

مقاله پژوهشی

استراتژی‌های کاهش خشکسالی و تنش آبی در تهران
با تأکید بر راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان

(تصمیم‌گیری مبتنی بر نقشه‌های شناختی فازی)*

پریچهر صابونچی**

دکتری معماری منظر، گروه آموزشی معماری منظر، دانشکده معماری، دانشکده‌های زیبا، دانشگاه تهران، ایران.

مرتضی خرسندنیکو

مدرس ارشد، دانشکده معماری، دانشگاه اینسبروک، اتریش.

محمد رضا مننوی

استاد گروه معماری، دانشکده محیط زیست، دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، ایران.

حشمت الله متدین

استادیار گروه معماری منظر، دانشکده معماری، دانشکده‌های زیبا، دانشگاه تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۹ تاریخ قرارگیری روی سایت: ۱۴۰۴/۰۱/۰۱

چکیده خطر خشکسالی و تنش آبی برای کلانشهر تهران می‌تواند ضمن افزایش آسیب‌پذیری جامعه و شهر، اثرات منفی بر حوزه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی بگذارد. نگاه بخشی مدیریت نسبت به سیستم یکپارچه انسانی-محیطی شهر، هدررفت منابع آب، تغییر کاربری اراضی نامتناسب با ظرفیت‌های آبی و همچنین مداخلات انسانی و توسعه زیرساخت‌های خاکستری، مهم‌ترین عوامل کاهش تاب‌آوری تهران در برابر خشکسالی هستند. در چنین شرایطی، تصمیم‌گیری و شناسایی اولویت‌ها برای حل تنش آبی چالشی جدی خواهد بود. این پژوهش با هدف ارائه راهکارهای چندمقیاسی کاهش خشکسالی با تکیه بر ظرفیت‌های منظر تهران، به این پرسش پاسخ می‌دهد که استراتژی‌های اصلی کاهش ریسک در سطح کلان و ابزارهای مناسب در سطح خرد کدام‌اند. در اینجا اصلی‌ترین راه‌حل‌ها به شیوه تحلیل محتوای آرای خبرگان در پل‌های مشارکتی و مبنی بر شناسایی علل آسیب‌پذیری تهران از طریق نقشه‌های شناختی و سناریوهای مستخرج از آن به دست آمده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که راهکار مواجهه و کاهش پیامدهای خشکسالی در تهران، تلفیقی از راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان و راه‌حل‌های خاکستری است. تغییر در راهبردهای مدیریت شهری، اصلاح الگوهای جمعیتی و توسعه شهر، احیای اکوسیستم‌های طبیعی و تغییر ذهنیت شهروندان نسبت به مسئله کمبود آب از دیگر راه‌حل‌های پیشنهادی هستند. از میان راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت، رودرها ابزاری مهم در اصلاح الگوی توسعه شهر هستند. به کارگیری این راه‌حل‌ها نیازمند اتخاذ راهکارهای یکپارچه در سطوح «تهادی-کالبدی» در کنار ارتقای برنامه‌های اجتماعی و اقتصادی خواهد بود.

واژگان کلیدی تغییرات اقلیمی، کمبود آب، خشکسالی، راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت، تاب‌آوری شهری، استراتژی‌های انطباقی.

2024; Barendrecht et al., 2024; Zhu et al., 2024; Dabrowska et al., 2023; Elnashar & Elyamany, 2023). کمبود آب و خطر خشکسالی در ایران و کلانشهر تهران بحرانی جدی است در حالی که، مدیریت شهری شیوه‌های انطباقی را اتخاذ نکرده است. به طور مثال، علیرغم تأکید بر راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان به عنوان یک سیاست انطباقی برای مواجهه با خشکسالی (Yimer et al., 2024)، امروزه تخریب‌های گسترده در ساختارهای طبیعی و افزایش زیرساخت‌های خاکستری در تهران مشاهده می‌شود. از این رو، پیش‌بینی یک برنامه آینده‌نگر

مقدمه براساس گزارش مجمع جهانی اقتصاد، ناکامی در کاهش اثرات تغییرات اقلیمی و سازگاری با بلایا از مهم‌ترین ریسک‌های جهانی هستند (Provan, 2023). از این رو، حکمرانی‌ها برای مدیریت مخاطرات و عدم قطعیت‌ها باید از سازگاری به سمت انطباق‌پذیری حرکت کنند (Schipper, 2020). امروزه پیامدهای ناشی از مخاطرات اقلیمی و بحران جهانی آب، سبب توسعه استراتژی‌های انطباقی شده است (Savari et al.,

** نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۱۹۰۳۰۷۷، saboonchi.parich@ut.ac.ir

به‌طور هم‌زمان رفاه جوامع را فراهم می‌آورند، مانند اجتناب از توسعه و سکونت در مناطق مستعد بلایا یا به‌کارگیری یک اکوسیستم ساختاریافته به‌عنوان یک حائل طبیعی برای محافظت از مردم و دارایی‌های فیزیکی (Dissanayaka et al., 2022). راه‌حل‌های مبتنی بر طبیعت بر پایهٔ پویایی، مکان‌محوری، چندعملکردی و چندمقیاسی بودن بر محیط و جامعه اثر می‌گذارند (Masnavietal, 2014; Saboonchi & Abarghouyifard, 2019) و با تعریف سیاست‌های فراگیر، تاب‌آور، انعطاف‌پذیر و آینده‌نگر به پیاده‌سازی راه‌حل‌ها کمک می‌کنند. باین‌حال، اجرای آن‌ها با چالش‌هایی همچون محدودیت‌های زمانی، فرایندمحوری و مقبولیت ذی‌نفعان همراه است (Saboonchi et al., 2023). در صورت اندازه‌گیری اثرات راه‌حل‌ها بر مخاطرات طبیعی و تجزیه و تحلیل هزینه و سود و همچنین، با در نظر گرفتن تغییرات زمانی و عدم قطعیت‌ها می‌توان ارزیابی واقع‌بینانه از مزایای راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان داشت (Kumar et al., 2021; Dorren & Moos, 2022). با توجه به محدودیت‌های زمانی برای مشاهدهٔ اثربخشی این راه‌حل‌ها، ترکیبی از استراتژی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت پیشنهاد می‌شود. همچنین برای ترغیب ذی‌نفعان به پذیرش این راه‌حل‌ها، بر مشارکت و ارتقای آگاهی از مزایای آن تأکید شده است (Anderson & Renaud, 2021; Giordano et al., 2020).

روش پژوهش

• محدودیت مطالعه شده

قلمروی مطالعه شده، شهر تهران و ساختارهای طبیعی آن است که سه بخش اصلی دارد:

- زیرساخت سبز: شامل لکه‌های سبز (مقیاس کلان و خرد)، کریدورهای سبز (روددرها و خیابان‌های مشجر)،
- زیرساخت آبی: شامل آب‌های سطحی (رودخانه و مسیل‌های فصلی و دائمی، نهرها و جوی‌ها، کانال‌های انتقال آب و شبکه دفع آب‌های سطحی) و شبکه آب‌های زیرزمینی،
- خاک و اراضی طبیعی: شامل توپوگرافی‌ها (دامنه‌های شمالی البرز، تپه‌ها و دره‌ها، دشت‌های جنوبی)، عوارض حاصل از حوادث طبیعی و انسانی (گسل‌ها و چین‌خوردگی‌ها، فرونشست زمین) (تصویر ۱).

• روش پژوهش و جمع‌آوری داده‌ها

تعیین ساختار مسئله و ایجاد یک تصمیم‌سازی جمعی اساسی‌ترین گام برای برنامه‌ریزی ریسک است. در اینجا دو مانع وجود دارد: ابهام در تعریف مسئله که توسعهٔ اقدامات جمعی را مختل کرده و مانعی برای پیاده‌سازی راه‌حل‌هاست (Ferretti et al., 2019) و ناهمگونی نظرات گروه‌های ذی‌نفع در نگرش‌های ریسک که تمایل به اجرای اقدامات جمعی را کاهش می‌دهد (Mazzoleni et al., 2024). از این رو این پژوهش مدل گروهی نقشه‌های شناختی فازی و تشکیل پنل‌های مشارکتی را برای رفع ابهام در ادراک سیستم اجتماعی-محیطی تهران انتخاب کرده است. پژوهش در دو بخش انجام شده است:

• تعیین ساختار مسئله و ارزیابی ریسک

شناسایی کلیدی‌ترین آسیب‌ها در دو سطح فردی و جمعی از طریق

و انطباقی برای این کلانشهر ضرورتی دوچندان یافته است. این پژوهش به شناسایی و ارزیابی راهکارهای چندمقیاسی برای کاهش خشکسالی و تنش آبی با در نظر گرفتن ظرفیت‌های طبیعی تهران می‌پردازد. بر مبنای ارزیابی کل‌نگر از ابعاد آسیب‌پذیری شبکه خطر خشکسالی و نقشه‌های شناختی فازی بحث خواهد شد که مهم‌ترین راه‌حل‌ها برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب تهران کدام‌اند، چه ابزارهایی می‌توانند به افزایش تاب‌آوری و کاهش آسیب‌پذیری‌های ناشی از خشکسالی کمک کنند و زیرساخت‌های طبیعی چه سطحی از اثرگذاری را خواهند داشت. در اینجا دو چالش برای پیشنهاد راه‌حل‌ها مطرح است: ۱. واگرایی در تعریف مسئله از نگاه ذی‌نفعان مختلف، ۲. عدم وجود توافق نظر بر سر راه‌حل‌ها. این تکرر آراء، نه تنها ابعاد مرتبط با ویژگی‌های منطقه‌ای و خطر، بلکه ابعاد فنی و اجرایی و مدیریتی کاهش ریسک را دشوار می‌کند (Nabinejad & Schüttrumpf, 2023). به همین دلیل، این پژوهش در انتخاب روش، ایجاد یک فضای گفت‌وگو مشارکتی را مد نظر قرار داده است. با توجه به بحران آب در بخش وسیعی از مناطق ایران، روش پژوهش در این مطالعه می‌تواند الگویی برای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار منابع آب در سایر شهرها باشد.

مبانی نظری

• کاهش ریسک مخاطرات اقلیمی

کاهش ریسک بلایا شامل برنامه‌ریزی پیشگیرانه و آمادگی، مقابلهٔ فیزیکی یا اقدامات تطبیقی و ظرفیت‌سازی جامعه است. برای کاهش ریسک بلایا می‌توان از رویکردهای نرم یا شیوه‌های تکنیکی بهره گرفت. رویکردهای نرم سیاست‌هایی همچون مشارکت، آموزش، افزایش آگاهی، همکاری‌های اجتماعی، اقتصادی و نهادی هستند و شیوه‌های تکنیکی شامل به‌کارگیری زیرساخت‌های مصنوع، تأسیسات فیزیکی و اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی می‌شوند. پیش‌تر در مدیریت سنتی شهرها، شیوه‌های تکنیکی و زیرساخت‌های خاکستری مهم‌ترین خط دفاعی در برابر بلایای طبیعی بودند اما با توجه به محدودیت‌های این زیرساخت‌ها، امروزه به روش‌های مبتنی بر طبیعت توجه شده است. ایجاد شبکه‌های طبیعی به هم پیوسته سبز-آبی باهدف حفظ عملکرد اکوسیستم‌ها و بهبود انطباق‌پذیری (Saboonchi et al., 2018)، خدمات اکوسیستم و حفاظت طبیعی برای کاهش مواجههٔ فیزیکی در برابر مخاطرات، سبب کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی و افزایش تاب‌آوری معیشتی خواهند شد (Kato & Huang, 2021). از لحاظ اقتصادی نیز ساختارهای طبیعی جایگزین پایدارتر و مقرون به صرفه‌تری نسبت به اقدامات سازهای هستند (Tiggeloven et al., 2022).

• پیاده‌سازی راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان در کاهش ریسک

با گسترش مشکلات اکولوژیکی شهرها، نیاز به ارائهٔ راه‌حل‌های نوآورانه در مقیاس بزرگ و برنامه‌ریزی‌های منسجم افزایش یافته است. امروزه کاهش ریسک از طریق ابزارهای طبیعی، امری فراتر از حفظ تنوع زیستی است. راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان به‌عنوان رویکردی در پاسخ به چالش‌های زیست‌محیطی، ضمن مدیریت و بازیابی اکوسیستم‌ها،

خشکسالی تهران تعیین می‌شود. در پنل مشارکتی دوم، خبرگان مؤثرترین راه‌حل‌ها و ابزارها مبنی بر وضعیت زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های طبیعی تهران معرفی می‌کنند (تصویر ۲).

یافته‌های پژوهش

پس از تحلیل دو مرحله مصاحبه فردی و گروهی، استخراج ۲۱ شاخص و وزن‌بندی روابط علی آن‌ها، شاخص‌ها رتبه‌بندی شدند. سه شاخص «کاهش و هدررفت منابع آب»، «تغییر کاربری اراضی و تخریب زیرساخت طبیعی» و «توسعه شهری نامتناسب با ظرفیت‌های آبی» بالاترین وزن عددی را داشته که براین اساس، سه سناریو برای حل مسئله تعیین شده است (شاخص < شاخص آسیب‌پذیری > پیامد) (Saboonchi, 2024).

سناریو اول: اصلاح ساختارهای اقتصادی < احیای منابع آبی و جلوگیری از هدر رفت > احیای اکوسیستم‌ها/تغییر ذهنیت شهروندان
سناریو دوم: تغییر در سیاست‌های مدیریت شهری < تغییر کاربری اراضی و احیای زیرساخت‌های طبیعی شهر > احیای اکوسیستم‌ها/تغییر ذهنیت شهروندان
سناریو سوم: تغییر در سیاست‌های مدیریت شهری/اصلاح الگوهای توسعه جمعیتی < اصلاح الگوی توسعه شهر > احیای اکوسیستم‌ها/تغییر ذهنیت شهروندان
پنل مشارکتی با محوریت سه سناریو به‌عنوان نقطه شروع مرحله تفکر همگرا شکل گرفت. این پنل دو هدف اصلی را دنبال می‌کند: ۱. دستیابی به توافق نظر برای راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری و پیامدهای خشکسالی و ۲. پیشنهاد مناسب‌ترین راه‌حل‌ها (سبز یا خاکستری) (جدول ۱).



تصویر ۱. زیرساخت‌های طبیعی تهران: زیرساخت سبز، زیرساخت آبی و اراضی طبیعی. مأخذ: نگارنده بر گرفته از مهندسین مشاور بوم‌سازگان، ۱۳۸۵.

تحلیل مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته و تشکیل پنل‌های مشارکتی خبرگان با حضور ۱۱ متخصص صورت گرفته است. در مرحله بعد روابط و وزن‌بندی مؤلفه‌ها در یک ماتریس تجمیعی وافازی تعیین و سپس سناریوها (بر اساس متغیرها با بالاترین درجه مرکزیت) ترسیم و مسیرهای استراتژیک مشخص شدند.

• پیشنهاد راه‌حل‌های بهینه برای کاهش ریسک

خبرگان ابتدا به‌صورت فردی به ارائه راه‌حل‌ها براساس سناریوهای پیش‌فرض می‌پردازند. در پنل مشارکتی اول با به‌بحث‌گذشتن راه‌حل‌ها، پرتکرارترین گزینه‌ها به شیوه تحلیل محتوا انتخاب و طبقه‌بندی می‌شوند. راه‌حل‌ها با سناریوهای موجود تطبیق داده شده و با در نظر گرفتن اشتراکات، مقیاس زمانی و حوزه و نوع مورد مداخله اولویت‌بندی می‌شوند. پس از جمع‌بندی راه‌حل‌ها در یک فرایند رفت و برگشتی، یک سناریوی واحد به‌عنوان جامع‌ترین سناریو برای



تصویر ۲. فرایند گام‌به‌گام پژوهش در دو مرحله فردی و گروهی. مأخذ: نگارندگان.

ابعاد مسئله پشتیبانی نخواهند کرد باین حال، تأکید دارند که ارتقای زیرساخت‌های خاکستری (به‌ویژه احیای زیرساخت‌های فرسوده آب و فاضلاب) در تهران امری اجتناب‌ناپذیر است. پس تلفیق راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان- خاکستری به‌جای راه‌حل‌های تک‌بعدی، مناسب‌ترین شیوه برای مدیریت ریسک آب خواهد بود.

پس از انطباق مجدد راه‌حل‌های جدول ۲ با سناریوهای مذکور در پنل گروهی، سه موضوع قابل بررسی است:

- محرک‌ها در هر سه سناریو، زیرمجموعه خوشه نهادی بوده و مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی، نقش میانی دارند.

- شاخص «تغییر کاربری اراضی و تخریب زیرساخت‌های طبیعی» ذیل متغیر «الگوی توسعه نامتناسب با ظرفیت‌های آبی» (بخشی از مسئله توسعه کاربری‌ها) قرار می‌گیرد. از طرفی متغیر «کاهش و هدررفت آب» نیز عمدتاً در ارتباط با مسئله کشاورزی بحث شده است بنابراین، کشاورزی یک فعالیت استراتژیک برای کاهش خشکسالی است.

- پیامدهای ناشی از آسیب‌های مؤلفه‌های کالبدی یکسان هستند. متغیرهای کالبدی ابتدا بر وضعیت محیط طبیعی اثر گذاشته و باعث افزایش اثر تغییرات اقلیمی می‌شوند. تضعیف ارتباط میان محیط ساخته‌شده و طبیعی، ادراک ذی‌نفعان را تدریجاً دچار دگرگونی می‌کند و نتیجتاً فعالیت‌های صورت گرفته در سیستم انسانی- محیطی شهر (منظر) مجدداً در یک چرخه، آسیب‌های کالبدی را تشدید می‌کنند. براین‌د این بحث گروهی سناریوی واحد «تبدیل نگرش بخشی به نگرش کل‌نگر در نهادها ۱. تغییر الگوی توسعه شهر ۲. حفظ و احیای زیست‌محیطی ۳. تقویت الگوهای ذهنی و ادراک ذی‌نفعان از شهر» است (تصویر ۳).

در سناریوی واحد، «تغییر الگوی توسعه تهران» محوری کلیدی در جهت کاهش خشکسالی است. خبرگان در پنل دوم درباره ابزارهای اصلی برای این تغییرات بحث کردند:

حفظ اراضی طبیعی شهر: سیاست‌های ساخت شهرها و شهرک‌های اقماری اطراف تهران و توسعه مناطق مسکونی درون شهری و ایجاد کاربری‌های متعدد ضمن تخریب این اراضی، سطح بارگذاری بر ساختارهای طبیعی تهران را به شدت افزایش داده است. اولین راهکار، کنترل ساخت‌وساز و ایجاد قوانین حفظ اراضی و فضاهای باز (به‌ویژه محدوده دامن‌های شمالی، تپه‌های مرکزی، دشت‌های جنوبی، لکه‌های سبز وسیع و اراضی بایر) برای کنترل گسترش و الگوی توسعه شهر است.

در پنل گروهی به راه‌حل‌های نرم و راه‌حل‌های تکنیکی مبتنی بر طبیعت یا خاکستری توجه شد. به لحاظ زمانی، راه‌حل‌ها هم بر اقدامات حفاظتی کوتاه‌مدت و هم بر اقدامات با اثرات بلندمدت و غیرمستقیم تمرکز دارند. مثلاً ساخت دیوار یا مانع در برابر سیل‌های یک اقدام مقطعی بوده، اما حفظ بستر طبیعی رودخانه‌ها، اصلاح خاک و پوشش گیاهی برای افزایش نفوذپذیری خاک اثرات بلندمدت خواهد داشت. همچنین راهکارهای پیشنهادی چندعملکردی هستند. مثلاً یک راه‌حل ضمن جلوگیری از کاهش منابع آب، هم‌زمان باعث کنترل سیلاب و رواناب‌ها و فرونشست می‌شود (جدول ۲).

بحث

تغییر در رویکردهای کلان و همکاری‌های میان‌نهادی اهمیت بسزایی در آغاز برنامه کاهش ریسک دارد. یک مدیریت از بالا به پایین می‌تواند به حل مسئله کمک کند اما در ادامه درگیر شدن سایر ذی‌نفعان برای برنامه‌ریزی‌های مشارکتی ضروری خواهد بود. چنین نتیجه‌ای اهمیت بحث‌های گروهی در تغییر مثبت دیدگاه‌ها را نشان می‌دهد. به‌طور مثال در مصاحبه‌های فردی، نقش مشارکت شهروندان، یا تأمین منابع مالی برای پیاده‌سازی برنامه‌ها پراهمیت تلقی شده است. درحالی‌که پس از بحث‌های گروهی بیان می‌شود که سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی یا بهبود سرمایه‌های اجتماعی (مانند مشارکت شهروندان یا اعتمادسازی) بیشتر نقش حمایتی و مکمل در بلندمدت داشته و اصلاح متغیرهای کالبدی اثربخشی ملموس‌تری خواهد داشت. براساس راه‌حل‌های بیان‌شده، در ذهنیت خبرگان ارزیابی مخاطرات یک موضوع پویا در مقیاس‌های مختلف زمانی با تأکید بر راهبردهای کلان بلندمدت و راه‌حل‌های عملیاتی کوتاه‌مدت است. از طرفی راه‌حل‌های پیشنهادی نه‌فقط به خطر خشکسالی، بلکه به دیگر مخاطرات شبکه خشکسالی (سیل، رانش و فرونشست) نیز پاسخ می‌دهند.

تحلیل جزئی راه‌حل‌ها نشان می‌دهد که فقدان هماهنگی نهادی و عدم نگرش کل‌نگر نسبت به سیستم انسانی- محیطی تهران، اجرای واقعی استراتژی‌های ریسک را با مشکل مواجه می‌کند. از این‌رو، پیشنهادها در جهت ارائه راه‌حل‌های نرم و با هدف افزایش توجه و اولویت‌دهی نهادها نسبت به مسئله آب و افزایش توانمندی آن‌ها برای ایجاد یک مدیریت یکپارچه هستند. همچنین از بعد تکنیکی، بیشتر راه‌حل‌ها طبیعت‌بنیان بوده و تأکید کمتری بر راه‌حل‌های خاکستری شده است. متخصصان معتقدند زیرساخت‌های خاکستری تنها از همه

جدول ۱. محورهای اصلی بحث‌شده در گفت‌وگو مشارکتی مبنی بر تحلیل ماتریس‌های مجاورت فازی، مأخذ: برگرفته از Saboonchi, 2024.

کاهش اثرات و پیامدهای مورد انتظار	کاهش محرک‌های آسیب‌پذیری
- کاهش اثر تغییرات اقلیمی و ایجاد تعادل زیست‌محیطی	- جلوگیری از هدررفت منابع آب سطحی و زیرزمینی
- کاهش اثر محدودیت‌های محیط طبیعی	- توسعه شهری متناسب با ظرفیت‌های آبی
- افزایش ارتباط شهروندان با طبیعت	- کاهش تغییر کاربری اراضی و تخریب زیرساخت‌های طبیعی
	- تعیین هزینه منطقی آب و انرژی
	- افزایش نگرش سیستمی و یکپارچه نهادها
	- کاهش مهاجرت و رشد جمعیت

• مدیریت رود دره‌های تهران

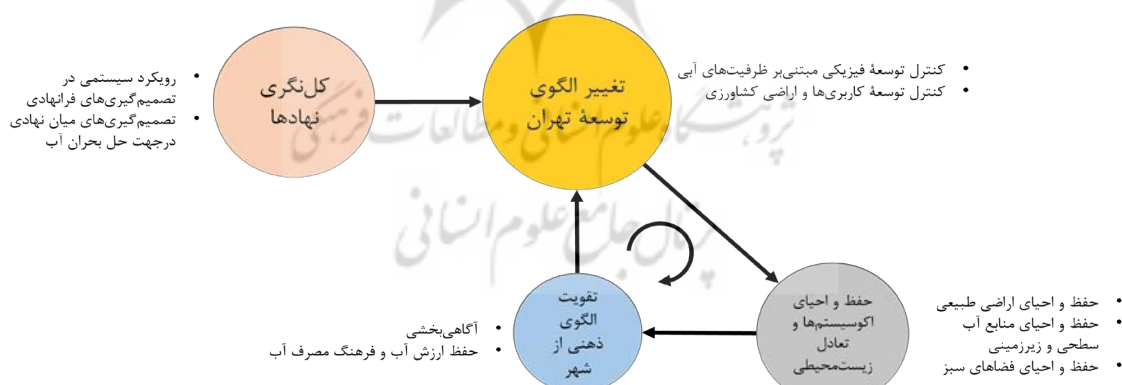
ساختار شبکه‌ای رود دره‌های تهران پتانسیل بالایی برای تغییر الگوی توسعه شهر دارد. احیای بدنه رود دره‌ها و گسترش فضای سبز از حوزه آبخیز تا حوزه آبریز (بدون در نظر گرفتن جغرافیای استانی) می‌تواند حریم مناسبی برای فاصله‌گذاری و کنترل توسعه درون شهری ایجاد کند. اراضی مجاور رود دره‌ها، امکان اعمال تکنیک‌های آبخیزداری به منظور کنترل و پخش جریان‌های سیلابی و نفوذ آب به شبکه‌های زیرزمینی و تغذیه آبخوان‌ها را دارند. در حال حاضر بسیاری از بخش‌های رود دره‌های تهران کانالیزه یا زیرزمین مدفون شده‌اند (رود دره‌های دارآباد، دربند و ولنجک) اما با تمرکز بر بخش‌های باقی‌مانده (به‌ویژه در رود دره

ایجاد شبکه سبز: ادغام و اتصال لکه‌های سبز خرد، اتصال چهار لکه سبز اصلی تهران (لويزان، عباس‌آباد، پردیس‌ان و چیتگر) از طریق راه‌ها و ایجاد و احیای کریدورهای سبز از مهم‌ترین راهکارهای طبیعت‌بنیان برای شبکه‌سازی هستند (تصویر ۴). وجود کریدورها و لکه‌های سبز و توسعه کمربند سبز (به‌ویژه در بخش‌های جنوبی) با ارائه خدمات اکوسیستم سبب کنترل توسعه فیزیکی شهر می‌شود. تلفیق کمربند سبز با اراضی کشاورزی در این نواحی ضمن کنترل توسعه کاربری‌ها، یک راه‌حل مهم در ذخیره‌سازی آب و نفوذپذیری است. کمربند سبز در بخش‌های شمالی نیز در کنترل رانش زمین، آرام‌سازی جریان‌های سیلابی و ایجاد حریم فیزیکی نقش بسزایی دارد.

جدول ۲. راه‌حل‌های پیشنهادی متخصصان در قالب راهبردهای کلان، نوع و بازه زمانی انجام راه‌حل و نوع اثر آن بر ریسک خشکسالی. مأخذ: نگارندگان.

راهبردها	راه‌حل‌ها	نوع راه‌حل	مقیاس زمانی راه‌حل	جلوگیری یا کاهش محرک‌های آسیب‌پذیری / جلوگیری یا کاهش پیامدها	خوشه مداخله شده
تغییر رویکردهای بخشی-نگر / رویکردهای کل-نگر	فرهنگی	ایجاد افق تصمیم‌سازی مشترک با محوریت آب	بلندمدت	افزایش نگرش سیستمی و یکپارچگی نهادها	نهادی
	میان‌نهادی	ایجاد یک ارگان سازمان‌دهنده، میان‌نهادی و پاسخ‌گو برای بحران تنش آبی - نگرش سیستمی به شبکه خطر خشکسالی			
تغییر الگوی توسعه تهران	کنترل توسعه فیزیکی	کنترل ظرفیت جمعیتی شهر - جلوگیری سیاست‌های تمرکزگرایی و تجمع امکانات - تخصیص منابع و بودجه برای عدالت اجتماعی - حل مشکلات زیست‌محیطی در شهرهای دچار بحران برای جلوگیری از مهاجرت - انطباق حوزه‌های فیزیکی با ساختارهای اکولوژیک شهر	بلندمدت - میان‌مدت	- کاهش تغییر کاربری اراضی و تخریب زیرساخت‌های طبیعی - توسعه شهری متناسب با ظرفیت‌های آبی - کاهش مهاجرت و رشد جمعیت - تعیین هزینه منطقه‌ای آب و انرژی - کاهش اثر تغییرات اقلیمی و ایجاد تعادل زیست‌محیطی - کاهش اثر محدودیت‌های محیط طبیعی	نهادی - کالبدی - اجتماعی - اقتصادی
	کنترل توسعه کاربری‌ها	در نظر گرفتن برنامه‌ها و اقدامات مبنی بر موقعیت مکانی و اقلیمی هر منطقه (پایش پهنه‌ها) - تهیه طرح‌های آمایش با در نظر گرفتن ظرفیت‌ها و استعدادهای محیطی و منابع			
	مدیران	- آموزش کشاورزان در استفاده از فناوری‌ها - تشویق کشاورزان به حفظ اراضی کشاورزی و افزایش مشارکت در کشاورزی محلی - بالابردن هزینه‌های آب برای کنترل مصرف و تشویق صنایع و کشاورزی به استفاده از شیوه‌های کم‌مصرف - اعتمادسازی به منظور مقبولیت برنامه‌ها	بلندمدت - میان‌مدت - کوتاه‌مدت	- جلوگیری از هدررفت منابع آب و کاهش آب‌های سطحی و زیرزمینی - کاهش تغییر کاربری اراضی و تخریب زیرساخت‌های طبیعی - کاهش اثر تغییرات اقلیمی و ایجاد تعادل زیست‌محیطی - کاهش اثر محدودیت‌های محیط طبیعی - کاهش مهاجرت	کالبدی - نهادی - طبیعی
در نظرگیری کشاورزی به عنوان معیشت استراتژیک	کشاورزان	- تغییر شیوه‌های سنتی و استفاده از دیجیتال و هوشمند برای پیش‌بینی وضعیت اقلیمی، مدیریت آبیاری، مدیریت رواناب‌ها، هشدار سیل - تغییر استراتژیک محصولات کشاورزی و کاشت گیاهان بومی و مقاوم به کم‌آبی	بلندمدت - میان‌مدت - کوتاه‌مدت		

راهبردها	راه‌حل‌ها	نوع راه‌حل	مقیاس زمانی راه‌حل	جلوگیری یا کاهش محرک‌های آسیب‌پذیری / جلوگیری یا کاهش پیامدها	خوشه مداخله شده
ساختارهای آبی	- تعریف چارچوب‌های قانونی برای حفاظت از اراضی و بسترهای طبیعی - حفظ و تقویت خاک برای ذخیره آب - در اولویت بودن حفاظت از اراضی نسبت به توسعه شهر	راه‌حل‌های ساختارهای آبی	بلندمدت - میان‌مدت - کوتاه‌مدت	- جلوگیری از هدررفت منابع آب و کاهش آب‌های سطحی و زیرزمینی - کاهش تغییر کاربری اراضی و تخریب زیرساخت‌های طبیعی - کاهش اثر تغییرات اقلیمی و ایجاد تعادل زیست‌محیطی - کاهش اثر محدودیت‌های محیط طبیعی - افزایش ارتباط شهروندان با طبیعت	- کالبدی - نهادی - طبیعی - ادراکی
	- حفظ بسترهای طبیعی رودخانه‌ها و قنات‌ها - بررسی ویژگی‌های مورفولوژی و اصلاح لیتولوژی بستر آب - ایجاد شبکه به هم پیوسته آبی مبنی بر مسیرهای ارگانیک آب - استفاده از مصالح نفوذپذیر به جای مصالح سخت برای ذخیره‌سازی آب - تفکیک شبکه آب شرب بازیابی پساب‌ها - به کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر به جای انرژی آبی - ذخیره‌سازی آب سیلاب‌ها از طریق زیرساخت‌های هدایت‌کننده آب - احیای زیرساخت‌های مصنوعی برای آبرسانی - بازطراحی و احیای زیرساخت‌های فرسوده آب و فاضلاب، کانال‌ها و زهکشی				
	- افزایش پوشش گیاهی برای افزایش نفوذپذیری خاک و کاهش اثرات تغییرات اقلیمی - اصلاح مناظر طبیعی مخرب و گونه‌های مهاجم - به کارگیری فناوری در احیای مناظر طبیعی - ایجاد شبکه سبز بین لکه‌ها و کریدورها				
ساختارهای سبز	- کنترل توسعه فیزیکی مبتنی بر ظرفیت‌های آبی - کنترل توسعه کاربری‌ها و اراضی کشاورزی	راه‌حل‌های ساختارهای سبز			



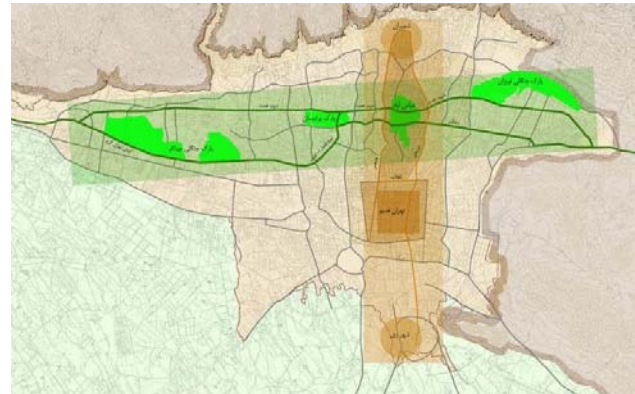
تصویر ۳. سناریوی واحد در بحث گروهی بر مبنای انطباق راه‌حل‌ها با سناریوهای اولیه. مأخذ: نگارندگان.

همچون باغ‌های بارانی، آبخوان‌داری و تغذیه آبخوان‌ها، به کارگیری کشاورزی اصولی (کشت محصولات کم‌آب و دیم) و کنترل آب برگشتی زمین‌های زراعی، دیگر اقدام‌های مکمل برای افزایش تاب‌آوری هستند. باین حال، رویکردهای بخشی نهادها، آگاهی ضعیف از پیامدهای خشکسالی و سطح پایین همکاری‌های نهادی، مانعی برای پیاده‌سازی راه‌حل‌ها و تولید منافع مشترک مورد انتظار از راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان هستند. خبرگان معتقدند، ارائه راه‌حل‌های یکپارچه «نهادی-کالبدی» نقطه شروع حل مسئله برای برنامه‌ریزی‌های کلان تحت حمایت

کن) و برنامه‌ریزی بلندمدت برای آزادسازی دیگر بخش‌ها می‌توان به احیای این مؤلفه‌های طبیعی کمک کرد. همچنین، مدیریت حوزه‌های آبریز رودها و پخش آب در اراضی جنوبی، مانع از تشدید فرونشست‌های وسیع به خصوص در دشت شهریار خواهد شد (تصویر ۵). پس از ارزیابی و مقایسه نقاط قوت سه ابزار مذکور مشخص می‌شود که رودخانه‌های تهران با قابلیت ترکیب عملکردها، بهینه‌ترین راه‌حل طبیعی برای کاهش خشکسالی و تنش آبی با در نظر گرفتن مقیاس‌های مختلف زمانی هستند. سبز سازی شهری (در قالب گسترش فضاهای خرد سبز

رویکردهای سیستمی به مسئله آب، به‌صورت یک محرک خارجی قوی عمل می‌کند. مبنی بر این نتیجه، مجموعه استراتژی‌ها و اقدامات عملی به‌منظور افزایش تاب‌آوری و حفاظت و پیشگیری از پیامدهای خشکسالی پیشنهاد شده است. این راهکارها بر در نظر گرفتن ظرفیت‌ها و حفظ منابع آبی، احیا و توسعه مؤلفه‌های طبیعی به‌عنوان ابزاری در جهت رفع مسئله در دو سطح کلان و خرد تمرکز دارند که به دو صورت دسته‌بندی می‌شوند: راه‌حل‌های نرم با اولویت و محوریت بحران کم‌آبی و راه‌حل‌های تکنیکی بر چهار محور ۱. اتخاذ رویکردهای کل‌نگر، ۲. تغییر الگوی فیزیکی و کارکردی شهر، ۳. در نظر گرفتن کشاورزی به‌عنوان معیشت استراتژیک و ۴. احیای و مدیریت اکوسیستم‌ها و زیرساخت‌های طبیعی. علاوه بر این، پویایی (مقیاس زمان) و چندعملکردی بودن از مهم‌ترین ویژگی‌های راه‌حل‌های ارائه‌شده هستند.

در انطباق میان سناریوها و راه‌حل‌های پیشنهادی «تغییر الگوی توسعه شهر»، کلیدی‌ترین راهبرد شناسایی شده است. حفظ اراضی طبیعی، ایجاد شبکه سبز و مدیریت رودخانه‌های تهران، تکنیک‌های طبیعت‌بنیان برای تحقق این موضوع هستند. از میان آن‌ها برنامه‌ریزی برای ساختارهای آبی و رودخانه‌ها، یک ابزار بالقوه برای ترکیب راهکارها به‌صورت هم‌زمان در کنترل تنش آبی شناخته می‌شود. همچنین بهره‌گیری از زیرساخت‌های مصنوع (همچون زیرساخت‌های آب‌وفضلاب برای جلوگیری از هدررفت و بازیابی آب) غیرقابل اجتناب است بنابراین، اتخاذ راه‌حل‌های تلفیقی (بامحوریت راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان) به‌منظور هم‌افزایی اثرات مثبت راه‌حل‌ها، مناسب‌ترین شیوه برای برنامه‌ریزی ریسک آب در تهران خواهد بود. همچنین، یکپارچگی راه‌حل‌های نهادی-کالبدی در کنار توسعه اقدامات اجتماعی و اقتصادی می‌تواند به پیاده‌سازی بهتر برنامه‌ها و رفع موانع اجرایی کمک کند. محل مشاهدات کشفی وی و «حوزه بازنمایی این مشاهدات توسط هنرمند و چگونگی آفرینش هنری» حوزه اول و دوم به دلیل این که امکان سیر اثبات‌گرایانه هر سه موضوع در قالب یک مقاله نمی‌گنجد، به‌صورت پیش‌فرض مدنظر قرار گرفته است. برخی متغیرها نیز همانند تأثیر اقلیم، شرایط سیاسی و اجتماعی ذیل متغیر کنترل معین شده است و بررسی اثر آنها برای تکمیل پژوهش‌ها در این حیطه، پیشنهاد می‌شود. همچنین چگونگی تبلور مفهوم باغ درون در سایر هنرهای شرقی و تفاوت این هنرها از نظر این مضمون با هنر عالم غرب ادامه تحقیقات در این باره را می‌طلبد.



تصویر ۴. اتصال چهار لکه اصلی شهر برای یکپارچگی شبکه سبز. مأخذ: مهندسین مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۴.



تصویر ۵. شبکه رودخانه‌های تهران و بخش‌های قابل احیا برای کنترل منابع آبی. مأخذ: عسگری‌نیا، ۱۳۹۹.

راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان خواهد بود. راه‌حل‌های اجتماعی و اقتصادی نیز نقشی مکمل (نه راه‌حل اصلی) در پیاده‌سازی بهتر برنامه‌ها دارند. به‌طور مثال، تصمیم‌گیری مشارکتی و همکاری میان گروه‌های مختلف ذی‌نفع یک گام مهم در فراگیر شدن اقدامات اجرایی خواهد بود. مشارکت می‌تواند سبب آگاهی از الگوهای ذهنی ذی‌نفعان درباره مفهوم خشکسالی و بحران آب شود و واقع‌گرایی راه‌حل‌ها در مدیریت ریسک را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری

براساس تحلیل نقشه‌های شناختی، مهم‌ترین عامل افزایش ریسک خشکسالی به الگوی توسعه فیزیکی-کارکردی تهران بازمی‌گردد. نبود

پی‌نوشت‌ها

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری «پرچهر صابونچی» با عنوان «تلفیق منظر شهر با زیرساخت‌های طبیعی برای کاهش ریسک مخاطرات طبیعی با تأکید بر راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان، موردپژوهی: شهر تهران» است که به

راهنمایی دکتر «محمد رضا مثنوی» و «حشمت الله متدین» در سال ۱۴۰۱ در دانشکده معماری دانشکده‌های زیبا، دانشگاه تهران به انجام رسیده است.

فهرست منابع

- و مشکلات زیست‌محیطی شامل آلودگی آب و صدا و پهنه‌بندی آن‌ها، تجربیات جهانی و راهکارهای ارتقای محیط زیست (جلد ۴). نهاد مطالعات و طرح‌های توسعه شهری تهران.
- مهندسین مشاور نقش جهان پارس. (۱۳۸۴). سند راهبردی طرح جامع اراضی عباس

- عسگری‌نیا، فاطمه. (۱۳۹۹). تلاش برای احیای ریه‌های تهران. روزنامه همشهری. <https://newspaper.hamshahrionline.ir/jRVwl>
- مهندسین مشاور بوم‌سازگان. (۱۳۸۵). طرح جامع تهران: گزارش در مورد ادامه مسائل

A review of the theoretical literature. *Manzar the Scientific Journal of Landscape*, 13(57), 22–37. <https://doi.org/10.22034/MANZAR.2021.283818.2128>

- Mazzoleni, M., Mondino, E., Matanó, A., Van Loon, A., F., & Barendrecht, M., H., (2024). Modelling the role of multiple risk attitudes in implementing adaptation measures to reduce drought and flood losses. *Journal of Hydrology*, 636. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131305>
- Nabinejad, S., & Schüttrumpf, H., (2023). Flood risk management in arid and semi-arid areas (A comprehensive review of challenges, needs and opportunities). *Water*, 15(17). <https://doi.org/10.3390/w15173113>
- Provan, C. (2023). *Climate change tops WEF Global Risks Report 2023*. <https://B2n.ir/g40920>
- Saboonchi, P. (2024). Evaluation of water risk through fuzzy cognitive maps (case study: Tehran). *Manzar the Scientific Journal of Landscape*, 16(68), 60–69. <https://doi.org/10.22034/manzar.2024.459322.2295>
- Saboonchi, P., & Abaraghoyi, H., (2020). Environmental wisdom, local knowledge, and the role of ecological factors in planning and constructing the village of Kamo. *Manzar the Scientific Journal of Landscape*, 12(53), 18–25. <https://doi.org/10.22034/manzar.2020.225310.2058>
- Saboonchi, P., Abaraghoyi fard, H., & Motedayen, H., (2018). Landscape green networks (The role of segmentation in the integration of green spaces in the landscapes of contemporary Iranian cities). *Bagh-e Nazar*, 15(62), 5–16. <https://doi.org/10.22034/bagh.2018.66280>
- Saboonchi, P., Masnavi, M., & Motedayen, H., (2023). Analysis of the principles and key features of nature-based solutions in relation to urban greening (A systematic review). *Bagh-e Nazar*, 20(121), 21–36. <https://doi.org/10.22034/BAGH.2022.344400.5200>
- Savari, M., Damaneh, H., E., & Damaneh, H., E., (2024). Managing the effects of drought through the use of risk reduction strategy in the agricultural sector of Iran. *Climate Risk Management*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100619>
- Schipper, E., L., F., (2020). Maladaptation: When adaptation to climate change goes very wrong. *One Earth*, 3(4), 409–414. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.014>
- Tiggelev, T., de Moel, H., van Zelst, V., T., van Wesenbeeck, B. K. Winsemius, H. C. Eilander, D., & P., J., (2022). The benefits of coastal adaptation through conservation of foreshore vegetation. *Ward Journal of Flood Risk*, 15(3). <https://doi.org/10.1111/jfr3.12790>
- Yimer, E., A., De Trift, L., Dondeyne, S., Speijer, L., Huysmans, M., Cools, J., Nossent, J., & van Griensven, A., (2024). *Framework for mapping large-scale nature-based solutions for drought mitigation (Regional application in Flanders. Water Research)*, 261. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122003>
- Zhu, Y., Zhang, C., Wang, T., & Miao, Y., (2024). Corporate water risk (A new research hotspot under climate change). *Sustainable Development*, 32(3), 2623–2637. <https://doi.org/10.1002/sd.2800>

- Anderson, C., C., & Renaud, F., G., (2021). A review of public acceptance of nature-based solutions: The ‘why,’ ‘when,’ and ‘how’ of success for disaster risk reduction measures. *Ambio*, 50(8), 1552–1573. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01502-4>
- Barendrecht, M. H., Matanó, A., Mendoza, H., Weesie, R., Rohse, M., Koehler, J., Ruiter, M., Garcia, M., Mazzoleni, M., C. J. H., J., Giuliano Di Baldassarre, W., Day, R., & Van Loon, A., F., (2024). Exploring drought-to-flood interactions and dynamics: A global case review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 11(4), Article. <https://doi.org/10.1002/wat2.1726>
- Dabrowska, J., Orellana, A., E., M., Kilian, W., Moryl, A., Cielecka, N., Michałowska, K., Policht-Latawiec, A., Michalski, A., Bednarek, A., & Włoka, A., (2023). Between flood and drought: How cities are facing water surplus and scarcity. *Journal of Environmental Management*, 345. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118557>
- Dissanayaka, K. D., C., R., Tanaka, N., & Vinodh, T., L., C., (2021). Integration of Eco-DRR and hybrid defense system on mitigation of natural disasters (Tsunami and Coastal Flooding): A review. *Natural Hazards*, 105, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04965-6>
- Dorren, L., & Moos, C., (2022). Towards quantitative evidence of Eco-DRR in mountains: A concise review. *Ecological Engineering*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106485>
- Elnashar, W., & Elyamany, A., (2023). Managing risks of climate change on irrigation water in arid regions. *Water Resources Management*, 37(6), 2429–2446. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03267-1>
- Ferretti, V., Pluchinotta, I., & Tsoukiàs, A., (2019). Studying the generation of alternatives in public policy making processes. *European Journal of Operational Research*, 273(1), 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.07.054>
- Giordano, R., Pluchinotta, I., Pagano, A., Scricciu, A., & Nanu, F., (2020). Enhancing nature-based solutions acceptance through stakeholders’ engagement in co-benefits identification and trade-offs analysis. *Science of the Total Environment*, 713. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136552>
- Kato, S., & Huang, W., (2021). Land use management recommendations for reducing the risk of downstream flooding based on a land use change analysis and the concept of ecosystem-based disaster risk reduction. *Journal of Environmental Management*, 287. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112341>
- Kumar, P., Debele, S. E., Sahani, J., Rawat, N., Marti-Cardona, B., Alfieri, S. M., Basu, B., Sarkar Basu, A., Bowyer, P., Charizopoulos, N., Gallotti, G., Jaakko, J., Leo, L., Loupis, M., Menenti, M., Mickovski, S., Mun, S.J., Gonzalez-Ollauri, A., Pfeiffer, J., ... & Zieher, T. (2021). Nature-based solutions efficiency evaluation against natural hazards: Modelling methods, advantages, and limitations. *Science of the Total Environment*, 784. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147058>
- Masnavi, M., Matin, H., Sabanchi, P., & Hemmati, M., (2021). Analysis of the concept of landscape and landscape approach from theoretical to practical realms:

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

صابونچی، پریچهر؛ خرسندنیکو، مرتضی؛ مثنوی، محمدرضا و متدین، حشمت‌الله. (۱۴۰۴). استراتژی‌های کاهش خشکسالی و تنش آبی در تهران با تأکید بر راه‌حل‌های طبیعت‌بنیان (تصمیم‌گیری مبتنی بر نقشه‌های شناختی‌فازی). منظر، ۱۷ (۷۰)، ۲۶–۳۳.

DOI: 10.22034/MANZAR.2024.473280.2307

URL: https://www.manzar-sj.com/article_211565.html

