور شناسایی امکانات بهبود فضاهای سبز و طراحی آنها افزایش دسترسی به کاربری‌های عمومی با پارک‌های جیبی یا فضاهای سبز شهری کوچک کاشت درخت در فشرده‌ترین فضاهایی که توسعه فضای سبز جدید امکانپذیر نیست استفاده از بام‌های سبز بعنوان جبران کمبود فضای سبز، خدمات اکوسیستمی و تنوع زیستی در مناطق شهری ترویج نوسازی و بازسازی نما و بام سبز ساختمان‌ها جهت افزایش پایداری و بهره‌وری انرژی ترویج مشارکت مراکز آموزشی در تدوین پیشنهادها و افزایش و بهسازی شبکه فضای سبز
بهبود بهره‌وری انرژی	انجام پروژه‌های تحقیقاتی دانشجویی بمنظور جستجوی راه‌حل‌های فنی و طبیعی برای طراحی و اجرای زیرساخت‌های سبز در مناطق متراکم شهری فضای سبز جیبی (مساحت کمتر از ۲ هکتار) در تمامی فضاهای ممکن تغییر مواد سطحی و استفاده از مواد با ظرفیت گرمایی کم. طراحی شبکه سبز بمنظور ایجاد سایه بیشتر بویژه در سطوح سخت و استفاده از تخریب و تعرق برای خنک کردن محیط
بهبود اتصالات زیست محیطی (اتصال فیزیکی و عملکردی بین فضاهای سبز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است)	تهیه فهرست و نقشه‌ای از نقاط و مناطقی که دستیابی به اتصال لازم می‌تواند مشکل‌ساز باشد ایجاد یک پایگاه داده برای بررسی میزان اتصالات زیست محیطی در مناطق شهری فشرده گنجانیدن مفهوم اتصال در برنامه‌های توسعه پایدار

## ۴-۳- پیشینه تحقیق

یزدان‌پناه در سال ۱۳۹۳، در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزیابی زیرساخت سبز شهری به منظور اصلاح تدریجی آن در سیمای سرزمین تهران" مشکلات اصلی شبکه زیرساخت‌های سبز در شهر تهران را توزیع نامناسب آن‌ها، پیوستگی کم و پایداری پایین آن‌ها در بافت شهری می‌داند. یافته‌های این پژوهش، نشان می‌دهد که در شهر تهران صرفاً سرانه فضاهای سبز در دستور کار برنامه‌ریزان قرار دارد و سایر ویژگی‌های کیفی لکه‌های سبز و باز در برنامه‌ریزی‌ها نادیده گرفته می‌شود و این در حالیست انتخاب وضعیت مناسب برای ترکیب و توزیع فضاهای سبز و باز شهری بمنظور ارائه خدمات محیط زیستی به شهر، حائز اهمیت است.

حاتمی در مقاله‌ای در سال ۱۳۹۵ تحت عنوان "مفهوم شهر فشرده و ارتباط آن با پایداری شهری" مطرح می‌کند که صرفاً تراکم نشان‌دهنده کیفیت شهر نیست. بنابراین خلق فضاهای بیوفیلیک<sup>۱</sup> می‌تواند انگیزه‌ای برای شهروندان باشد تا در محیط‌های سبز شهری، در کنار فعالیت‌های روزمره خود از فضاهای زیستی موجود در شهر نیز استفاده کنند. در حقیقت برنامه‌ریزی شهری بیوفیلیک می‌تواند ابزاری در جهت نیل به بسیاری از اهداف شهر فشرده عمل نماید؛ بطور مثال برای رها شدن شهروندان از اتومبیل شخصی و استفاده از دوچرخه و پیاده‌روی، محیط باید سالم و جذاب بوده از بالاترین کیفیت برخوردار باشد.

چمن آرا در سال ۱۳۹۵ در مقاله‌ای با عنوان "رویکرد چند مقیاسی کارآمد برای ادغام زیرساخت سبز چندمنظوره پیوسته در شهر تهران" بیان می‌کند که رشد بی‌برنامه و سریع شهری منجر به خسارات مخرب زیست محیطی و مشکلات اجتماعی و اقتصادی شده است. برای حل این مشکل، رویکردهای مختلفی پیشنهاد شده است. یکی از آن‌ها ایجاد مناظر چندمنظوره در فضاهای باز شهری به عنوان زیرساخت سبز است. این رویکرد برخاسته از ایده «طراحی شهرها بعنوان بخشی از اکوسیستم‌های طبیعی» و یکی از راه‌حل‌های مؤثر در این زمینه است. با احیای مناظر مولد شهری در کشورهای در حال توسعه می‌توان به بسیاری از مشکلات زیست محیطی و اقتصادی پرداخت. زیرساخت سبز یکی از بالاترین پتانسیل‌ها را برای ایجاد اقتصادهای قوی‌تر، جوامع سالم‌تر، احیای محیط‌زیست و درنهایت پایداری دارد. این

زیرساخت پایدار یک استراتژی طراحی شهری جدید را پیشنهاد می‌کند که ظاهر شهرهای معاصر را به سمت یک طبیعت‌گرایی بی‌سابقه سوق می‌دهد.

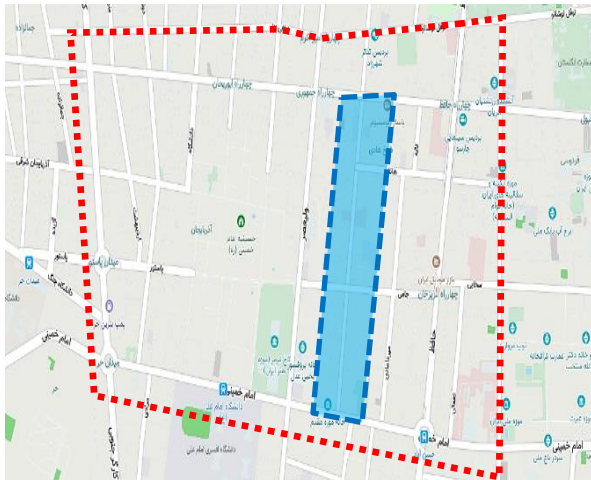
نظریه اولریش پیشنهاد می‌کند که محیط‌های طبیعی باعث بهبودی از استرس می‌شوند، در حالی که محیط‌های شهری تمایل دارند همین روند را متوقف کنند، محیط‌های محرک مانند شهرها، با سطوح بالایی از پیچیدگی بصری، سروصدا، شدت و حرکت، می‌توانند با ایجاد سطوح استرس‌زا و خسته‌کننده برانگیختگی روانی و فیزیولوژیکی بر افراد تأثیر منفی بگذارند. طبیعت نسبت به بسیاری از محیط‌های شهری از نظر شدت کمتر و از نظر ادراکی درهم و برهم کمتر است و بنابراین اثرات نسبتاً مثبت و کاهش استرس بر مردم دارد [۲۳].

هانسن در سال ۲۰۲۱ نیز به دستورکار جدید شهری سازمان ملل اشاره دارد که خواستار توسعه شهری پایدار، در عین حال فشرده است. ایده‌آل شهر فشرده با هدف افزایش پایداری و اجتناب از گسترش شهری با ترویج مسکن با تراکم بالا، استفاده مختلط، سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی کارآمد و پیاده‌روی یا دوچرخه‌سواری است. فضاهای سبز و باز شهری نیز بر اساس هدف ۱۱ از ۱۷ از اهداف توسعه پایدار که شامل "ایمن، تاب‌آور و پایدار ساختن شهرها" است و متضمن مفاهیمی نظیر دسترسی به فضاهای سبز و عمومی برای همه اقشار جامعه است، بمنظور دستیابی به کیفیت زندگی و افزایش پایداری در شهرهای فشرده، اساسی در نظر گرفته می‌شوند. با این حال، هم‌افزایی بین تراکم شهری و در دسترس بودن فضای سبز را نمی‌توان بدیهی تلقی نمود. تراکم شهری معمولاً شامل افزایش شدت و تراکم کاربری زمین، تبدیل توسعه موجود و استفاده مجدد از مناطق بایر است که خود می‌تواند بر فضاهای سبز و باز فشار وارد کند.

اسلامی و همکاران (۱۴۰۱) نیز معتقدند که طراحی اصولی منظر شهرها هدف شکل‌گیری شهر اکولوژیک و ارتقا پایداری شهری، با کمترین میزان دخالت در شرایط طبیعی زمین و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در این ارتباط، صورت خواهد گرفت و در این ارتباط پیشنهادهای از قبیل استفاده از مصالح نفوذپذیر جهت هدایت رواناب‌های سطحی، بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی بومی و کم‌نیاز جهت مدیریت منابع طبیعی و کاهش هزینه‌های نگهداری، طراحی مسیرها و کوری‌دورهای ارتباطی سبز برای افزایش اتصال اکولوژیک بین پهنه‌های سبز موجود با هدف تامین آب مورد نیاز فضای سبز، افزایش استفاده از

<sup>۱</sup> Biophilic: طراحی به منظور ارتباط بین عناصر طبیعی

حافظ و خیابان کارگر از مناطق حوزه مداخله بلافصل می‌باشند.



شکل (۱): نمایش حوزه مداخله مستقیم و بلافصل در محله شیخ هادی

موقعیت محله و همجواری آن با بخش مرکزی شهر تهران باعث شکل‌گیری و استقرار فعالیت‌های مرکزی شهری در آن شده و کارکردهای مختلفی از فعالیت‌های مختلف تجاری، اداری، خدماتی و مسکونی در بافت محله بوجود آورده است. کمبود فضاهای رفاهی و خدماتی و فضاهای حمل‌ونقل و انبارداری و نارسایی شبکه حمل‌ونقل در این محله کاملاً ملموس می‌باشد. همچنین استحکام ساختمان‌ها در این محله تقریباً مناسب بوده و بافت فرسوده کمی دارد اما به دلیل قدمت ساختمان‌ها بخش‌هایی از محله را بافت نیمه‌فرسوده تشکیل می‌دهند. از سوی دیگر شبکه ترافیک محله شیخ هادی متأثر از شریان‌های اصلی با کارکرد منطقه‌ای و فرمانطقه‌ای است که از چهار طرف محله و مرکز آن عبور می‌کنند و به لحاظ موقعیت مراکز تجاری و بازارهای تخصصی، مراکز سیاسی و اداری و مراکز فرهنگی، هنر و آموزشی حاشیه محله و در امتداد خود بار ترافیکی سنگینی را به خصوص در برخی از ساعات روز به دوش می‌کشند. کمبود فضای توقف و پارک خودرو در اطراف محورهای اصلی در امتداد بازارهای تخصصی و عدم کفایت پارکینگ‌های موجود باعث تحمیل آن به معابر داخلی محله شده و مشکلات عدیده‌ای را برای ساکنین محله که خود با کمبود فضای توقف و پارک خودرو در داخل محله روبرو هستند، ایجاد کرده است. وضعیت پوشش گیاهی در حوزه مداخله مستقیم نیز بر اساس ابعاد گونه‌های درختی و لکه‌های سبز عمومی در تصاویر (۲) و (۳) نمایش داده شده است:

انرژی‌های تجدیدپذیر، استفاده از گونه‌های گیاهی متنوع و مناسب برای کاهش سرعت رواناب‌های سطحی، بهره‌گیری از کارکردهای تفریحی آن، افزایش کیفیت فضای سبز منطقه و کاهش آلودگی‌های بصری و همچنین احیا و آسازایی زمین‌های رها شده از طریق تبدیل آن‌ها به پهنه‌های سبز که نقش اتصال دهنده اکولوژیک را با پهنه‌های سبز بزرگ‌تر ایفا خواهد کرد [۲۴].

مثنوی (۱۳۸۲) نیز معتقد است که در شهر فشرده، با کاربری‌های مختلط، بیشتر نقاط خدمات شهری برای شهروندان قابل دسترسی بودند چرا که مسافت‌ها برای پیاده‌روی کوتاه و مناسب بودند. نتایج مرتبط با کیفیت محیط زندگی نشان داد که مناطق کم تراکم، از طریق افزایش سبزی‌نگی، فضاهای باز و پارک‌ها، کیفیت بالاتری را فراهم می‌کنند. اما مستندات نشان می‌دهد که شهر فشرده نیز می‌تواند استفاده از اتومبیل شخصی را تا ۷۰٪ کاهش دهد و مسافت طی شده به منظور سفرهای غیرکاری تا ۷۵٪ در مقایسه با شهر گسترده و کم تراکم را کاهش می‌دهد. در نهایت به نظر می‌رسد که تراکم بالا به تنهایی نمی‌تواند راه‌حل محسوب شود، یک ترکیب از تراکم بالا و کاربری مختلط (شهر فشرده در کنار کاربری مختلط) معمولاً برای پایداری شهری سودمندترین فرم شهری خواهد بود.

### ۳-۵- بررسی تجارب جهانی در خصوص اجرای زیرساخت سبز شهری

در ادامه تجارب جهانی کشورهای مختلف در ارتباط با بهره‌گیری از زیرساخت‌های سبز شهری بصورت خلاصه و شامل رویکرد اصلی و اقدامات اصلاحی و اهداف دربرگیرنده این اقدامات در جدول (۳) جهت درک بهتر این تجارب بصورت خلاصه ارائه گردیده است.

#### ۱- شناسایی محدوده مورد مطالعه

محدوده موردنظر محله شیخ هادی در منطقه ۱۱ شهر تهران می‌باشد که دارای بافت فرسوده و قدیمی و معابر کم‌عرض است که غالب کاربری‌های آن مسکونی و تجاری-مسکونی می‌باشند. با توجه به محدوده مورد مطالعه، خیابان شیخ هادی (بین خیابان امام خمینی و خیابان جمهوری) و بخش‌هایی از خیابان جامی در حوزه مداخله مستقیم بررسی خواهند شد و خیابان‌های جمهوری اسلامی (مابین کارگر و حافظ)، خیابان امام خمینی، خیابان



جدول (۳): جمع بندی رویکردها و اقدامات اصلاحی (و یا موارد اصلی در برنامه ریزی) در رابطه با تجارب جهانی

نام شهر	رویکرد اصلی پروژه	اقدامات اصلاحی / موارد اصلی در برنامه ریزی	هدف انجام اقدامات اصلاحی / برنامه ریزی
لندن - انگلستان	برآورده سازی نیازهای متغییر اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی	تبدیل زیرساخت راه آهن سابق به دانشکده‌ای جدید برای دانشگاه هنر با ۲۰۰ متر دیوار و بام سبز	هدف گذاری دوباره برای زیرساخت حمل و نقل کمتر استفاده شده و متروکه
		استقرار باغ‌های اجتماعی و حوزه‌های تولید مواد غذایی در مسیر	مداخله در زیرساخت سبز در مقیاس خیابانی
		تغییر طرح خیابان، حذف پارکینگ و افزایش سطح سبزسازی فضا در امتداد خیابان ها	استفاده از فضای سبز شهری به عنوان ابزاری برای کاهش حجم ترافیک
ماری - بوتراچا	انتقال پایتخت اداری به این شهر و برنامه‌ریزی در راستای باغ-شهر، شهر سبز و شهر هوشمند	طراحی ۱۲ پارک شهری بر اساس یک سلسله مراتب مشخص	برنامه‌ریزی بخش عمده‌ای از شهر بعنوان فضای باز و سبز شهری
		شکل گیری بلواری به طول ۴/۲ هکتار به عنوان پیکره مرکزی و اصلی شهر	
		تاکید فراوان بر استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی	ایجاد فضایی با هویت و مطلوب
سنگاپور - سنگاپور	حفظ هویت شهر در طبیعت	حفاظت و پیروی از شکل طبیعی زمین منطقه	استفاده از خدمات اکوسیستمی در برنامه‌ریزی شهری
		تشکیل بدنه آبی با استفاده از دریاچه و برکه مصنوعی با بهره گیری از رودخانه های کوچک موجود در منطقه	صرفه جویی در مصرف آب
فرانسه - پاریس	کاهش اثر جزیره گرمایی شهری	حفاظت از جنگل ها برای تنظیم آب و هوا	تبدیل زیرساخت های خاکستری به سبز
		دو سوم سطوح شهر - مانند پشت بام ها و پیاده روها - قادر به جذب آب باران و ذخیره آن در ۱۸ مخزن هستند	فرآیند تصفیه آب مصرف شده با روش های پیشرفته برای بازیافت آن
آلمان - برلین	توسعه شهری توسط فاکتورهای زیست محیطی	کاشت درخت و احداث روف گاردن	
		استفاده از خودروهای برقی و معرفی پروژه‌های با عنوان سامانه شارژ القایی پویا برای محیط شهری در پاریس	کاهش میزان ازدحام خودرو
آلمان - درسدن	شهر فشرده در شبکه اکولوژیکی	یکپارچه سازی زیرساخت های سبز	توسعه فضاهای سبز شهری همراه با طرح کاربری اراضی شهر
		احداث فضای سبز شهری در مقیاس سایت	
		احداث فضای سبز شهری در مقیاس شهر و منطقه	
		احداث فضای سبز شهری در مقیاس منطقه‌ای و ملی	
		بررسی عملکردهای تامین (مانند تامین آب و مواد غذایی)	
هند - دهلی	تمرکز سیاست آبی - سبز	بررسی عملکردهای تنظیم کننده (مانند مقررات محلی آب و هوا و کیفیت هوا)	برنامه‌ریزی بدنه های آبی و فضاهای سبز به طور همزمان
		بررسی عملکردهای زیستگاه (مانند حفاظت از زیستگاه ها)	
		بررسی عملکردهای فرهنگی (مانند تفریحات)	
هند - بوپال	تبدیل بوپال به شهر هوشمند	پاکسازی زهکش ها	
		توقف ریختن زباله در منابع آبی	
هند - مادورای	ایجاد یک برنامه اقدام سبز-آبی به دلیل شرایط تنش آبی شدید	ایجاد مسیرهای پیاده روی و دوچرخه سواری	
		احداث زیرساخت‌های کم تأثیر مانند مناطق ورزش، باغ‌های یوگا، تئاترهای روباز، موزه ها، تأسیسات قایق رانی، خانه های سبز و باغ‌های سبزیجات محلی	
هند - بنگلارو	مدیریت تامین آب و فاضلاب	مدیریت پایدار آب، سبز کردن همه ساختمان ها، مدیریت زباله و بازیافت، ایجاد شبکه‌ای از پارک‌ها، مسیرهای دوچرخه سواری و مسیرهای پیاده روی سبز با پیوند دادن قطعات زمین	حفظ و رشد پوشش سبز، تأثیر گذاری بر شاخص های سبک زندگی شهروندان و ترویج شهری پایدار از نظر زیست محیطی
		مدیریت شبکه زهکشی و فاضلاب، پاکسازی دریاچه ها و توسعه فضای سبز	مشارکت ذینفعان از پایین به بالا
هند - بنگلارو	مدیریت تامین آب و فاضلاب	ارزیابی مستمر جنبه های فنی پروژه، سازگاری با اقلیم با راه اندازی رویکردها و مدل های شبکه جدید و ایجاد سامانه‌های هشدار	رشد جمعیت، تقاضای آب و تغییرات آب و هوایی
		ایجاد کریدورهای سبز و احداث پارک	استراتژی سبز و تنوع زیستی
اسپانیا - بارسلونا	طبیعی سازی مجدد شهر		



شکل (۳): وضعیت پوشش گیاهی از خیابان امام خمینی تا خیابان جامی



شکل (۲): وضعیت پوشش گیاهی از خیابان امام خمینی تا خیابان جامی

#### ۴- یافته های تحقیق

جمع بندی مطالعات حاصل از مبانی نظری، برای هر یک از موارد مورد بررسی زیرمعیارهایی مشخص گردیده که در نهایت به راهکارهای اجرایی ختم می‌شود.

با توجه به مصاحبه‌های انجام شده در این پژوهش، در ادامه با استفاده از روش تحلیل محتوا، تحلیل‌ها و نتایج ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از مصاحبه انجام شده و همچنین

جدول (۴): معیارها و زیرمعیارهای بدست آمده با توجه به نتایج مصاحبه و مبانی نظری

زیرمعیارها		معیارها
<ul style="list-style-type: none"> <li>عنصر اکولوژیکی</li> <li>برنامه ریزی</li> <li>دسترسی</li> <li>تنوع زیستی</li> <li>تمرکز بر توسعه پایدار</li> <li>عملکرد چند منظوره</li> <li>پیوستگی با سایر بخش‌ها</li> <li>بدون محدودیت</li> <li>ایجاد شبکه سبز-آبی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ویژگی‌های زیرساخت سبز شهری</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>ایجاد فضای سبز عمودی یا عمومی یا چندمنظوره</li> <li>مساحت و میزان توده سبز</li> <li>راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت</li> <li>کیفیت و میزان آب و خاک</li> <li>پیوستگی بین ساختار طبیعی و انسان ساخت</li> <li>ایجاد یک فضای بی‌نیاز از زمین</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>برنامه‌ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت</li> <li>تکنولوژی‌های نوین</li> <li>استفاده از گیاهان بومی و پایدار</li> <li>مواد و متریکال سازگار</li> <li>بازشناسی ارزش‌های فرهنگی</li> <li>استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز</li> <li>توسعه سامانه‌های آبی هوشمند</li> <li>جلب مشارکت مردم همراه با آموزش</li> <li>بازنگری در قوانین شهرسازی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>راهکارهای اجرایی</li> </ul>	

و در ادامه هر یک از این عوامل جهت تعیین اولویت‌بندی با استفاده از روش AHP وزن‌دهی خواهند شد.

جدول (۵): ماتریس مقایسه زیرمعیارهای "ویژگی های زیرساخت سبز شهری"

ویژگی های زیرساخت سبز شهری	عنصر اکولوژیکی	برنامه ریزی	دسترسی	تنوع زیستی	تمرکز بر توسعه پایدار	عملکرد چندمنظوره	پیوستگی با سایر بخش ها	بدون محدودیت	ایجاد شبکه سبز-آبی
عنصر اکولوژیکی	1	1	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	3	1
برنامه ریزی	1	1	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	3	1
دسترسی	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{9}$	1	$\frac{1}{3}$
تنوع زیستی	3	3	5	1	3	1	$\frac{1}{5}$	5	3
تمرکز بر توسعه پایدار	1	1	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	3	1
عملکرد چندمنظوره	3	3	5	1	3	1	$\frac{1}{5}$	5	3
پیوستگی با سایر بخش ها	7	7	9	5	7	5	1	9	7
بدون محدودیت	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{9}$	1	$\frac{1}{3}$
ایجاد شبکه سبز-آبی	1	1	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	3	1
جمع ستون	۱۷/۶۶	۱۷/۶۶	۳۳/۰۰	۸/۷۲	۱۷/۶۶	۸/۷۲	۲/۱۹	۳۳/۰۰	۱۷/۶۶

جدول (۶): ماتریس طبیعی<sup>۱</sup> "ویژگی های زیرساخت سبز شهری"

ویژگی های زیرساخت سبز شهری	عنصر اکولوژیکی	برنامه ریزی	دسترسی	تنوع زیستی	تمرکز بر توسعه پایدار	عملکرد چندمنظوره	پیوستگی با سایر بخش ها	بدون محدودیت	ایجاد شبکه سبز-آبی
عنصر اکولوژیکی	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۹۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۳۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۰	۰/۰۵۶
برنامه ریزی	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۹۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۳۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۰	۰/۰۵۶

<sup>۱</sup> هر یک از عددهای ستون ماتریس مقایسه زیرمعیارها را بر جمع اعداد ستون تقسیم می‌کنیم تا ماتریس طبیعی بدست آید.

ویژگی های زیرساخت سبز شهری	عناصر اکولوژیکی	برنامه ریزی	دسترسی	تنوع زیستی	تمرکز بر توسعه پایدار	عملکرد چندمنظوره	پیوستگی با سایر بخش ها	بدون محدودیت	ایجاد شبکه سبز-آبی
دسترسی	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳۰	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳	۰/۰۵۰	۰/۰۳۰	۰/۰۱۸
تنوع زیستی	۰/۱۶۹	۰/۱۶۹	۰/۱۵۱	۰/۱۱۴	۰/۱۶۹	۰/۱۱۴	۰/۰۹۱	۰/۱۵۱	۰/۱۶۹
تمرکز بر توسعه پایدار	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۹۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۳۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۰	۰/۰۵۶
عملکرد چندمنظوره	۰/۱۶۹	۰/۱۶۹	۰/۱۵۱	۰/۱۱۴	۰/۱۶۹	۰/۱۱۴	۰/۰۹۱	۰/۱۵۱	۰/۱۶۹
پیوستگی با سایر بخش ها	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۲۷۲	۰/۵۷۳	۰/۳۹۶	۰/۵۷۳	۰/۴۵۶	۰/۲۷۲	۰/۳۹۶
بدون محدودیت	۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۳۰	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳	۰/۰۵۰	۰/۰۳۰	۰/۰۱۸
ایجاد شبکه سبز-آبی	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۹۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۳۸	۰/۰۶۵	۰/۰۹۰	۰/۰۵۶

جدول (۷): ترجیحات نسبی ویژگی های زیرساخت سبز شهری

ویژگی های زیرساخت سبز شهری	درصد اولویت ها یا ترجیحات نسبی <sup>۱</sup>
عناصر اکولوژیکی	۰/۰۶۰
برنامه ریزی	۰/۰۶۰
دسترسی	۰/۰۲۵
تنوع زیستی	۰/۱۴۴
تمرکز بر توسعه پایدار	۰/۰۶۰
عملکرد چندمنظوره	۰/۱۴۴
پیوستگی با سایر بخش ها	۰/۴۱۴
بدون محدودیت	۰/۰۲۵
ایجاد شبکه سبز-آبی	۰/۰۶۰

<sup>۱</sup> با جمع کردن اعداد هر ردیف از ماتریس طبیعی و تقسیم جمع ردیفها بر تعداد اعضای هر ردیف مقدار درصد اولویتها یا ترجیحات نسبی بدست می آید.

بر اساس نتایج فوق، از برجسته‌ترین ویژگی‌های زیرساخت سبز شهری می‌توان نخست به "پیوستگی با سایر بخش‌ها" و سپس

جدول (۸): ماتریس مقایسه زیرمعیارهای "معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم"

ایجاد یک فضای بی‌نیاز از زمین	جولوگیری از هدر رفت آب	پیوستگی بین ساختار طبیعی و انسان ساخت	کیفیت و میزان آب و خاک	راه حل های مبتنی بر طبیعت	مساحت و میزان توده سبز	ایجاد فضای سبز عمودی یا عمومی با چندمنظوره	معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم
3	1	1	5	5	3	1	ایجاد فضای سبز عمودی یا عمومی یا چندمنظوره
1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	3	3	1	$\frac{1}{3}$	مساحت و میزان توده سبز
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	1	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	راه حل های مبتنی بر طبیعت
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	1	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	کیفیت و میزان آب و خاک
3	1	1	5	5	3	1	پیوستگی بین ساختار طبیعی و انسان ساخت
3	1	1	5	5	3	1	جولوگیری از هدر رفت آب
1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	3	3	1	$\frac{1}{3}$	ایجاد یک فضای بی‌نیاز از زمین
۱۱/۶۶	۴/۰۶	۴/۰۶	۲۳/۰۰	۲۳/۰۰	۱۱/۶۶	۴/۰۶	جمع ستون

جدول (۹): ماتریس طبیعی زیرمعیارهای "معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم"

معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم	ایجاد فضای سبز عمودی یا عمومی یا چندمنظوره	مساحت و میزان توده سبز	راه حل های مبتنی بر طبیعت	کیفیت و میزان آب و خاک	پیوستگی بین ساختار طبیعی و انسان ساخت	جلوگیری از هدر رفت آب	ایجاد یک فضای بی نیاز از زمین
ایجاد فضای سبز عمودی یا عمومی یا چندمنظوره	۰/۲۴۶	۰/۲۵۷	۰/۲۱۷	۰/۲۱۷	۰/۲۴۶	۰/۲۴۶	۰/۲۵۷
مساحت و میزان توده سبز	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶
راه حل های مبتنی بر طبیعت	۰/۰۴۹	۰/۰۲۸	۰/۰۴۳	۰/۰۴۳	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۲۸
کیفیت و میزان آب و خاک	۰/۰۴۹	۰/۰۲۸	۰/۰۴۳	۰/۰۴۳	۰/۰۴۹	۰/۰۴۹	۰/۰۲۸
پیوستگی بین ساختار طبیعی و انسان ساخت	۰/۲۴۶	۰/۲۵۷	۰/۲۱۷	۰/۲۱۷	۰/۲۴۶	۰/۲۴۶	۰/۲۵۷
جلوگیری از هدر رفت آب	۰/۲۴۶	۰/۲۵۷	۰/۲۱۷	۰/۲۱۷	۰/۲۴۶	۰/۲۴۶	۰/۲۵۷
ایجاد یک فضای بی نیاز از زمین	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۶

جدول (۱۰): ترجیحات نسبی معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم

معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم	درصد اولویت ها یا ترجیحات نسبی
ایجاد فضای سبز عمودی یا عمومی یا چندمنظوره	۰/۲۴۱
مساحت و میزان توده سبز	۰/۰۹۶
راه حل های مبتنی بر طبیعت	۰/۰۴۱
کیفیت و میزان آب و خاک	۰/۰۴۱
پیوستگی بین ساختار طبیعی و انسان ساخت	۰/۲۴۱
جلوگیری از هدر رفت آب	۰/۲۴۱
ایجاد یک فضای بی نیاز از زمین	۰/۰۹۶

در رابطه با معیارهای زیرساخت سبز در منظر شهری متراکم ابتدا "ایجاد فضای سبز چند منظوره"، "جلوگیری از هدر رفت آب" و "پیوستگی ساختار طبیعی و انسان ساخت" هر سه در یک سطح

حائز اهمیت بوده و سپس "مساحت و میزان توده سبز" و "ایجاد یک فضای بی نیاز از زمین" از دیگر عوامل مهم بشمار می آیند.

جدول (۱۱): ماتریس مقایسه زیرمعیارهای "راهکارهای اجرایی"

بازنگری در قوانین شهرسازی	جلب مشارکت مردم همراه آموزش	توسعه سامانه های آبی هوشمند	استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز	بازشناسی ارزش های فرهنگی	مواد و متریال سازگار	استفاده از گیاهان بومی و پایدار	تکنولوژی نوین	برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت	راهکارهای اجرایی
3	3	$\frac{1}{3}$	1	3	5	1	3	1	برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت
1	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	تکنولوژی نوین
3	3	$\frac{1}{3}$	1	3	5	1	3	1	استفاده از گیاهان بومی و پایدار
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	مواد و متریال سازگار
1	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	3	$\frac{1}{3}$	1	$\frac{1}{3}$	بازشناسی ارزش های فرهنگی

بازنگری در قوانین شهرسازی	جلب مشارکت مردم همراه آموزش	توسعه سامانه های آبی هوشمند	استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز	بازشناسی ارزش های فرهنگی	مواد و متریاال سازگار	استفاده از گیاهان بومی و پایدار	تکنولوژی نوین	برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت	راهکارهای اجرایی
3	3	1	1	3	5	1	3	1	استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز
5	5	1	3	5	7	3	5	3	توسعه سامانه های آبی هوشمند
1	1	5	3	1	3	1	1	3	جلب مشارکت مردم همراه آموزش
1	1	5	3	1	3	1	1	3	بازنگری در قوانین شهرسازی
۱۸/۳۳	۱۸/۳۳	۲/۹۳	۷/۵۲	۱۸/۳۳	۳۵/۰۰	۷/۵۲	۱۸/۳۳	۷/۵۲	جمع ستون

جدول (۱۲): ماتریس طبیعی "راهکارهای اجرایی"

بازنگری در قوانین شهرسازی	جلب مشارکت مردم همراه آموزش	توسعه سامانه های آبی هوشمند	استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز	بازشناسی ارزش های فرهنگی	مواد و متریاال سازگار	استفاده از گیاهان بومی و پایدار	تکنولوژی نوین	برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت	راهکارهای اجرایی
۰/۱۶۴	۰/۱۶۴	۰/۱۱۴	۰/۱۳۳	۰/۱۶۴	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۱۶۴	۰/۱۳۳	برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت
۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۸۶	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	تکنولوژی نوین



بازنگری در قوانین شهرسازی	جلب مشارکت مردم همراه آموزش	توسعه سامانه های آبی هوشمند	استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز	بازشناسی ارزش های فرهنگی	مواد و متریکال سازگار	استفاده از گیاهان بومی و پایدار	تکنولوژی نوین	برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت	راهکارهای اجرایی
۰/۱۶۴	۰/۱۶۴	۰/۱۱۴	۰/۱۳۳	۰/۱۶۴	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۱۶۴	۰/۱۳۳	استفاده از گیاهان بومی و پایدار
۰/۰۱۸	۰/۰۱۸	۰/۰۴۹	۰/۰۲۷	۰/۰۱۸	۰/۰۲۸	۰/۰۲۷	۰/۰۱۸	۰/۰۲۷	مواد و متریکال سازگار
۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۸۶	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	بازشناسی ارزش های فرهنگی
۰/۱۶۴	۰/۱۶۴	۰/۱۱۴	۰/۱۳۳	۰/۱۶۴	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۱۶۴	۰/۱۳۳	استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز
۰/۲۷۳	۰/۲۷۳	۰/۳۴۱	۰/۳۹۹	۰/۲۷۳	۰/۲۰۰	۰/۳۹۹	۰/۲۷۳	۰/۳۹۹	توسعه سامانه های آبی هوشمند
۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۸۶	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	جلب مشارکت مردم همراه آموزش
۰/۰۵۴	۰/۰۵۴	۰/۰۶۸	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۸۶	۰/۰۴۴	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	بازنگری در قوانین شهرسازی

جدول (۱۳): ترجیحات نسبی راهکارهای اجرایی

راهکارهای اجرایی	درصد اولویت ها یا ترجیحات نسبی
برنامه ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت	۰/۱۴۶
تکنولوژی نوین	۰/۰۵۶
استفاده از گیاهان بومی و پایدار	۰/۱۴۶
مواد و متریکال سازگار	۰/۰۲۶
بازشناسی ارزش های فرهنگی	۰/۰۵۶
استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز	۰/۱۴۶
توسعه سامانه های آبی هوشمند	۰/۳۱۴
جلب مشارکت مردم همراه آموزش	۰/۰۵۶
بازنگری در قوانین شهرسازی	۰/۰۵۶

که با توجه به انواع مختلف آن و شرایط اقلیمی موجود در خیابان شیخ هادی می توان از انرژی خورشیدی استفاده نمود. این راهکار در دو مقیاس ساختمان‌ها (فقط قابل استفاده در برق مشاعات ساختمان) و معابر (استفاده در چراغ‌های راهنمایی و رانندگی و چراغ‌های روشنایی) قابل استفاده خواهد بود.

• **استفاده از زیرساخت فیبر نوری:** شبکه‌های فیبر نوری در مقایسه با شبکه‌های سنتی دارای سرعت انتقال اطلاعات سریع تری هستند. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و نیاز به اینترنت در هر واحد مسکونی، می‌توان از فیبر نوری بعنوان راهکاری جهت تسهیل و تسریع دسترسی به اینترنت استفاده نمود و مزایای آن مصرف پایین برق، اشتغالزایی، نبودن، قیمت ارزان‌تر، پایداری و پهنای باند بالاتر است.

• **جداسازی منهول های فاضلاب و باران:** با توجه به رویکرد زیرساخت سبز شهری، می‌توان آب باران که تمیز بوده را از آب فاضلاب جدا نمود و مصرف نمود.

• **تعبیه مسیر دوچرخه:** به منظور افزایش پایداری و کاهش میزان آلودگی‌های هوا و صوتی در بازطراحی شیخ هادی مسیر دوچرخه‌سواری پیشنهاد می‌شود که با توجه به قابل تعریض نبودن عرض معابر در خیابان شیخ هادی، قسمتی از محل پارک اتومبیل‌ها در خیابان با استفاده از جداکننده‌های فیزیکی مشخص شده و بعنوان مسیر دوچرخه‌سواری استفاده می‌شود.

در ادامه نیز تمامی این پیشنهادات در قالب پلان پیشنهادی در تصویر (۴) ارائه گردیده است.

در انتها لازم به ذکر است که اجرایی شدن راهکارهای پیشنهادی اشاره شده در این تحقیق موجب افزایش حس سرزندگی در بین ساکنین محله گردیده و در طولانی مدت ابعاد اجتماعی آن نظیر ارتقای کیفیت زندگی شهروندان نمایان می‌شود. نتایج این تحقیق برای مناطق مشابه با تراکم این منطقه قابل استفاده می‌باشد. در آینده می‌توان انتظار داشت که محله شیخ هادی گامی به سوی تحقق توسعه پایدار برداشته و در راستای دستیابی به شهر سبز و هوشمند گام بردارد.

راهکارهای اجرایی مهم نیز ابتدا "توسعه سامانه‌های آبی هوشمند" حائز اهمیت بوده و سپس سه زیرمعیار "برنامه‌ریزی تلفیقی کاربری و زیرساخت"، "استفاده هوشمندانه از فضاهای عمومی برای افزایش فضای سبز شهری" و "استفاده از گیاهان بومی و پایدار" در جایگاه بعدی قرار می‌گیرند.

## ۵- نتایج و بحث

در ادامه راهکارها و معیارهای اجرایی زیرساخت سبز در شهرهای متراکم با توجه به آنچه که مفصلاً توضیح داده شد تبیین شده و در خیابان شیخ هادی پیشنهاداتی بصورت عملی ارائه شده و مورد بررسی خواهند گرفت.

## ۵-۱- راهکارها و معیارهای اجرایی برای باز طراحی

### منظر محله شیخ هادی

در این بخش با توجه به موارد ذکر شده راهکارها و معیارهای اجرایی تبیین می‌گردد که حاصل برآیند عوامل فوق و با توجه به پتانسیل‌ها و محدودیت‌های غالب در خیابان شیخ هادی می‌باشد. در ادامه به برخی از این موارد اشاره خواهد شد:

### • استفاده از گیاهان بومی مقاوم به کم آبی و آلودگی هوا

• **مدیریت و بازچرخانی آب:** استفاده از جوی باغچه که با تغییر مسیر آب باران، آب مورد نیاز برای نوار باریکی از یک منطقه پوشش گیاهی را تامین می‌کند. یکی دیگر از راهکارهای اجرایی استفاده از منابع ذخیره آب باران در پشت بام‌ها برای آبیاری گیاهان است. یکی دیگر از روش‌های مورد استفاده جهت مدیریت آب در محله شیخ هادی استفاده از روسازی‌های متخلخل است. این روسازی‌ها در پیاده‌روها به صورت کفپوش‌هایی با نفوذپذیری آب و در سطح خیابان‌ها نیز بشکل آسفالت متخلخل می‌باشد. همچنین روسازی‌های متخلخل به کاهش درجه حرارت محیط کمک کرده و باعث کاهش جزیره حرارتی می‌شوند.

### • مدیریت و تفکیک زباله در محل

• **استفاده از انرژی تجدیدپذیر:** از موضوعات مهم در حفاظت محیط زیست، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است



شکل (۴): پلان راهبردی پیشنهادی تغییرات زیست محیطی و کالبدی در محله شیخ هادی

## ۶- مراجع

- [12] P. S. K. Perini, Urban sustainability and river restoration : green and blue infrastructure. Tehran, Iran: University of Tehran. Press, 1399.
- [13] A. P. Newman, D. Aitken, and B. Antizar-Ladislao, "Stormwater quality performance of a macro-pervious pavement car park installation equipped with channel drain based oil and silt retention devices," *water research*, vol. 47, no. 20, pp. 7327-7336, 2013.
- [14] S. A. Asadi, m. zaeimdar, and S. A. Jozi, "Designing a Model of Domestic Sewage and Urban Industries in the Drinking Water Supply Chain of Rasht Metropolis," *Passive Defense*, vol. 14, no. 3, pp. 53-64, 2023. [Online]. Available: [https://pd.ihu.ac.ir/article\\_208296\\_263fd5a5a6f8146c27099c57f8543304.pdf](https://pd.ihu.ac.ir/article_208296_263fd5a5a6f8146c27099c57f8543304.pdf). (In Persian)
- [15] A. Torres, J. Hu, and A. Ramos, "The effect of the cementitious paste thickness on the performance of pervious concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 95, pp. 850-859, 2015.
- [16] EPA. "Urban runoff low impact development." <https://www.epa.gov/nps/urban-runoff-low-impact-development> (accessed).
- [17] C. J. Martin-Mikle, K. M. de Beurs, J. P. Julian, and P. M. Mayer, "Identifying priority sites for low impact development (LID) in a mixed-use watershed," *Landscape and urban planning*, vol. 140, pp. 29-41, 2015.
- [18] F. Hildbrand, *Designing the city: towards a more sustainable urban form*. Glasgow, Scotland, 1999, p. 162.
- [19] A. Darabi, *Urban housing, urban regeneration and physical development of the city and its role in promoting social capital*. Ilam, Iran: Johar-e Hayat Publication, 1401, p. 252. (In Persian)
- [20] OECD, *Compact City Policies*. 2012.
- [21] C. Haaland and C. K. van Den Bosch, "Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review," *Urban forestry & urban greening*, vol. 14, no. 4, pp. 760-771, 2015.
- [22] I. Latasa, A. Laurenz, and J. Sádaba, "Urban Green Infrastructure as a Strategy to Address Urban Energy Efficiency and Sustainability. A Case Study of Milagrosa (Pamplona)," *Sustainability*, vol. 14, no. 1, p. 28, 2021.
- [23] R. S. Ulrich, R. F. Simons, B. D. Losito, E. Fiorito, M. A. Miles, and M. Zelson, "Stress recovery during exposure to natural and urban environments," *Journal of environmental psychology*, vol. 11, no. 3, pp. 201-230, 1991.
- [24] A. Eslami, N. N. Sahraei, and F. H. Moosavi, "Assessment and Sustainable Urban Landscape Design in 2th Region of Tehran Municipality, with Eco-City Approach," 2022. (In Persian)
- [1] D. Leong, K. Teo, S. Rangarajan, P. Lopez-Jaramillo, A. Avezum Jr, and A. Orlandini, "World Population Prospects 2019. Department of Economic and Social Affairs Population Dynamics. New York (NY): United Nations; 2019 (<https://population.un.org/wpp/Download/>, accessed 20 September 2020). The decade of healthy ageing. Geneva: World Health Organization," *World*, vol. 73, no. 7, p. 362, 2018.
- [2] M. Jomehpoor, Gh. Najafi, and S. Shafia, " Evaluation of relationship between density and social sustainability in Tehran Municipality regions," *Geography and Environmental Planning Journal*, vol. 23, no. 4, pp. 185-200, 2013. [Online]. Available: [https://gep.ui.ac.ir/article\\_18574\\_b7ba67a66aadb3729743620b362e4a67.pdf](https://gep.ui.ac.ir/article_18574_b7ba67a66aadb3729743620b362e4a67.pdf). (In Persian)
- [3] T. Weber, A. Sloan, and J. Wolf", Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation," *Landscape and urban planning*, vol. 77, no. 1-2, pp. 94-110, 2006
- [4] S. M. Parizi, "Examining the concept of green infrastructure and an example of green infrastructure plans," presented at the First National Conference on Urban Planning, Urban Management and Sustainable Development, Tehran, Iran, 1393. [Online]. Available: <https://civilica.com/doc/360787..> (In Persian)
- [5] M. Ian, *Green infrastructure planning : reintegrating landscape in urban planning*. Tehran, Iran: Tehran Municipality. Tehran Urban Planning and Research Center, 2019, p. 164
- [6] S. Sarihi, "Green Infrastructure: An Approach to Alleviate Urban Heat Island in Iran," 2015. (In Persian)
- [7] "Advancing The Delivery Of Green Infrastructure Targeting Issues in England's Northwest," London, England, 2005.
- [8] M. A. Benedict and E. T. McMahon, "Green infrastructure: smart conservation for the 21st century," *Renewable resources journal*, vol. 20, no. 3, pp. 12-17, 2002.
- [9] R. Hansen, E. Rall, E. Chapman, W. Rolf, and S. Pauleit, *Urban Green Infrastructure Planning: A Guide for Practitioners*. 2017.
- [10] Q. Xiao and E. G. McPherson, "Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest," *Urban ecosystems*, vol. 6, pp. 291-302, 2002.
- [11] S. A. C. J. H. Brown, K. Carnahan, S. Nielsen, *High Performance Infrastructure Guidelines: Best Practices for the Public Right-of-Way*. New York: New York City Department of Design and Construction and the Design Trust for Public Space, 2005.